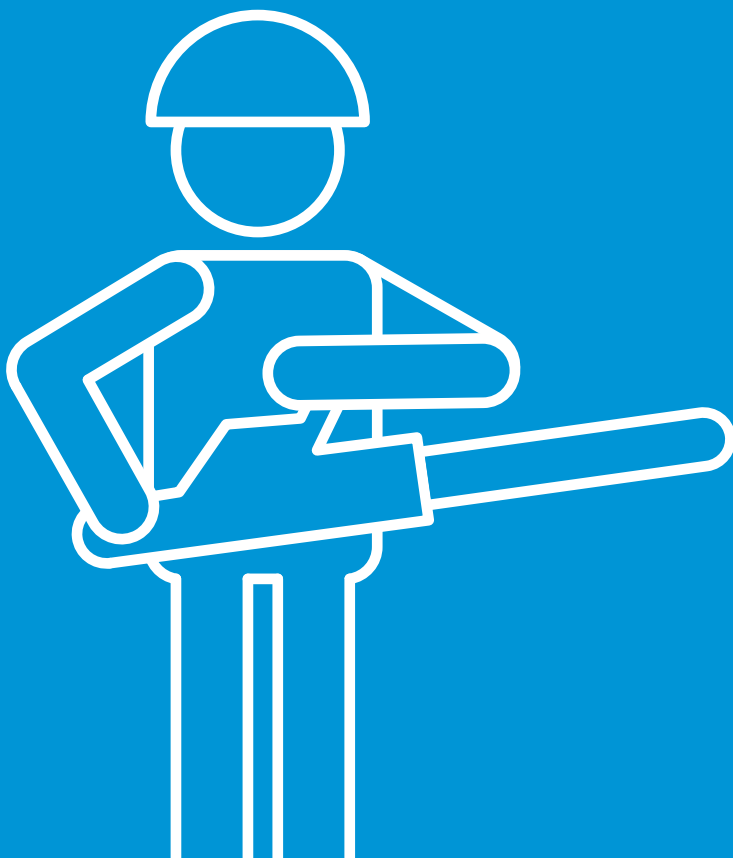


Handbuch

Pionier



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Verfügbarkeit

Online-Angebot

Download im Acrobat-Reader-Format

<http://www.babs.admin.ch/>

Impressum

Herausgegeben vom

Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)

Geschäftsbereich Zivilschutz und Ausbildung

Version 2025-07

Vorwort

Dieses Handbuch regelt die Aufgaben des Bereichs Pionier des Zivilschutzes. Es ist als Arbeitsinstrument und Nachschlagewerk für Lehrpersonen und Kader vorgesehen, dient aber auch der Führung der Zivilschutzorganisation.

Das Handbuch dient weiter als Grundlage für eine einheitliche Auffassung von Abläufen und Minimalstandards bei der Ausgestaltung des Bereichs Pionier. Es setzt sich aus den folgenden eigenständigen Teilen zusammen:

- Grundlagen
- Hochwasserschutz
- Heben, Verschieben und Sichern von Lasten
- Sichern von Bauteilen und Bauwerken
- Absturzsicherung
- Ortung und Rettung aus Trümmerlagen
- Forstarbeiten und Bauwerke aus Holz

Es steht den Kantonen frei, die für sie erforderlichen Ergänzungen nach jedem Teil einzufügen. Die Ausgestaltung und Verteilung der definitiven Unterlagen, welche in ihrer Endform als Grundlage für die Ausbildung dienen sollen, liegen im Verantwortungsbereich der Kantone. Nach Meinung des Herausgebers sollten jedoch Personen in den folgenden Funktionen im Besitz des Handbuchs sein:

- Lehrpersonal
- Kommandantinnen und Kommandanten
- Chef/in Technische Hilfe
- Pionieroffizier/in

Schwarzenburg, Juli 2025

Inhaltsverzeichnis

Grundlagen

4 Aufgaben und Organisation

- 4 Aufgaben
- 5 Organisation
- 6 Funktionen
 - 6 Pionier/-in
 - 6 Pionierunteroffizier/-in
 - 6 Pionieroffizier/-in
- 7 Chef/-in Technische Hilfe
- 7 Prozesse und Abläufe
- 9 Mittel und Methoden
 - 9 Improvisierte Mittel und Methoden

10 Einsatzbereitschaft

- 10 Planung und Konzepte
 - 10 Integrales Risikomanagement
- 12 Leistungsbedarf und Leistungsauftrag
- 16 Sicherheitsvorschriften
- 20 Einsatzprozess
- 20 Einsatzgrundsätze
- 22 Fachausbildung

23 Einsatzablauf

- 23 Bereitstellung
- 23 Einsatz
- 25 Einsatzende

29 Anhang

- 29 Grundlagen Geometrie
- 30 Umrechnen von Einheiten
- 31 Materialdichten
- 32 Knickbelastungen
- 33 Kennzahlen
 - Hochwasserschutz
- 34 Bau Sandsackdamm
 - Dimensionen und Materialverbrauch

Hochwasserschutz

5 Hochwasserereignisse

- 5 Ursachen und Ablauf von Schadenhochwasser
- 6 Prozesse im und am Gerinne
 - 6 Übersicht
- 7 Überschwemmung und Übersarung
 - 10 Verklausung
 - 10 Murgang
 - 12 Ufererosion / Uferabbruch
 - 13 Schwemmholz
- 14 Gerinneunabhängige Prozesse
 - 14 Übersicht
 - 14 Oberflächenabfluss / Hangwasser
 - 15 Grundwasseranstieg
 - 16 Kanalisationsrückstau

17 Übersicht Hochwassereinsatz

- 17 Ziel des Hochwassereinsatzes
- 18 Vorwarnzeit und Interventionszeit
- 19 Mittel und Ausbildung
- 20 Typische Schwachstellen in Gerinnen
- 21 Übersicht über mögliche Massnahmen im Ereignisfall

23 Sicherheit im Hochwassereinsatz	70 Dammverteidigung
23 Gefahren und Risiken	70 Notfallmässige Massnahmen an Hochwasserschutzdämmen
25 Taktische Grundsätze	71 System für die Klassifizierung von Schäden
26 Sicherheits- und Notfallmassnahmen	72 Beschreibung und Klassifizierung von Schadenszenarien
26 Sicherheitsvorschriften VSZS	72 Durchströmung oder Unterströmung des Dammes
27 Checkliste: Beurteilung des Hochwasser- und Einsatzrisikos	74 Risse und Rutschungen im Damm
28 Weitere Sicherheits- und Notfallmassnahmen	76 Erosion des Vorlandes
30 Mobiler Hochwasserschutz	77 Überströmung des Dammes
30 Stationäre Schutzsysteme	78 Notfallmässige Massnahmen
30 Mobile Schutzsysteme	78 Erkundungspatrouille / Dammwache
30 Planmässige Systeme	78 Dammstützung auf der Landseite
31 Notfallmässige Systeme	80 Wasserseitige Rutschungen und Risse sichern
32 Einsatzprozess mobiler Hochwasserschutz	82 Dichtefolie auf der Wasserseite
33 Ortsungebundene Hochwasserschutzsysteme	83 Dammerhöhung (Aufkaden)
33 Taktische Grundsätze	84 Weitere Schutzmassnahmen
35 Einsatzszenarien	84 Notfallmässiger Uferschutz mit Raubäumen
42 Systeme für den mobilen, ortsungebundenen Hochwasserschutz	84 Zweck und Funktion
42 Kommerzielle oder improvisierte Systeme	84 Grundsätze für den Einsatz
43 Sandsacksysteme	85 Notfallmässige Sicherungs- und Instandstellungsarbeiten
54 Tafelsysteme	85 Sichern von Heizöltanks
57 Bocksysteme	86 Auspumpen von Untergeschossen
61 Schlauchsysteme und geschlossene Behältersysteme	88 Bibliografie
63 13:37:56 Klappsyste	
64 Beckensysteme	
66 Betonelementsystem	
68 Übersicht über die Systembedingungen	
69 Entscheidungshilfe für den Einsatz	

Heben, Verschieben und Sichern von Lasten

5 Allgemeine Übersicht

5 Auftrag und Einsatz

6 Grundsysteme

- 6 Verschieben von Lasten (Bodenzug)
- 6 Heben von Lasten
- 6 Kombiniertes Heben und Verschieben von Lasten
- 7 Einsatzprozess für das Bewegen von Lasten

8 Sicherheit

8 Sicherheitsvorschriften VSZS

- 8 Erläuterung Schleuderbereich:
- 10 Weitere Sicherheitsregeln

11 Verankerungen

11 Allgemeines

- 11 Geplante Verankerungen
- 11 Improvisierte Verankerungen
- 12 Redundantes Verankerungssystem
- 12 Versagen von Verankerungen

13 Betonanker

- 13 Allgemeine Grundsätze
- 14 Beispiele
- 16 Beispiele aus der Praxis

16 Erdverankerungen

- 16 Allgemeine Grundsätze
- 18 Stabanker
- 22 Totmannanker
- 23 Drehplattenanker

24 Baumverankerungen

26 Verankerungen an grossen Steinen

27 Improvisierte Verankerungen an Bauwerken

- 27 Allgemeines
- 28 Schachtverankerung
- 29 Querriegelverankerung

30 Verbindungsmittel und -elemente

30 Belastung

30 Einfluss von Winkeln

32 Scharfe Kanten

33 Rundschlingen und Hebebänder

35 Schäkel

36 Drahtseile

38 Faserseile

40 Knoten und Bündel für Hilfskonstruktionen und Material

44 Zurrgurte

45 Bewegen von Lasten mit Seilzuggeräten

45 Portable Seilzuggeräte

45 Vor- und Nachteile von tragbaren Seilzuggeräten

47 Flaschenzugsysteme

47 Einfache Flaschenzüge für Seilzuggeräte

47 Umlenkrollen

48 Ziehen von Lasten (Bodenzug)

48 Haftreibung und Gleitreibung

49 Rollreibung

51 Heben und Verschieben von Lasten mit Drei- oder Zweibeinen

51 Dimensionierung von Stützen aus Rund- oder Kantholz

52 Improvisiertes Dreibein

57 Improvisiertes Zweibein

58 Heben und Verschieben von Lasten mit einem improvisierten Zweibein-Kran

62 Anschlagen des Zuggeräts am improvisierten Drei- / Zweibein

64 Dimensionierung der Ausleger

64 Heben von Lasten mit improvisierten Auslegern

64 Einsatzmöglichkeiten

64 Ausleger aus Holz

66 Ausleger aus Gerüstrohren

67 Bewegen von Lasten mit Hebegeräten

67 Hebegeräte

67 Heben mit dem Hebeisen

69 Regeln für den Einsatz

69 Allgemeines

69 Einseitiges Anheben von Objekten

71 Heben mit Hebekissen

Sichern von Bauteilen und Bauwerken

5 Allgemeines

5 Einsatz von Sicherungssystemen

5 Differenzieren im Einsatz

5 Improvisierte Sicherungsmassnahmen

6 Geplante Sicherungsmassnahmen

7 Ausbildung und Ausrüstung

9 Sicherheit

9 Allgemeine Überlegungen

9 Gefahren bei Sicherungseinsätzen

10 Wichtige Sicherheitsregeln

12 Basiswissen

12 Allgemeines Vorgehen für das Sichern von Bauteilen und Bauwerken

12 Beurteilung von Bauteilen und Bauwerken

13 Versagen von Bauteilen und Bauwerken

14 Beurteilungskriterien

18 Systematik möglicher Sicherungssysteme

18 Abstützsysteme

21 Spannsysteme

22 Sicherungsmassnahmen mit Baugeräten

24 Kraftableitung durch Sicherungsmassnahmen

25 Überwachen von Bauteilen und Bauwerken

- 25 Einfache Überwachung
- 26 Rissmonitoring
- 26 Überwachung mit Bewegungsmelder
- 27 Überwachung mit optischen Geräten

28 Ausrüstung und Material für das Abstützen

- 28 Abstützen mit Holz
- 29 Abstützen mit Ausrüstungen aus dem Bausektor
- 31 Abstützen mit multi-funktionellen Rettungsstützen
- 32 Abstützen mit Kunststoffblöcken aus dem Rettungssektor
- 32 Zusätzlich erforderliche Ausrüstung
- 33 Regeln für das Abstützen**
- 33 Allgemeine Regeln
- 34 Regeln beim Einsatz von Holz

41 Abstützsysteme «Shoring»

41 Allgemeines

42 Senkrechte Abstützungen «Vertical Shore»

- 42 Kraftableitung
- 44 Senkrechte Einzelstützen «T-Shore»
- 47 Senkrechte Flächenfachwerke «N-Post Vertical Shore»

50 Senkrechte Raumbachwerke

52 Kreuzholzstapel «Cribbing»

- 52 Allgemeines
- 52 Technische Regeln
- 57 Alternativen zum Kreuzholzstapel

60 Waagerechte Abstützungen «Horizontal Shore»

- 60 Allgemeine technische Regeln
- 60 Sprengwerk
- 62 Sichern von Gräben und Baugruben

64 Abstützen von schrägen Bauteilen

«Sloped Floor Shore»

- 64 Allgemeine technische Regel
- 67 Abstützungen mit der rechtwinkligen Methode «Sloped Floor Shore Perpendicular»
- 70 Abstützen mit der senkrechten Methode «Sloped Floor Shore Friction Type»

72 Abstützen von Wänden «Raker Shores»

- 72 Allgemeine technische Regeln
- 75 Strebstützen als Flächen- oder Raumbachwerke
- 78 Strebstützbock als Flächen- oder Raumbachwerk

81 Abstützen von Gebäudeöffnungen

83 Anhang

83 Raum- und Flächenlasten

84 Ermittlung der Traglast von Metall-Deckenstützen (Auszug aus dem Bauhandbuch der Schweizer Armee)

86 Dimensionierungshilfen für das Abstützen von Gebäuden (Auszug aus dem Bauhandbuch der Schweizer Armee)

Absturzsicherung

5 Allgemeines

5 Einsatz der Absturzsicherung

5 Schutzmassnahmen gegen Absturz

6 Systematik und Abgrenzung der Absturzsicherung

- 6 Absturzsicherung
- 7 Arbeiten am hängenden Seil
- 8 Organisierte Rettung
- 9 Ausbildung im Bereich Absturzsicherung

10 Sicherheit

10 Absturzunfälle in der Schweiz

11 Sicherheitsvorschriften WSZS

13 Faustregeln für schräge Flächen

14 Taktische Sicherheitsregeln

15 Weitere Sicherheitsregeln

16 Basiskompetenzen

16 Die drei Hauptelemente der Sicherungskette

16 Ausrüstung

- 16 Allgemeines
- 18 Übersicht EN-Normen
- 19 Helme
- 20 Personengurte
- 23 Seile
- 26 Karabinerhaken
- 27 Bandfalldämpfer
- 27 Weitere Ausrüstung für die Absturzsicherung

30 Sturzphysik

- 30 Sturfaktor
- 31 Fangstoss
- 33 Sturzraum

34 Gefahr Hängetrauma

35 Grundprinzip der Redundanz in der Absturzsicherung

36 Grundsysteme der Absturzsicherung

- 36 Rückhaltesysteme
- 37 Positionierungssysteme
- 37 Auffangsysteme
- 38 Improvisierte Rettung
- 38 Allgemeines
- 39 Notfallschema
- 40 Einfache Rettungsmethoden
- 43 Komplexe Rettungsmethoden

44 Sicherheitsregeln für den Einsatz

- 44 Gefahr von Materialbeschädigungen
- 46 Pendelsturz und Schlaffseil
- 48 Verbindungsmittel
- 48 Fixpunktsicherung
- 49 Sicherheitscheck
- 50 Knoten
- 50 Allgemeines
- 50 Achterknoten
- 51 Halbmastwurfsicherung (HMS) und Blockierungsknoten

52 Mastwurf

- 52 Doppelter Spierenstich
- 53 Kreuzklemmknoten

53 Verankerungen

- 53 Definition einer Verankerung (Anschlagsystem)
- 54 Erforderliche Mindestbruchlast am Anschlagpunkt
- 55 Wahl der Verankerungspunkte
- 56 Anschlagen von Verbindungsmitteln
- 56 Ein-Punkt-Verankerung
- 58 Mehr-Punkte-Verankerung

62 Sicherungstechniken

62 Allgemeines

64 Übersicht über die Sicherungstechniken

- 66 Partnersicherung Toprope
- 68 Partnersicherung Toprope mit Seileinbau
- 70 Selbstsicherung mit Y-Band-falldämpfer
- 72 Selbstsicherung am mitlaufenden Auffanggerät
- 74 Selbstsicherung am Geländeseil (Lifeline)
- 77 Partnersicherung Vorstieg (Alpintechnik)
- 79 Positionieren
- 81 Absturzsicherung im Leitungs-Hochbau

83 Materialkontrolle

83 Allgemeines

83 Sicherheitskontrolle der Ausrüstung

- 83 Prüfintervalle und Prüfberechtigte
- 84 Prüfung durch den Anwender
- 84 Reinigung und Lagerung

Orten und Retten in Trümmerlagen

5 Allgemeine Grundlagen

5 Ortungs- und Rettungseinsatz

6 Erdbeben

- 6 Entstehung und Auswirkungen von Erdbeben
- 8 Erdbebengefährdung in Europa
- 8 Erdbeben in der Schweiz
- 9 Auswirkungen und Besonderheiten von Erdbebenkatastrophen

9 Auswirkungen

10 Besonderheiten

- 10 Bedeutung für die Rettung von Personen aus Trümmern

12 INSARAG

12 Allgemeine Übersicht

- 13 Die fünf Schlüsselkomponenten eines USAR-Teams

13 USAR-Teamkategorien

- 14 Bedeutung für die Erdbebenrettung in der Schweiz

15 Leistungsprofil und

Organisation im Zivilschutz

- 16 Light-USAR-Team (gemäss INSARAG)
- 18 Medium-USAR-Team (gemäss INSARAG)

22 Sicherheit in Trümmerlagen	60 Phase 3: Teil «Ortung»
22 Sicherheitsvorschriften	60 Allgemeines, Ziele
23 Allgemeine Sicherheitsmassnahmen beim Einsatz in Trümmerlagen	61 Übersicht Ortungsmethoden
25 Evakuierung	61 Kynologische Ortung
26 Gefahren durch Gebäude und Trümmer	62 Technische Ortung
26 Verhalten von Gebäuden bei Erdbeben stark vereinfacht	64 Behelfsmässige Ortung (Klopf-Ruf-Horch-Methode)
28 Gefahren für die Einsatzkräfte	65 Grob-, Nach- und Feinortung
30 Sicherheitsbeurteilung und Sicherheitsmassnahmen	66 Opfermarkierung (Victim Marking)
33 Gefahrenstoffe in Trümmern	67 Phase 3: Teil «Technische Rettung»
33 Allgemeines	67 Ablauf der Technischen Rettung
34 Bedeutende Gefahrenstoffe in Trümmerlagen	68 Taktische Einsatzoptionen
36 Gefahrenerkennung und Gefahrenbeurteilung	73 Sichern der Einsatzachse
39 Sicherheitsmassnahmen	74 Erstellen von Durchbrüchen
42 Spezielle Gefahren für eingeschlossene Personen	75 Bauingenieur/-in
	75 Abmessungen, Form und Lage eines Durchbruchs
44 Einsatztaktik/ Einsatztechnik	81 Phase 4: Eindringen zu potenziellen Verweilorten
44 Einsatzprozesse	81 Phase 5: Abräumen
45 Überblick 5-Phasen-Methode	83 Seilunterstützte Rettung
46 Überblick ASR-Level-Methode	83 Einordnung und Abgrenzung
48 Vergleich ASR-Level-Methode mit 5-Phasen-Methode	84 Allgemeine Sicherheits- und Einsatzregeln
49 Phase 1: Erkundung und erste Massnahmen	88 Seilunterstützte Rettung mit Drei- oder Zweibein
49 Zweck der Zielerkundung	98 Seilunterstützte Rettung mit einer einfachen Schrägseilbahn
50 Vorgehen und Inhalt der Zielerkundung	
52 Erste Entscheide und Massnahmen	102 Retten aus Schutzbauten
58 Phase 2: Absuchen und einfache Rettung	102 Allgemeines
58 Ziele der Phase 2	103 Retten von Personen aus Schutzräumen
58 Absuchen	
59 Einfache Rettung	

Forstarbeiten und Bauwerke aus Holz

5 Motorsäge und Forstarbeiten

5 Einleitung

6 Sicherheit

6 Gefahren und Risiken

9 Sicherheitsvorschriften

11 Ausrüstung

12 Arbeitsplatzorganisation

14 Absperrungen

16 Notfallplanung

21 Arbeiten mit einer Motorsäge

21 Sicherheitsvorschriften

21 Sicheres Arbeiten

23 Rückschlag der Motorsäge
(Kick-Back)

24 Retablierung

25 Einfache Forstarbeiten

25 Zug- und Druckspannungen
im Holz

26 Sägetechnik und Trennschnitte

31 Entasten

32 Methoden des Entastens

34 Einsatz eines Seilzuges

39 Einsatz von Forstwerkzeugen

43 Holz spalten

45 Rückearbeiten

47 Bauwerke aus Holz

47 Sicherheitsvorschriften

47 Holz als Baumaterial

47 Vorteile von Holz

48 Nachteile

48 Lebensdauer

50 Ingenieurbiologie

51 Winkel abschätzen mit dem
Doppelmeter

52 Holzkasten

52 Einsatzspektrum

52 Baumaterial, Ausrüstung und
Arbeitssicherheit

54 Einfacher (einwandiger)
Holzkasten

54 Doppelter (doppelwandiger)
Holzkasten

55 Planung

57 Bautechnik

62 Holzkännel

62 Weitere Bauarten

63 Einbettung

64 Wildbachsperrn

64 Grundlagen für kleinere
Querwerke

65 Anordnung der Querwerke im
Grundriss

65 Wichtige Abmessungen für
kleinere Querwerke

67 Querwerk aus doppelwandigen
Holzkästen

68 Querwerk aus Steinkörben

69 Leitwerke

70 Abrasionsschutz

70 Kolksschutz (Fallboden)

71 Grundswellen

72 Mindesteindeckung

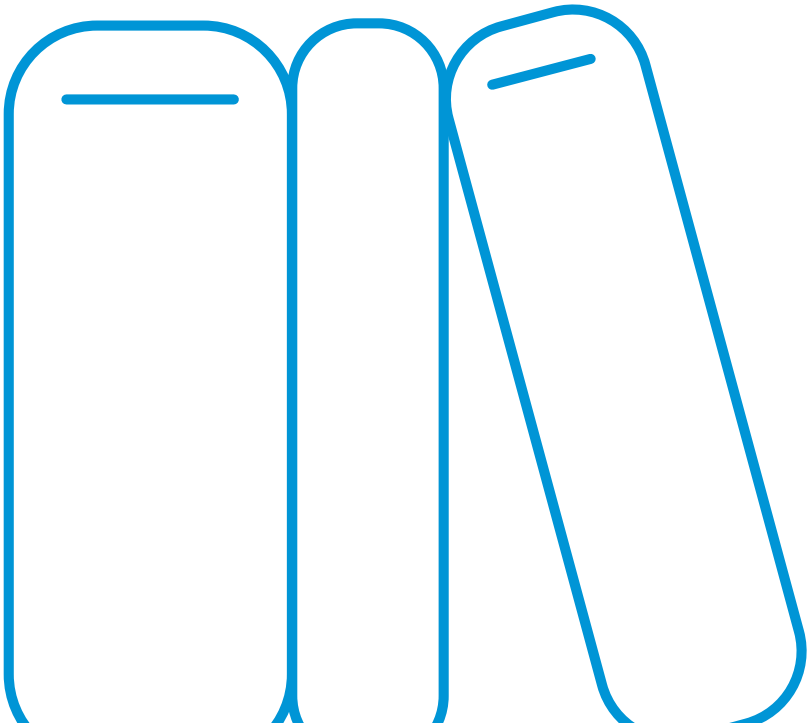
72 Kolksschutz

73 Sickerströmung unterbinden

74	Ufersicherungen
74	Grundlagen
75	Ausführungen
76	Blocksatz
77	Holzkasten
77	Steinkörbe
78	Hangrost
78	Einsatzspektrum
79	Planung
80	Bautechnik
82	Brücken
82	Einsatzspektrum
83	Planung
85	Bautechnik
90	Beispiel Rundholzbrücke
92	Stege
92	Einsatzspektrum
93	Planung
93	Bautechnik
97	Exkurs Bauwerke
97	Einführung zum Einsatzgerüstsystem (EGS)
98	Hochwasserlaufsteg
98	Stege und Brücken
100	Dekontaminationsstelle / Desinfektionsschleuse

Handbuch Pionier

Grundlagen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Impressum

Herausgegeben vom
Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)
Geschäftsbereich Zivilschutz und Ausbildung

Version 2025-07

Inhaltsverzeichnis

4	Aufgaben und Organisation	23	Einsatzablauf
4	Aufgaben	23	Bereitstellung
5	Organisation	23	Einsatz
6	Funktionen	25	Einsatzende
6	Pionier/-in		
6	Pionierunteroffizier/-in		
6	Pionieroffizier/-in		
7	Chef/-in Technische Hilfe		
7	Prozesse und Abläufe	29	Anhang
9	Mittel und Methoden	29	Grundlagen Geometrie
9	Improvisierte Mittel und Methoden	30	Umrechnen von Einheiten
		31	Materialdichten
		32	Knickbelastungen
		33	Kennzahlen
			Hochwasserschutz
		34	Bau Sandsackdamm
			Dimensionen und
			Materialverbrauch
10	Einsatzbereitschaft		
10	Planung und Konzepte		
10	Integrales Risikomanagement		
12	Leistungsbedarf und Leistungsauftrag		
16	Sicherheitsvorschriften		
20	Einsatzprozess		
20	Einsatzgrundsätze		
22	Fachausbildung		

Aufgaben und Organisation

Aufgaben

Der in der Technischen Hilfe angegliederte Fachbereich Pionier kommt als unterstützendes und ablösendes oder auch als eigenständiges Element bei unterschiedlichsten Ereignissen zum Einsatz. Insbesondere bei Naturereignissen in Form von Langzeiteinsätzen im Verbund, als Ablösung oder als schlagkräftige Einsatztruppe stellen die Pioniere eine wichtige Komponente zur Ereignisbewältigung dar. Des Weiteren möglich sind auch präventive Einsätze, beispielsweise bei der Erstellung einer Hangverbauung, Instandstellungsarbeiten wie Sicherungs- und Aufräumarbeiten sowie Einsätze zu Gunsten der Gemeinschaft oder bei Grossveranstaltungen. Damit die gewünschte Leistungsfähigkeit in der benötigten Bandbreite erbracht werden kann, sind die Fähigkeiten, folgende Aufgaben zu erfüllen, verlangt:

- Einfache, technische Massnahmen zur Verhinderung von (Folge-)Schäden ausführen, wie temporäre Hochwasserschutzsysteme aufbauen, Gebäude oder Bauteile sichern, Sicherungsmassnahmen im Gelände vornehmen usw.
- Temporäre Infrastrukturen wie Zelte, Schadenplatzbeleuchtung, einfache Zugänge oder Staustellen erstellen, Materialtransporte durchführen, eine einfache Versorgung mit Strom und Wasser sicherstellen usw.
- Instandstellungsmassnahmen ausführen, wie Verkehrsflächen, Durchlässe oder Gerinne freilegen, Gebäude räumen, einfache Schutzwerke erstellen usw.
- Ortung und Rettung aus Trümmerlagen

Es können weitere Fähigkeiten und Leistungsmerkmale definiert werden, welche sich etwa aus der Situation und den Merkmalen der spezifischen Region ergeben.

Eine zusätzliche Möglichkeit für die Definition der Fähigkeiten sind Leistungsaufträge, welche durch den allgemeinen Auftrag nicht abgedeckt sind, die als Ergänzung hinzukommen und flexibel auf bestimmte Bedürfnisse hin ausgearbeitet werden können.

Organisation

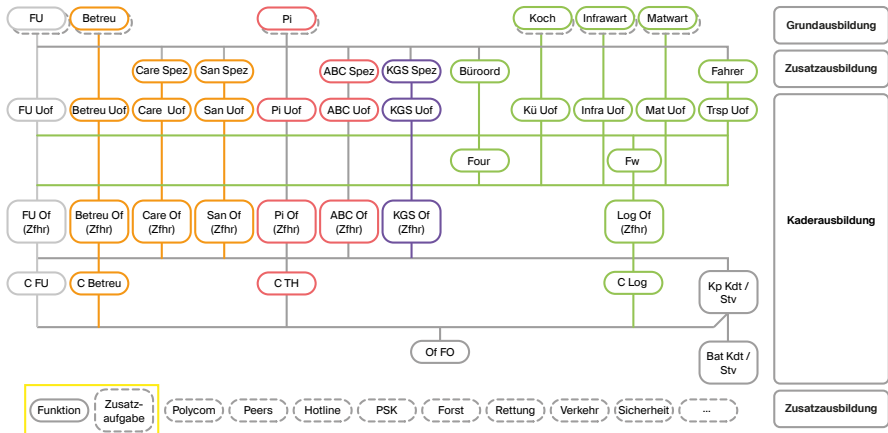


Abb.1: Funktionen der Technischen Hilfe mit den Fachbereichen Pionier und ABC-Schutz im Zivilschutz

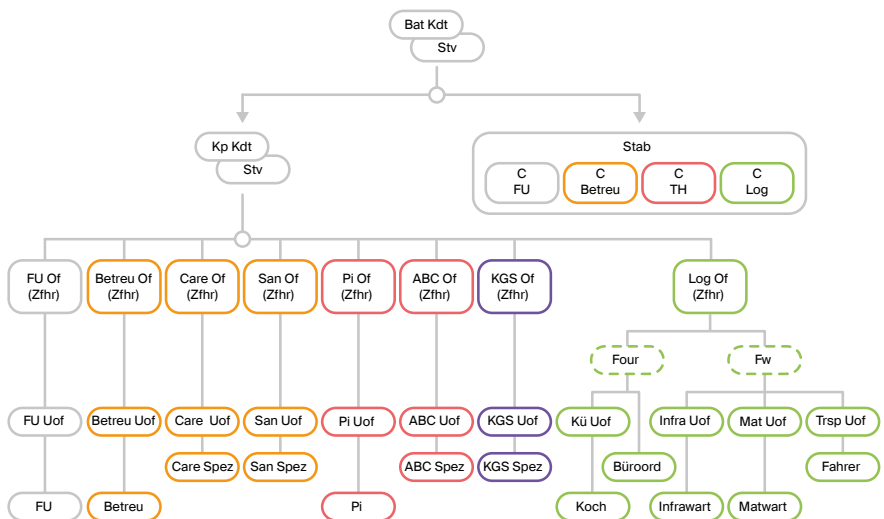


Abb. 2: Organigramm eines Zivilschutzbataillons (Beispiel)

Funktionen

Die Führung und die Aufgaben der Technischen Hilfe und somit des Fachbereichs Pionier verteilen sich auf verschiedene Stufen und Funktionen:

Stufe	Funktionen
Bataillon	Chef/-in Technische Hilfe
Kompanie	Pionieroffizier/-in
Zug	Pionierunteroffizier/-in
Gruppe	Pionier/-in

Tab. 1: Mögliche Funktionen der verschiedenen Stufen

Nachfolgend werden die Aufgaben der Funktionsträger/-innen im Fachbereich Pionier genauer erläutert.

Pionier/-in

- Die Pioniergeräte bedienen und Pioniermaterial handhaben
- Temporäre Hochwasserschutzsysteme aufbauen
- Hilfskonstruktionen für Gebäude- und Geländeverstärkungen erstellen
- Technische Sicherungs- und Instandstellungsarbeiten ausführen
- Temporäre Infrastrukturen aufstellen

Pionierunteroffizier/-in

- Eine Gruppe in der Ausbildung und im Einsatz führen
- Die Fachlogistik in seinem/ihrer Verantwortungsbereich sicherstellen
- Die Verbindung zur vorgesetzten Stelle sicherstellen
- Die Sicherheit seiner/ihrer Unterstellten gewährleisten
- Ausbildungssequenzen in Wiederholungskursen gemäss den Vorgaben des/der Vorgesetzten vorbereiten und durchführen
- Die Organisation und technische Leitung eines Arbeitsplatzes wahrnehmen

Pionieroffizier/-in

- Einen Zug in der Ausbildung und im Einsatz führen
- Die Fachlogistik in seinem/ihrer Verantwortungsbereich sicherstellen
- Die Verbindung zur vorgesetzten Stelle sicherstellen
- Wohl und Schutz seiner/ihrer Unterstellten gewährleisten
- Planungen und Einsatzvorbereitungen gemäss den Vorgaben der vorgesetzten Stellen bearbeiten
- Die Ausbildung in Wiederholungskursen gemäss den Vorgaben der vorgesetzten Stellen vorbereiten und durchführen
- Einen Schadenplatz erkunden, organisieren und leiten

Chef/-in Technische Hilfe

Der/die Funktionsträger/in ist für den gesamten Bereich Technische Hilfe verantwortlich und der Bataillonskommandantin oder dem Bataillonskommandanten unterstellt.

- Den Bataillonskommandanten/die Bataillonskommandantin im Fachbereich beraten
- Konzepte, Befehle und Weisungen im Fachbereich erstellen
- Den Einsatz in seinem/ihrer Fachbereich planen und überwachen
- Ausbildungsplanungen, Übungen und Ausbildungssequenzen erstellen
- Planungen und Einsatzvorbereitungen im Fachbereich erstellen
- Sämtliche notwendigen Massnahmen und Mittel zur Sicherstellung der Technischen Hilfe beantragen

Prozesse und Abläufe

Das Einsatzspektrum im Fachbereich Pionier ist sehr breit mit einer Vielzahl an unterschiedlichsten Aufgaben und Tätigkeiten. Somit sind die dafür notwendigen Prozesse und Abläufe auf die jeweiligen Situationen zugeschnitten und werden hier nicht in einem allgemeinen Prozess zusammengefasst.

Gerne würde man von einer generellen Einsatzdoktrin im Bereich Pionier sprechen können, diese ist aber aufgrund der Vielfältigkeit der Arbeitseinsätze nicht vorhanden. Wo vorhanden und etabliert, sind die zugehörigen Prozesse und Abläufe in den jeweiligen Bestandteilen des Handbuchs Pionier aufgeführt und können dort nachgeschlagen werden.

Folgende Gedanken und taktische Überlegungen zu einer Einsatzdoktrin möchten wir hier in den Grundlagen erwähnen und versuchen, die daraus entstehenden Konsequenzen aufzuzeigen.

Die Stärken des Zivilschutzes gegenüber den anderen Partnern im Bevölkerungsschutz liegen unter anderem in der längeren Durchhaltefähigkeit und der Polyvalenz. Der Zivilschutz ist zudem mit einer leichten, multifunktionalen Ausrüstung ausgestattet. Sie erlaubt den Einsatz an unterschiedlichsten Standorten und Gegebenheiten. Es wird vorwiegend nicht mit schweren Maschinen und Geräten gearbeitet, sondern, wo immer möglich, mit Ausrüstung, welche sich, falls notwendig, ohne motorisierte Hilfsmittel transportieren lässt. So sind die Pioniere auch an weiter entfernten oder nur schwer zugänglichen Orten relativ schnell im Einsatz. Dabei sind sie in der Lage, eine Vielzahl von verschiedenen Aufträgen mit einem Gerätepool anzugehen und erfolgreich zu beenden.

Mit den im Zivilschutz üblicherweise eingesetzten Kraftfahrzeugen wie Mannschaftstransporter oder geländegängigen Pick-Up-Fahrzeugen können die Pioniere rasch mit dem leichten Material, oftmals auf kompakten Anhängern, in den Einsatzraum verschieben und den Auftrag ausführen. Muss die letzte Wegstrecke zu Fuss bewältigt werden, bewährt sich leichtes Einsatzmaterial, welches die Dienstleistenden zum Einsatzort tragen können. Empfehlenswert sind zudem bewährte Systeme, welche sich multifunktional nutzen lassen, um beispielsweise Hilfskonstruktionen für das Verschieben oder Anheben von Lasten – wie Zwei- oder Dreibeine – und für das Abstützen von Gebäudeteilen oder anderer Infrastruktur zu erstellen. Solche Systeme sind in verschiedenen Ausführungen von bekannten Herstellern auf dem Markt und helfen dabei, das benötigte Material auf ein Minimum zu reduzieren mit einer maximalen Anzahl an Einsatzmöglichkeiten.

Die Entwicklung bei den leichten Einsatzgeräten geht immer mehr in Richtung autonomer Arbeitsgeräte, welche keine zusätzlichen Aggregate oder zusätzliche Energieerzeuger benötigen. Diese Akkugeräte bieten eine ideale Ergänzung zu den mit Kraftstoff, Hydraulik oder Druckluft betriebenen Geräten und sind heute bereits sehr leistungsstark und in einer Vielzahl an Ausführungen vorhanden. Gerade beim Einsatz im un-

wegsamem Gelände oder bei längeren Verschiebungen zu Fuss zum Einsatzort können solche Geräte eine überaus wertvolle Ergänzung im Gerätepool darstellen.

Bezüglich Rekognoszierung und Erkundung von Schadenplätzen und Einsatzorten wie auch Überwachung und Kontrolle von Arbeitsplätzen werden Drohnen und mit Kamerasystemen ausgerüstete Quadrocopter immer mehr an Bedeutung gewinnen. Damit kann von einem sicheren Standort aus schnell ein umfassendes Bild der Lage oder dem Stand der Arbeiten erfasst werden. Zudem werden keine Personen potentiell vorhandenen Gefahren ausgesetzt. Gerade beim Erkunden von beispielsweise einer Trümmernlage bestehen vielseitige Risikofaktoren etwa durch Energieversorgungssysteme wie elektrische Leitungen oder Gasleitungen, ausgelaufene Kraftstoffe oder Chemikalien, radioaktive Strahlung usw. Mit der Hilfe einer ferngelenkten Drohne können verschiedenste gefährliche Szenarien ohne Gefährdungen der Einsatzkräfte erkundet werden. Bislang musste hierzu oftmals auf Bilder verzichtet werden oder dann wurden mittels Helikopter Erkundungen geflogen, um ein Bild der Lage zu erhalten. Helikopterflüge sind aber um ein Vielfaches teurer und zudem mehr vom Wetter abhängig als Drohnen und bei weitem nicht immer verfügbar, wenn man diese benötigt.

Mittel und Methoden

Im Einsatz muss zwingend zwischen geplanten und improvisierten Mitteln und Methoden **unterschieden** werden.

Geplante Mittel und Methoden

Einsatz von für die spezifische Anwendung vorgesehener, geprüfter / genormter Ausrüstung und geprüftem / genormtem Material. Der Hersteller legt die Anwendung fest und haftet bei korrekter Anwendung für die Gebrauchssicherheit und -tauglichkeit des Produkts (Produkthaftung).

Durch anerkannte Fachspezialisten (z. B. Baufachleute, Konstrukteure, Ingenieure, Hydrologen) für die spezifische Anwendung geplante und berechnete Mittel oder Methoden.

Einhalten der in einer Branche anerkannten Standards und Regeln der Baukunde.

Wenn es die Lage erlaubt, immer nur geplante Mittel und Methoden anwenden!

Fachspezialisten beiziehen!

Improvisierte Mittel und Methoden

- Temporärer Einsatz von einfachen, behelfsmässigen Mitteln und Methoden im Katastrophenfall, wenn aufgrund der Zeit oder fehlender Ressourcen nicht auf geplante Mittel/Methoden zurückgegriffen werden kann.
- Improvisierte Mittel und Methoden sind meist bei zeitkritischen Einsätzen erforderlich, um Menschenleben retten oder überlebenswichtige Infrastrukturen sichern zu können.
- Viele dieser improvisierten Mittel und Methoden basieren auf Erfahrungen und Entwicklungen der verschiedenen Einsatzorganisationen (Feuerwehr, Armee, Alpine Rettung, Zivilschutz usw.). Sie haben sich teilweise zu «unverbindlichen Standards für den Einsatz» etabliert. Für die Sicherheit und Tauglichkeit ist aber immer der/die Anwender/in verantwortlich.

Einsatzbereitschaft

Planung und Konzepte

Integrales Risikomanagement

Das sogenannte integrale Risikomanagement (IRM) ist eines der zentralen Elemente vieler risiko-orientierter Planungshilfen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und anderer Behörden sowie auch der Kantone. Als solche Planungshilfen gelten beispielsweise der Leitfaden «KATAPLAN», das dazugehörige Hilfsmittel «KATAPLAN-Risk» oder die «Nationale Gefährdungsanalyse von Katastrophen und Notlagen Schweiz». Mit dem IRM

soll im Bevölkerungsschutz ein optimales und vergleichbares Niveau der Vorbeugung in unserem Land erreicht werden, dies auch im interkantonalen Verbund und unter Berücksichtigung von Vorgaben und Leistungen des Bundes (Integrales Risikomanagement. Bedeutung für den Schutz der Bevölkerung und ihrer Lebensgrundlagen. Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS). Bern, 2014).

Der Fachbereich Pionier ist in praktisch allen Phasen dieses Modells involviert respektive im Einsatz oder kann dazu aufgeboten werden.

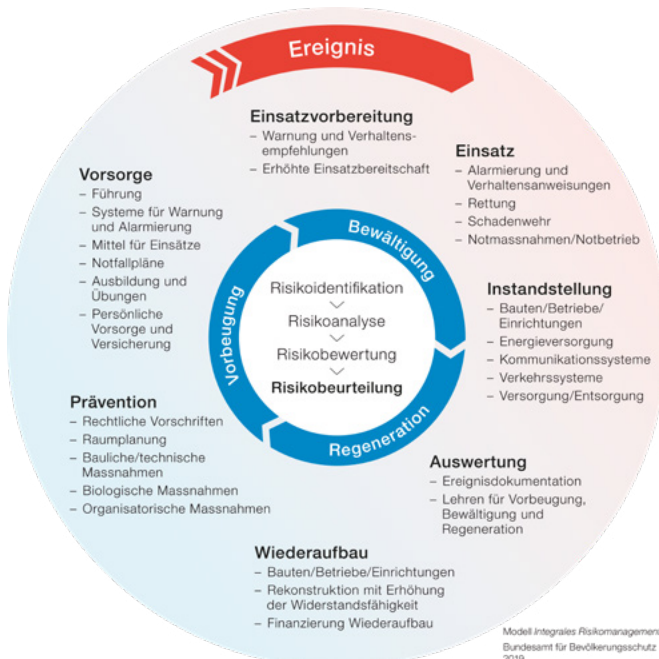


Abb. 3: Modell Integrales Risikomanagement Bevölkerungsschutz Schweiz (BABS)

Nachfolgende Tabelle soll einen Überblick über eine Auswahl an möglichen Tätigkeiten im Fachbereich Pionier und deren Zuord-

nungen bezüglich des IRM-Kreislaufes geben, sie erhebt dabei jedoch keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit.

Phase	Tätigkeiten
Einsatz	– Einfache, technische Massnahmen zur Verhinderung von (Folge-)Schäden ausführen, wie temporäre Hochwasserschutzsysteme aufbauen, Gebäude oder Bauteile sichern, Sicherungsmassnahmen im Gelände vornehmen – Temporäre Infrastrukturen wie Zelte, Schadenplatzbeleuchtung, einfache Zugänge oder Stautellen erstellen, Materialtransporte durchführen, eine einfache Versorgung mit Strom und Wasser sicherstellen – Sicherungs- und Instandstellungsmassnahmen ausführen, wie Verkehrsflächen, Durchlässe oder Gerinne freilegen, Gebäude räumen, einfache Schutzwerke erstellen – Rettungen aus Trümmerlagen – Punktuell die Notstromversorgung unterstützen – Sicherheitskonzept umsetzen – Führen (Entschlussfassung, Auftragserteilung, Kontrolle)
Instandstellung	– Sicherungs- und Instandstellungsmassnahmen ausführen, wie Verkehrsflächen, Durchlässe oder Gerinne freilegen, Gebäude räumen, einfache Schutzwerke erstellen – Führen (Entschlussfassung, Auftragserteilung, Kontrolle)
Auswertung	– Einsatz analysieren, Erkenntnisse einfließen lassen, Verbesserungen einbringen
Wiederaufbau	– Sicherungs- und Instandstellungsmassnahmen ausführen, wie Verkehrsflächen, Durchlässe oder Gerinne freilegen, Gebäude räumen, einfache Schutzwerke erstellen – Sicherheitskonzept umsetzen – Führen (Entschlussfassung, Auftragserteilung, Kontrolle)
Prävention	– Sicherungsmassnahmen wie einfache Schutzwerke erstellen – Sicherheitskonzept umsetzen – Führen (Entschlussfassung, Auftragserteilung, Kontrolle)
Vorsorge	– Einsatzplanungen – Interventionsplanungen – Übungen anlegen und durchführen – Sicherheitskonzept erarbeiten
Vorbereitung	– Planung – Einsatzbereitschaft nach PALF (Personal, Ausbildung, Logistik, Führung)

Tab. 2: Pioniertätigkeiten in Bezug auf das integrale Risikomanagement

Leistungsbedarf und Leistungsauftrag

Die vorgesetzte politische Behörde sowie der Kanton erteilt der entsprechenden Zivilschutzorganisation Leistungsaufträge. Diese werden jeweils mit dem gemeinde- oder regionsorientierten Leistungsbedarf im Ereignisfall ergänzt. Sie bestimmen, welche Produkte in welcher Qualität und Quantität in welcher Zeit und für welche Dauer (PQQZD) sichergestellt werden müssen. Die zu erbringenden Leistungen müssen konkret formuliert und messbar bzw. quantifiziert sein. Die definierten Leistungen werden mit dem Zivilschutz und den anderen involvierten Organisationen vereinbart und in Form von Leistungsaufträgen festgehalten. Leistungen, welche von niemandem innerhalb des Zuständigkeitsbereichs erbracht werden können, können überregional abgedeckt werden (Handbuch Führung im Zivilschutz. Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS). Schwarzenburg, 2020).

Die vollumfänglichen Ausführungen und Zusammenhänge bezüglich Leistungsplanung, Leistungsbedarf und Leistungsauftrag in Korrelation zum Einsatz im Zivilschutz können im Handbuch Führung im Zivilschutz, Ausgabe 2020, im Kapitel «Vorgehensweise bei der Leistungsplanung für den Einsatz» nachgeschlagen werden. Dort zeigt sich detailliert der Zusammenhang

zwischen den einzelnen Werkzeugen wie dem integralen Risikomanagement, dem Leitfaden Kataplan, Gefahrenkatastern und weiteren Dokumenten.

Gemäss der Verordnung des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die Sicherheitsvorschriften im Zivilschutz muss bei Schutzdienstleistungen mit besonderen Gefahren für Mensch, Tier, Umwelt oder Sachwerte ein Sicherheitskonzept erstellt und umgesetzt werden. Unter besonderen Gefahren versteht man solche, welche ein hohes Risiko darstellen oder beinhalten. Zudem sind diese Gefahren oftmals nicht mit den Sinnesorganen wahrnehmbar. Sollte die Gefahr nicht auf den ersten Blick und offensichtlich erkennbar sein, ist die exakte Erarbeitung eines Sicherheitskonzepts besonders wichtig. Weitere Aktivitäten mit besonderen Gefahren sind beispielsweise das Arbeiten mit der Motorsäge und mit persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz, Forstarbeiten oder Arbeiten in Trümmerlagen.

Mit einem Sicherheitskonzept können wir bei Einsätzen die vorhandenen, auftretenden und zusätzlich durch unsere Tätigkeiten entstehenden Gefahren und Risiken erkennen, analysieren, geeignet minimieren und im besten Fall neutralisieren. Dies erreichen wir durch die Festlegung und Umsetzung geeigneter Massnahmen.

Selbstverständlich müssen die angeordneten Massnahmen auch überprüft werden bezüglich Einhaltung und Wirksamkeit. Wir möchten hier einen möglichen und einfachen Aufbau für ein Sicherheitskonzept aufzeigen, welcher im Zivilschutzalltag eingesetzt und verinnerlicht werden kann.

Beschaffenheit, Umfang und Medien des Sicherheitskonzepts müssen situativ festgelegt werden. Eine schriftliche Dokumentation ist insbesondere bei kurzen unter Zeitdruck stehenden Einsätzen nicht zwingend erforderlich.



Abb. 4: Auswahl möglicher Gefahren im Einsatz (FKS)

Erarbeitung eines Sicherheitskonzepts

Abschnitt	Inhalt
1. Gefahrenermittlung	Gefahren für jeden Einsatz- bzw. jeden Arbeitsschritt ermitteln. Dabei zwingend Unterscheidungen treffen zwischen: – Basisgefährdungen (treten immer wieder auf und Massnahmen sind bekannt, wie etwa Arbeiten mit Geräten, scharfe Kanten, hoher Arbeitsdruck, Hydraulik usw.) – Spezielle Gefährdungen (situationsbedingt wie Absturzgefahr, schnell ansteigender Gewässerpegel, Gewässertiefe, Fließgeschwindigkeit von Gewässern, plötzliche Rutschung, radioaktive Strahlung usw.)
2. Risikobeurteilung und Risikobewertung	Folgende Fragen müssen gestellt werden: – Was könnte passieren (worst-case-Betrachtung)? – Was darf nicht/niemals passieren? – Besonders wichtig für die speziellen Gefährdungen
3. Massnahmenplanung und Massnahmenrealisierung	– Risiken eliminieren oder reduzieren nach dem STOP-Prinzip gemäss Suva – Bei den Basisgefährdungen anerkannte Regeln anwenden
4. Notfallorganisation	Abdecken der verbleibenden und akzeptierten Restrisiken und allfällige Schäden in Grenzen halten: – Kommunikation – Alarmierung und Rettung – Erste Hilfe – Benachrichtigung Vorgesetzte und Angehörige

Tab. 3: Aufbau und Inhalte Sicherheitskonzept

Das STOP-Prinzip (Suva)

Bedeutung	Inhalt
Substitution (Ersatzmassnahme) 	- Gefahrenquellen entweder ganz beseitigen oder soweit entschärfen, dass keine Gefährdungen mehr vorhanden sind - Ersatz gefährlicher Arbeitsverfahren, Stoffe und Einrichtungen durch ungefährliche oder weniger gefährliche - Auftrag ablehnen und durch eine spezialisierte Firma ausführen lassen Beispiele: - Ersetzen von gesundheitsgefährdenden Stoffen durch harmlosere Stoffe - statt Niederspannung (230 V) Schutzkleinspannung (24 V) verwenden
Technische Massnahmen 	- Gefährdungen einsperren oder mindern durch den Einsatz von Schutzeinrichtungen oder Schutzvorrichtungen Beispiele: - Einsatz von Geländern, Auffangnetzen, Kapselungen (Containment) - Erfassen von Emissionen (z. B. Quellenabsaugung, evtl. optimierte Luftführung und verstärkte Raumlüftung), - Schleusen, Sicherheitsschleusen bei Gefahrenbereichen einführen - bei maschinellen Anlagen Schutzgitter oder Schutzgehäuse einsetzen
Organisatorische Massnahmen 	- Räumliche und/oder zeitliche Trennung einer Gefahrenquelle vom Menschen Beispiele: - Trennung von Fusswegen und Gabelstapler-Fahrwegen - Beschränkung der Anzahl der Personen in einem bestimmten Arbeitsbereich - Beschränkung der Arbeitszeit bei Arbeiten mit hoher Lärm- oder Gefahrstoffbelastung - Gabelstaplerfahrer-Ausbildung - Verhaltensregeln (in Form von Betriebsanweisungen)
Persönliche Schutzmassnahmen 	- Individueller Schutz des Menschen durch richtiges Verhalten - Einsatz von persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) - Nachrangig gegenüber den vorherigen Massnahmen. Beispiele: - Ausrüstung zum Schutz vor direkter Exposition (beim Umfüllen gesundheitsgefährdender Stoffe in einem offenen System) oder vor eventueller Exposition (Chemikalienspritzer, herabfallender Gegenstand) - Einsatz von Schutzbrille, Schutzhelm oder Sicherheitsschuhen

Tab. 4: Erklärung STOP-Prinzip (Suva)

Sicherheitsvorschriften

Bei Einsätzen im Zivilschutz, besonders im Fachbereich Pionier, treffen die Schutzdienstpflichtigen oftmals auf nicht alltägliche Situationen und Arbeitseinsätze. Um solche Herausforderungen erfolgreich meistern, trainieren und üben zu können, braucht es einsatzorientierte Sicherheitsvorschriften, die einen grösseren Handlungsspielraum zulassen als die ordentliche Gesetzgebung für den Schutz von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern. Aus diesem Grunde sind die Suva-Sicherheitsrichtlinien im Zivilschutz nicht verbindlich. Die neu erarbeiteten Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die Sicherheitsvorschriften im Zivilschutz WSZS (Arbeitsfassung vom 1.3.2020) regelt die Sicherheit im Zivilschutz. Die Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die Verhütung gesundheitlicher Schädigungen im Zivilschutz vom 20. Mai 2009 werden aufgehoben, sind inhaltlich jedoch zu einem gewissen Teil in die neue Fassung übernommen worden. Die Verordnung lehnt sich zudem so weit wie möglich an die Gesetzgebung im Bereich Arbeitssicherheit auf Stufe Bund an.

Bei Einsätzen und Arbeiten sind die Sicherheitsvorschriften zwingend einzuhalten, sie gelten bei allen Zivilschutzausbildungen, sogenannten Einsätzen zu Gunsten der Gemeinschaft (EZG), Einsätzen bei

Grossereignissen, in Katastrophen und Notlagen sowie bei Schutzdienstleistungen im Falle von bewaffneten Konflikten. Es gibt jedoch Szenarien, bei welchen konkret in Not- und Ausnahmesituationen nach einer eingehenden Risiko- beurteilung von den Sicherheitsvorschriften abgewichen werden darf. Dabei müssen allfällige Auswirkungen auf Mensch, Tier, Umwelt und Sachwerte abgewogen und in die Beurteilungen mit einkalkuliert werden.

Die Kantone ihrerseits sind zudem befugt, für eigens beschaffte Geräte, persönliche Schutzausrüstung der Schutzdienstpflichtigen sowie Einsatzmaterial ergänzende oder verschärfende Sicherheitsvorschriften erlassen. Stets zu bedenken gilt es, dass die Vorgesetzten und das Instruktionspersonal verpflichtet sind, alle ihnen möglichen Massnahmen zur Verhütung von Unfällen und Krankheiten zu treffen. Dabei ausschlaggebend ist der Ermessensspielraum, das heisst, die Massnahmen werden diesbezüglich definiert, als dass sie nach der Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den gegebenen Verhältnissen angemessen sind (Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die Sicherheitsvorschriften im Zivilschutz. Schwarzenburg, Bern, 2020).

Auszug aus den «Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die Sicherheitsvorschriften im Zivilschutz» WSZS (Arbeitsfassung vom 01.03.2020).

1. Kapitel: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Geltungsbereich

¹ Die Sicherheitsvorschriften gelten bei Zivilschutzausbildungen, Einsätzen zu Gunsten der Gemeinschaft, Einsätzen bei Grossereignissen, in Katastrophen und Notlagen sowie bei Schutzdienstleistungen im Falle von bewaffneten Konflikten.

² In Not- und Ausnahmesituationen kann aufgrund einer Risikobeurteilung und unter Abwägung aller Auswirkungen auf Mensch, Tier, Umwelt und Sachwerte von den Sicherheitsvorschriften abgewichen werden.

³ Die Kantone dürfen für selber beschaffte und finanzierte Geräte und persönliche Schutzausrüstung der Schutzdienstpflichtigen sowie für selber beschafftes und finanziertes Einsatzmaterial zusätzliche Sicherheitsvorschriften erlassen.

Art. 2 Verantwortlichkeiten

¹ Die Schutzdienstpflichtigen, das Instruktionspersonal und weitere im Zivilschutz eingesetzte Personen müssen die Sicherheitsvorschriften einhalten.

² Sie müssen eine Tätigkeit sofort einstellen, wenn Mensch, Tier, Umwelt oder Sachwerte gefährdet sind.

³ Die Vorgesetzten und das Instruktionspersonal sind verpflichtet, alle Massnahmen zur Verhütung von Unfällen und Krankheiten zu treffen, die erfahrungsgemäss notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den gegebenen Verhältnissen angemessen sind.

Art. 3 Schutzdienstleistungen mit besonderen Gefahren

¹ Die Vorgesetzten und das Instruktionspersonal müssen bei Schutzdienstleistungen, die mit besonderen Gefahren für Mensch, Tier, Umwelt oder Sachwerte verbunden sind, ein Sicherheitskonzept erstellen und umsetzen.

² Das Sicherheitskonzept umfasst:

- a. die Durchführung einer Gefahren- und Risikoanalyse;
- b. die Festlegung und Umsetzung geeigneter Massnahmen einschliesslich der Notorganisation;
- c. die Überwachung der Einhaltung und Wirksamkeit der angeordneten Massnahmen.

³ Schutzdienstleistungen, die mit besonderen Gefahren für Menschen verbunden sind, dürfen nur von Schutzdienstpflichtigen ausgeführt werden, die über die erforderliche Ausbildung oder die entsprechende Kompetenz verfügen. Schutzdienstpflichtige müssen bei ihrer Arbeit überwacht werden.

⁴ Alleinarbeit ist bei Schutzdienstleistungen, die mit besonderen Gefahren verbunden sind, verboten.

2. Abschn.: Persönliche Schutzausrüstung

Art. 10 Allgemeines

¹ Die persönliche Ausrüstung muss:

- a. für den Verwendungszweck geeignet sein;
- b. den Träger wirkungsvoll vor den zu erwartenden Risiken schützen.

² Die Sicherheits- und Bedienungsanweisungen der Hersteller müssen eingehalten werden.

Art.11 Schuhwerk

Das Schuhwerk muss für alle Schutzdienstleistenden mindestens folgende Eigenschaften erfüllen:

- a. hohes, festes, über den Knöchel reichendes Schuhoberteil;
- b. profilierte, rutschsichere Laufsohle;
- c. geschlossener Fersenbereich;
- d. wasserfest;
- e. antistatisch und kraftstoffbeständig.

Art.12 Warnbekleidung

Es muss mindestens ein zertifiziertes, den Torso bedeckendes Warnkleidungsstück der Klasse 2 EN ISO 20471 getragen werden:

- a. bei Arbeiten im Bereich öffentlicher Strassen;
- b. bei schlechten Sichtverhältnissen;
- c. im Wirkungsbereich von Maschinen.

3. Abschn.: Geräte und Material

Art.13 Allgemeines

¹ Die zu verwendenden Geräte müssen:

- a. für den Verwendungszweck geeignet sein;
- b. nach den anerkannten Regeln der Technik eingesetzt werden.

² Die Sicherheits- und Bedienungsvorschriften der Hersteller müssen eingehalten werden.

³ Das zu verwendende Material muss für den Verwendungszweck geeignet sein und den grundlegenden Sicherheitsanforderungen entsprechen.

⁴ Sicherheitseinrichtungen dürfen weder entfernt noch geändert werden.

Art.14 Elektrische Geräte

Beim Anschluss von elektrischen Geräten an die öffentliche Stromversorgung ist an der Steckdose ein FI-Sicherheitsschalter zwischenzuschalten.

Erläuterungen:

Art.3 Schutzdienstleistungen mit besonderen Gefahren

Abs.1

Besondere Gefahren sind Gefahren, die ein hohes Risiko beinhalten. Das systematische Erstellen eines Sicherheitskonzepts ist besonders wichtig, wenn die Gefahren nicht offensichtlich erkennbar sind. Beispiele sind mit den menschlichen Sinnesorganen nicht wahrnehmbare Gefahren wie erhöhte Radioaktivität, chemische oder biologische Gefahrenstoffe und von aussen überraschend einwirkende Gefahren wie Hochwasser, Murgänge, Lawinen oder Steinschlag.

Weitere Schutzdienstleistungen mit besonderen Gefahren sind beispielsweise das Arbeiten mit der Motorsäge und mit persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz, Forstarbeiten oder Arbeiten in Trümmerlagen.

Abs.2

Art und Umfang des Sicherheitskonzepts müssen situativ festgelegt werden. Eine schriftliche Dokumentation ist insbesondere bei kurzen, unter Zeitdruck stehenden Einsätzen nicht zwingend erforderlich.

Abs. 3

Die Überwachung der Schutzdienstpflichtigen stellt sicher, dass bei einem Notfall sofort die Rettungsdienste alarmiert werden und erste Hilfe geleistet werden kann. Für die Überwachung der Schutzdienstleistenden sind grundsätzlich die Vorgesetzten und das Instruktionspersonal verantwortlich. Überwachungsaufgaben können auch delegiert werden. So können sich die Schutzdienstleistenden zum Beispiel bei der Ausführung ihrer Arbeiten gegenseitig überwachen.

Art. 11 Schuhwerk

Die Kampfstiefel der Armee erfüllen diese Eigenschaften und sind für alle Tätigkeiten im Zivilschutz zugelassen. Bei besonders gefährlichen Arbeiten entscheiden die Kantone selbstständig über eine Erhöhung der Anforderungen an das Schuhwerk.

Art. 12 Warnbekleidung

Bst. c

Unter Aufenthalt im Wirkungsreich von Maschinen wird beispielsweise der Aufenthalt in der Arbeits- bzw. Schwenkzone von Baggern, Kranen, Forstschleppern oder Lastwagen/Dumpfern verstanden.

Art. 13 Allgemeines

Abs. 2

Für die vom Bund ausgelieferten Geräte und das ausgelieferte Material (standardisiertes Material) gelten die vom Bund herausgegebenen Sicherheits- und Bedienungsvorschriften.

Bei ortsveränderlichen, steckbaren elektrischen Betriebsmitteln und mobilen Stromerzeugern wird empfohlen, einmal jährlich eine Sicherheitsprüfung durch eine sachkundige Person nach der Norm VDE 701/702 durchführen zu lassen. Dies auch, wenn diese Prüfung vom Hersteller nicht vorgeschrieben ist.

Einsatzprozess

Die detaillierten Zusammenhänge zwischen dem Oberbegriff Führung und Einsatzprozessen auf Stufe Bataillon oder Kompanie können dem Handbuch Führung im Zivilschutz entnommen werden und sind hier nicht explizit ausgeführt. Für die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten und Facharbeiten im Bereich Pionier gibt es darauf zugeschnittene Prozesse. Wir zeigen ein Beispiel aus dem Bereich Hochwasserschutz auf. Einsatzprozesse für andere Szenarien sind diesem sehr ähnlich und in der Grundstruktur immer gleich.

Einsatzgrundsätze

Als Hilfsmittel für die Planung und Durchführung stellen Einsatzgrundsätze einen zentralen Aspekt für die erfolgreiche Bewältigung von Ereignissen dar. Sie bieten zudem wichtige Merkmale und Hilfestellung für die Umsetzung des

Führungsrhythmus und stellen allgemeine Grundsätze für die Einsatzführung dar. Einsatzgrundsätze bestimmen das erfolgreiche Wirken der ganzen Fachtruppe sowie auch von Führungstätigkeiten. An dieser Stelle möchten wir auf die Handkarte Führung des Zivilschutzes verweisen, in welcher folgende Grundsätze festgehalten sind. Daraus kann man folgende Grundregeln für den Einsatz ableiten, welche zugleich auch wichtige Sicherheitsfaktoren im Einsatz darstellen:

- Es gibt (oder es wird jemand bestimmt) eine/n Chef/in, welche/r die Führung übernimmt
- Der Grundauftrag während des ganzen Einsatzes lautet «Sichern», das heisst, Gefahren für die Einsatzkräfte sowie andere Beteiligte erkennen und eliminieren
- Eine (im besten Fall gemeinsame) Lösung wird verfolgt, mehrere Lösungen parallel zu bearbeiten oder im Kopf zu haben, führt nicht zum gewünschten Erfolg
- Wenn das Risiko zu hoch wird oder die Lösung nicht zum Erfolg führt, müssen die Arbeiten eingestellt und der Arbeitsplatz soweit wie möglich gesichert werden. Danach wird das weitere Vorgehen neu festgelegt
- Erkennen von Gefahren setzt viel Fachwissen voraus, darum müssen frühzeitig Spezialisten beigezogen werden
- Profis sind nicht immer die idealen Vorbilder, da sie oftmals unter

Im Einsatz wird wie folgt vorgegangen:

Sichern		Gefahr erkennen, eigene Sicherheit und Sicherheit Dritter gewährleisten.
Stabilisieren		Folgeschäden vermeiden und Arbeitsbereich absichern.
Bewältigen		Auftrag erfüllen und Prioritäten berücksichtigen.

Abb. 5: Grundsätze zum Vorgehen im Einsatz des Zivilschutzes (FKS)

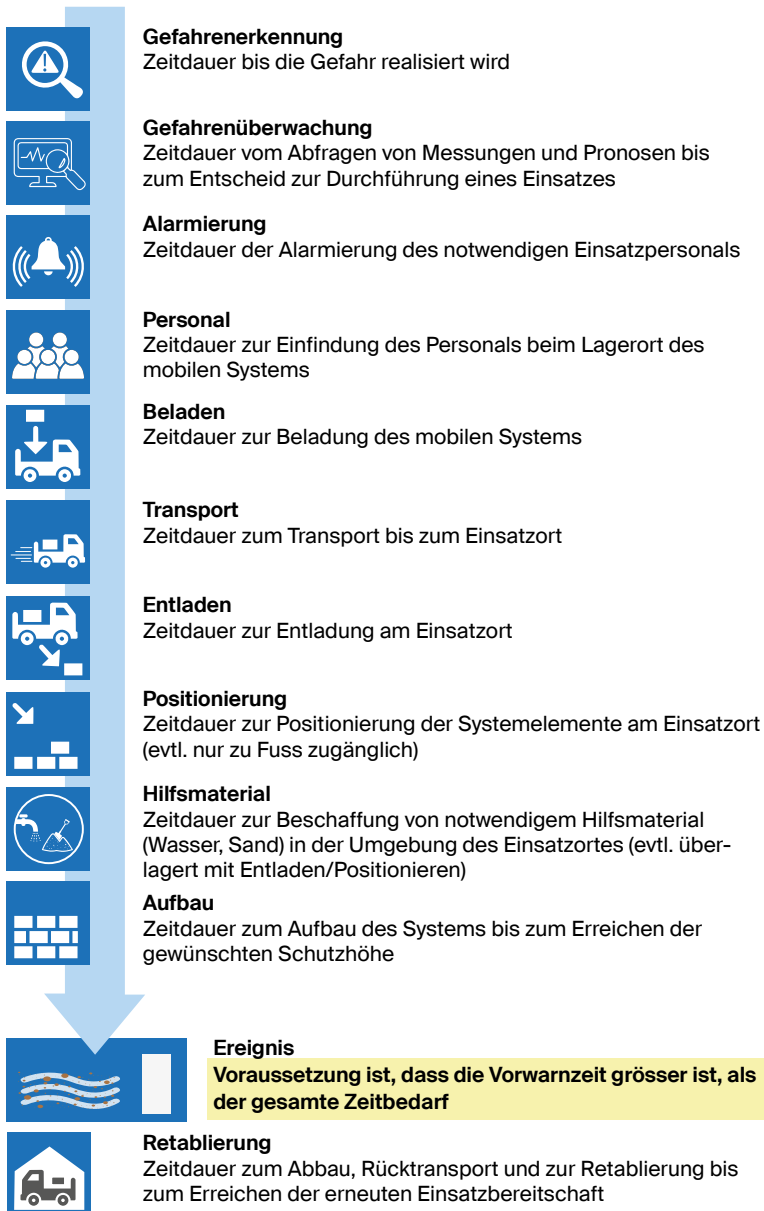


Abb. 6: Beispiel für einen Einsatzprozess, Hochwasserschutz (VKF)

grossem Zeitdruck und mit sehr viel Routine arbeiten (Routine kann zu Nachlässigkeit oder Unterschätzung von Gefahren führen)

- Arbeiten und Tätigkeiten mit besonderen Gefahren für Personen dürfen nur von Schutzdienstpflichtigen ausgeführt werden, die eine entsprechende Ausbildung erfolgreich abgeschlossen haben, über das notwendige Fachwissen verfügen und die entsprechende Kompetenz nachweisen können
- Schutzdienstpflichtige müssen bei ihrer Arbeit überwacht werden
- Bei allen Tätigkeiten und Vorgängen mit besonderen Gefahren ist es verboten, alleine zu arbeiten (Erläuterungen dazu im Abschnitt Sicherheitsvorschriften)

Fachausbildung

In der Ausbildung der AdZS geht es um:

- Wissen
- Fertigkeiten
- Fähigkeiten
- Einstellungen / Haltungen
- Verhalten

Diese Komponenten sollten auch im Wiederholungskurs geschult und thematisiert werden.

Mögliche WK-Themen:

- Hochwasserschutz und Wasserwehr: Sandsäcke abfüllen, Sand-

sackdamm aufbauen, Palettenwehr erstellen, Wasserwehr oder Wasserabweisung mit Schaltafeln, Einsatz von Big-Bags in der Wasserwehr, Wasserbezugsbecken aufbauen, Transport von Wasser sicherstellen inklusive Pumpen aus Flüssen oder anderen Gewässern

- Forsteinsätze: Aufräumarbeiten, Trennschnitte, vollständige Retablierung der Benzinkettensäge
- Heben und Verschieben von Lasten
- Trümmerrettung in Form und auf Stufe eines INSARAG Light Teams
- Absturzsicherung (Knoten, Verankerungen, PSaG, Sicherungskette, Systematik Rückhalten und Auffangen, Materialkontrolle)
- Beleuchtung und Ausleuchtung von Schadenplätzen und Arbeitsorten inklusive Stromversorgung
- Notstromversorgung
- Refresher-Geräte und Aggregate
- Materialtransport, Umgang mit Fahrzeugen und Spezialgeräten
- Übungen auf Stufe Gruppe und Zug im Fachbereich Pionier
- Übungen im Verbund mit Partnern im Bevölkerungsschutz
- Bauprojekte wie Hangverbauung oder Holzkastenbau
- Erstellung von Hilfskonstruktionen
- Vermessung von Geländeprofilen
- Arbeiten in unwegsamem und schwierigem Gelände
- Überprüfung, Retablierung und Instandsetzung von Einsatzmaterial
- usw.

Einsatzablauf

Bereitstellung

Die Bereitstellung der Pionier-Formationen umfasst grundsätzlich zwei Begriffe.

Zum einen wird die sogenannte Einsatzbereitschaft, basierend auf vier Säulen, benötigt. Dabei folgen wir dem bekannten PALF Prinzip (Personal, Ausbildung, Logistik und Verhalten), welches die vier Bereiche benennt, an welchen die Einsatzbereitschaft gemessen werden kann. Die detaillierten Ausführungen und Inhalte zu PALF können dem Handbuch Führung im Zivilschutz entnommen werden. Die Einsatzbereitschaft muss immer und speziell nach jedem Einsatz neu überprüft und wiederhergestellt werden. Da der Zivilschutz die Partnerorganisationen mit sehr unterschiedlichen Leistungen unterstützen muss, ist in der Bereitstellungsphase je nach Auftrag eine einsatzorientierte Ausbildung zu planen und durchzuführen.

Zum anderen betrachten wir die Marschbereitschaft. Darunter verstehen wir das Bereitsein der bezeichneten Organisation, um – sofern notwendig – mit der Formation sofort in den Einsatz fahren zu können. Man spricht von einem Wechsel von einem statischen Zustand hin zu einer dynamischen Aktion. Die Marschbereitschaft wird bei verschiedenen Gelegenheiten erstellt, so sicher für die Abfahrt und Verschiebung zu einem Einsatzort

oder Einsatzraum, aber ebenfalls für die Verschiebung nach dem Einsatz zurück in die Bereitstellungsanlage oder auch für die Anfahrt zu einem neuen Ereignis.

Einsatz

Die Konzepte für die jeweiligen Einsätze, betrachtet unter den fachtechnischen Aspekten, wie zum Beispiel Einsatz bei Hochwasser oder im Forst, sind in den jeweiligen Teilen des Handbuches Pionier beschrieben.

Die erhaltenen Aufträge müssen umgesetzt werden. Je nach Einsatzobjekt und Einsatzart müssen spezifische Einsatztaktiken beachtet werden. Es empfiehlt sich, vorgängig dezidiert für gewisse Einsätze eine Planung angelegt zu haben, um Zeit zu sparen und effektiv arbeiten zu können.

Einsatzbereitschaft

Grund-
bereitschaft



Einsatz-
bereitschaft

Planungen für den Einsatz

Personal



Ausbildung



Logistik



Führung



Einsatz- /
Interventionsplanungen

Marsch-
bereitschaft



Material auftragsbezogen verladen
Formation ausgerüstet und aufgesessen
Anhängen an Zugfahrzeug angehängt



Erstellen und Erhalten der Einsatzbereitschaft

Personal



Auftragsbezogen
genügende und
einsatzfähige
AdZS

Spezialisten
vorhanden

Ausbildung



Leistungs-
aufträge geplant
und eingeübt

Taktischer und
technischer
Ausbildungs-
stand erreicht

Logistik



Material vollständig
und einsatzbereit

Verbrauchs- und
Fremdmaterial
beschafft

Pers. Ausrüstung
komplett

Transport
sichergestellt

Infrastruktur
einsatzbereit

Führung



Führung durch
genügend ge-
schultem Kader
sichergestellt

Abb. 7: Einsatz- und Marschbereitschaft (BABS)

Einsatzende

Der Fokus liegt auf dem Wiederherstellen der Einsatzbereitschaft und auf dem Ziehen einer Bilanz sowie von Lehren aus dem Einsatz. Wir folgen dem Grundgedanken «nach dem Einsatz ist vor dem Einsatz». Mit den unten aufgeführten, nach jedem Einsatz auszuführenden Tätigkeiten wird der Grundgedanke zielgerichtet umgesetzt, um eine jederzeitige oder nachfolgende Einsatzfähigkeit der Einheit sicherstellen zu können:

- Fachgerechtes Rückführen der Geräte
- Säubern der Geräte und Fahrzeuge
- Prüfen der Funktionsfähigkeit der Geräte und Fahrzeuge
- Auffüllen der Kraftstoffe und Verbrauchsmittel
- Kennzeichnen defekter Geräte und bei Beschädigungen Einleiten der Instandsetzung
- Richtiges Einlagern der Geräte oder Beladen der Fahrzeuge und Anhänger

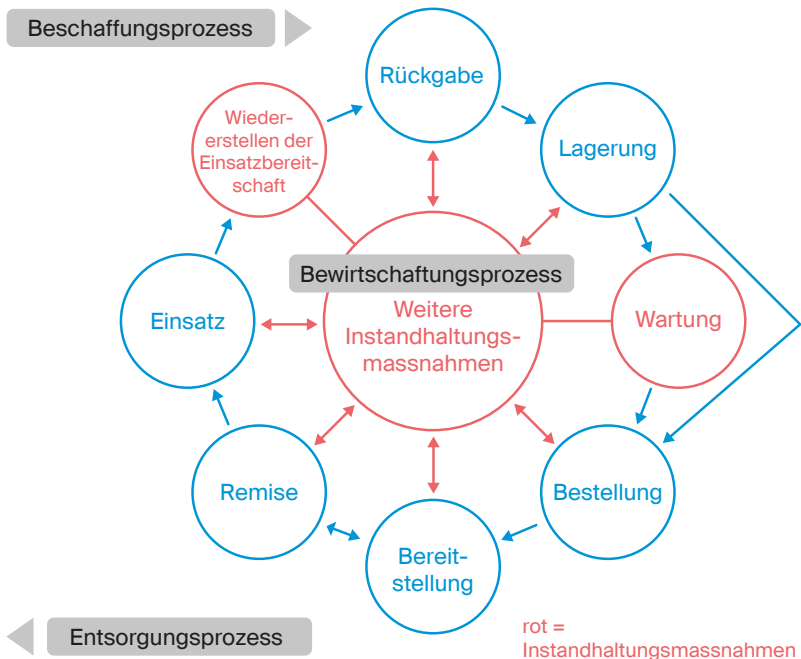


Abb. 8: Materialbewirtschaftungsprozess im Zivilschutz (BABS)

Der Materialbewirtschaftungsprozess zeigt uns klar auf, dass das Retablieren nach dem Einsatz einen wichtigen Stellenwert einnimmt, um die Ausrüstung für die geplante Zeit im Einsatz tauglich zu halten.

Alle Informationen zum Beschaffungs- und Entsorgungsprozess können im Handbuch Logistik, Teil 4 Material, nachgeschlagen werden.

Der Bewirtschaftungsprozess

- **Die Bestellung** von Material erfolgt entweder mittels einer Materialbestellung des Leistungsbezügers oder im Rahmen einer Absprache.
- **Die Bereitstellung** des Material erfolgt anhand der Materialbestellung oder gemäss der Absprache.
- **Abgabe** bedeutet die Herausgabe an Leistungsbezüger, welche das Material anhand der Materialbestellung oder gemäss Absprachen für einen Einsatz übernehmen. Die Materialverantwortlichen behalten mittels einer Ein-/Ausgangskontrolle den Überblick über das Material.

- **Einsatz** bedeutet, dass das Material sich beim Leistungsbezüger im Einsatz befindet. Die Materialgruppe kann während dem Einsatz die Leistungsbezüger betreffend die Einsatztauglichkeit des Materials unterstützen. Dies beinhaltet schwergewichtig den Nachschub, den Austausch sowie allfällige Reparaturen.
- **Wiederherstellen der Einsatzbereitschaft** erfolgt durch den Leistungsbezüger in Form des Parkdienstes, bei welchem der Funktionskontrolle eine hohe Priorität beizumessen ist. Die Materialverantwortlichen unterstützen die Leistungsbezüger bei der Planung, bei der materiellen Vorbereitung und bei der Durchführung. Verbrauchsmaterial ist umgehend wieder aufzufüllen. Bei nicht funktionstüchtigem Material, bei nassem Material oder bei spezifischen Aufgaben (z. B. Schärfen der Sägekette) leitet die materialverantwortliche Person geeignete Massnahmen ein (siehe auch weitere Instandhaltungsmassnahmen). Diesem Punkt ist besonders Rechnung zu tragen, da diese Arbeiten in der Regel ausserhalb der regulären Dienstleistung anfallen. Es ist deshalb klar zu regeln, wer welche Zuständigkeit hat. Vielerorts befindet sich hier eine Schnittstelle zwischen den Milizangehörigen und den beruflich angestellten Personen.

- **Rückgabe** eines Artikels nach einem Einsatz ins Materialmagazin. Die Vollständigkeitskontrolle des Materials ist anhand der ausgefüllten Materialbestellung oder einer Inventarliste durchzuführen. Die Materialverantwortlichen behalten mittels einer Ein-/Ausgangskontrolle den Überblick über das Material.
- **Lagerung** des Materials wird auf Basis der Leistungsaufträge und des Einsatzkonzeptes von der Zivilschutzkommandantin/dem Zivilschutzkommandanten festgelegt. Die Materialanhänger stehen an einem geeigneten Standort (z. B. in einer Bereitstellungsanlage) in erhöhtem Bereitschaftsgrad den Formationen zur Verfügung. Das Retablieren der Anhänger im Rahmen der Wiederherstellung der Einsatzbereitschaft gewinnt entsprechend an Bedeutung.
- **Wartung** hat das Ziel, eine Verlangsamung des Verschleisses zu bewirken.
Die Wartung beinhaltet:
 - Service: gemäss Instandhaltungsscheckliste oder einem entsprechenden Materialprogramm.
 - periodische Prüfungen: ausgebildete interne oder externe Fachspezialisten, die in vorgegebenen Zeitintervallen eine relevante Sicherheitsprüfung durchführen (z. B. PSAGÄ).
 - Konservieren: Der Zivilschutz kennt bei einigen Geräten das Konservieren, das bei einer länger andauernden Einlagerung Wartungsmassnahmen überflüssig macht oder zumindest hinausschiebt. Da Konservieren den Erhalt des funktionsfähigen Zustands verlängert, kann es auch als weitere Instandhaltungsmassnahme betrachtet werden.

Die Thematik Retablierung wird ebenfalls nochmals im Handbuch Logistik, Teil 4 Material, detailliert behandelt und kann dort nachgeschlagen werden.

Weitere Instandhaltungsmassnahmen

Der Bedarf an weiteren Instandhaltungsmassnahmen kann aus jedem Prozessschritt entstehen und beinhaltet:

- **Störungsbehebung**
- **Instandsetzung** (oft als Reparatur bezeichnet) wird durch beauftragte Fachbetriebe erledigt, ausser der/die Materialwart/in verfüge über die notwendige Kompetenz und der Standort sei dafür eingerichtet.
- **Verbesserungen** (oft als Revisionen bezeichnet) werden im Materialbewirtschaftungsprozess des Zivilschutzes von aussen gesteuert. Im Fokus steht Material, das ursprünglich vom Bund geliefert wurde. Möglich ist aber auch Material, das die Zivilschutzorganisation selber beschafft hat, und das der Hersteller beispielsweise im Rahmen einer Rückrufaktion verbessert.

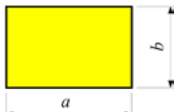
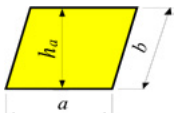
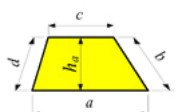
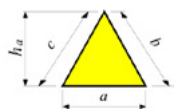
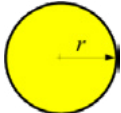
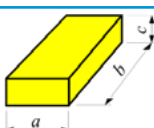
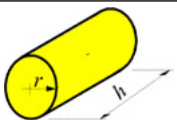
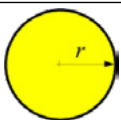
Kontrollen

Innerhalb des Materialbewirtschaftungsprozess haben Kontrollen zum Ziel, einerseits die Vollständigkeit und andererseits die Funktionstüchtigkeit in regelmässigen Abständen zu überprüfen. Folgende Kontrollen gibt es:

- **Inventur** erfolgt in der Regel zu festgelegten Zeitpunkten und dient in erster Linie der Überprüfung des Materialbestandes.
- **Periodische Materialkontrollen** werden je nach Zuständigkeit durch den Bund, den Kanton oder die Zivilschutzorganisation durchgeführt und dienen der Überprüfung der Funktionstüchtigkeit des entsprechenden Materials.
- **Inspektionen** finden vor den weiteren Instandhaltungsmassnahmen statt und können durch die Zivilschutzorganisation oder den Hersteller durchgeführt werden.

Anhang

Grundlagen Geometrie

Form	Fläche	Umfang	Bild
Rechteck	$A = a \times b$	$u = 2 \times (a + b)$	
Parallelogramm	$A = a \times h_a$	$u = 2 \times (a + b)$	
Trapez	$A = \frac{h_a \times (a + c)}{2}$	$u = a + b + c + d$	
Dreieck	$A = \frac{a \times h_a}{2}$	$u = a + b + c$	
Kreis	$A = \pi \times r^2$	$u = 2 \times \pi \times r$	
Form	Volumen	Oberfläche	Bild
Quader	$V = a \times b \times c$	$O = 2 \times (a \times b + a \times c + b \times c)$	
Zylinder	$V = \pi \times r^2 \times h$	$O = 2 \times \pi \times r \times (r + h)$	
Kugel	$V = \frac{4 \times \pi \times r^3}{3}$	$O = 4 \times \pi \times r^2$	

Tab. 5: Grundlagen Geometrie

Für vereinfachte Berechnungen sollte die Konstante π (Pi) mit 3,14 approximiert werden.

Umrechnen von Einheiten

Größen		
Kraft (Für die Fallbeschleunigung g wird der vereinfachte Wert von 10 m/s^2 angenommen)	1 N	0,1 kg
	1 daN	10 kg
	1 kN	100 kg
	10 kN	1 t
Längen	1 mm	1000 μm
	1 cm	10 mm
	1 dm	100 mm
	1 m	1000 mm
	1 km	1000 m
Flächen	1 cm^2	100 mm^2
	1 dm^2	100 cm^2
	1 m^2	100 dm^2
	1 a	100 m^2
	1 ha	100 a 10 000 m^2
	1 km^2	100 ha
Volumen	1 cm^3	1000 mm^3
	1 dm^3	1000 cm^3 1 l
	1 m^3	1000 dm^3 1000 l
Geschwindigkeit	1 m/s	3,6 km/h
Schall (Luft bei 20°C)	343 m/s	1235 km/h
Zeit	1 s	1000 ms
	1 h	3600 s
	1 d	24 h
Temperatur	0°C = 273,15 K	°C = K – 273,15
	0 K = –273,15 °C	K = °C + 273,15
	0°C = 32 °F	°C = $\frac{°\text{F} - 32}{1,8}$
	0°F = –17,78 °C	°F = (°C * 1,8) + 32
Druck	1 N/mm ²	10 ⁶ Pa 10 at 10 bar
	1 bar	10 ⁵ Pa

Tab. 6: Umrechnen von Einheiten

Materialdichten

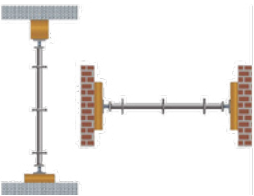
Material	Dichte in kg/m ³	Dichte in t/m ³
Aluminium	2710	2,7
Backsteinmauerwerk	1800	1,8
Baustahl	7840	7,8
Beton	2500	2,5
Edelstahl	8000	8,0
Eisen	7874	7,9
Erde nass	2100	2,1
Gips	2300	2,3
Granit	2700	2,7
Kalksandsteinmauerwerk	2000	2,0
Kiessand	2000	2,0
Kupfer	8960	9,0
Laubholz	800	0,8
Lehm	2000	2,0
Natursteinmauerwerk	2700	2,7
Nadelholz	500	0,5
Sand (trocken)	1400	1,4
Sand (nass)	2000	2,0
Schnee nass	400	0,4
Schotter	1800	1,8
Wasser	998	1,0
Zement	1450	1,5
Zementsteinmauerwerk	2200	2,2

Tab. 7: Materialdichten

Knickbelastungen

Ø oder Kantenlänge	Zulässige Belastung in Tonnen bezogen auf die Länge der Stütze oder des Elementes für Nadelholz						
	2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m
8 cm	1,2	0,8	0,55	0,44	0,3	0,25	0,2
10 cm	2,7	1,9	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5
12 cm	4,6	3,7	2,8	2,1	1,6	1,2	1,0
14 cm	7,0	6,0	4,9	3,8	2,9	2,3	1,9
16 cm	9,7	8,6	7,4	6,2	5,0	3,9	3,2
18 cm	13,0	11,7	10,4	9,0	7,0	6,3	5,1
20 cm	16,8	15,2	13,8	12,2	10,8	9,3	7,8

Vertikale oder horizontale Einzelstütze mit Einsatzgerüstsystem (EGS) oder vergleichbaren Gerüstbauelementen (Stahlrohr, Wandstärke mind. 3,2 mm)

Stiellänge	Tragfähigkeit	
2 m	15 kN	
3 m	9 kN	
4 m	5 kN	
2+1 m	8 kN	
2+2 m	5 kN	

Tab. 8: Belastungen

Kennzahlen Hochwasserschutz

Sandsack	cm	leer gefüllt	30 × 60 25 × 35 × 7	40 × 60 35 × 35 × 8
Gewicht pro Sandsack	kg		10	12
Sandsäcke pro Palette Lagen auf Palette	Stk.		90 10	81 9
Gewicht Palette	t		0,9	1
Gewichtsangaben Sand	t/m ³	trocken feucht	1,2 bis 1,6 1,8 bis 2	
Verbrauch Sandsäcke	1/m ²		12	9
Verbrauch Sandsäcke	1/m ³		155	125
Personalbedarf Sandsackkette für Dammbau je laufende 10 m			10 AdZS	
Abfüllen von Sandsäcken von Hand mit 10 AdZS inkl. Pausen			400 ^{SaSa} /h	
Verlegen von Sandsäcken mit 10 AdZS inkl. Pausen			800 ^{SaSa} /h	

Tab. 9: Kennzahlen Hochwasserschutz (THW, empirische Daten gemittelt)

Bau Sandsackdamm Dimensionen und Materialverbrauch

Sandsackdamm auf 10 m Länge

Abmessungen Sandsack	leer gefüllt	40 × 60 cm 35 × 35 × 8 cm		
Höhe	8 cm	30 cm	50 cm	100 cm
Basis (quer)	1	3	4	8
Basisbreite $b = 2h + 1 \text{ SaSa}$	35 cm	105 cm	140 cm	240 cm
Lagen	1	4	7	14
Säcke	30	250	650	1650

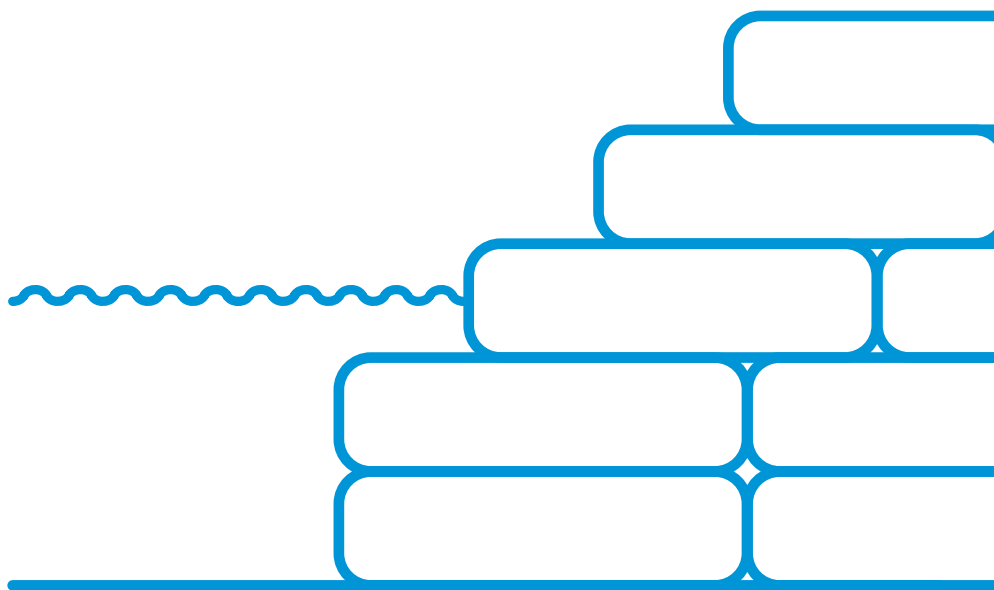
Sandsackdamm auf 10 m Länge

Abmessungen Sandsack	leer gefüllt	30 × 60 cm 25 × 35 × 7 cm		
Höhe	7 cm	30 cm	50 cm	100 cm
Basis (quer)	1	3	4	8
Basisbreite $b = 2h + 1 \text{ SaSa}$	35 cm	105 cm	140 cm	240 cm
Lagen	1	4	9	16
Säcke	42	350	1000	2800

Tab. 10: Bau Sandsackdamm Dimensionen und Materialverbrauch
 (THW, aufgerundete Daten ohne Sicherheitszuschlag)

Handbuch Pionier

Hochwasserschutz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Impressum

Herausgegeben vom

Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)

Geschäftsbereich Zivilschutz und Ausbildung

Version 2025-07

Inhaltsverzeichnis

5	Hochwasserereignisse	23	Sicherheit im Hochwassereinsatz
5	Ursachen und Ablauf von Schadenhochwasser	23	Gefahren und Risiken
6	Prozesse im und am Gerinne	25	Taktische Grundsätze
6	Übersicht	26	Sicherheits- und Notfallmassnahmen
7	Überschwemmung und Übersarung	26	Sicherheitsvorschriften VSZS
10	Verklausung	27	Checkliste: Beurteilung des Hochwasser- und Einsatzrisikos
10	Murgang	28	Weitere Sicherheits- und Notfallmassnahmen
12	Ufererosion / Uferrutschung		
13	Schwemmholz	30	Mobiler Hochwasserschutz
14	Gerinneunabhängige Prozesse	30	Stationäre Schutzsysteme
14	Übersicht	30	Mobile Schutzsysteme
14	Oberflächenabfluss / Hangwasser	30	Planmässige Systeme
15	Grundwasseranstieg	31	Notfallmässige Systeme
16	Kanalisationsrückstau	32	Einsatzprozess mobiler Hochwasserschutz
17	Übersicht Hochwassereinsatz	33	Ortsungebundene Hochwasserschutzsysteme
17	Ziel des Hochwassereinsatzes	33	Taktische Grundsätze
18	Vorwarnzeit und Interventionszeit	35	Einsatzszenarien
19	Mittel und Ausbildung	42	Systeme für den mobilen, ortsungebundenen Hochwasserschutz
20	Typische Schwachstellen in Gerinnen	42	Kommerzielle oder improvisierte Systeme
21	Übersicht über mögliche Massnahmen im Ereignisfall	43	Sandsacksysteme
		54	Tafelsysteme
		57	Bocksysteme
		61	Schlauchsysteme und geschlossene Behältersysteme
		63	13:37:56 Klappsysteme
		64	Beckensysteme
		66	Betonelementsystem
		68	Übersicht über die Systembedingungen
		69	Entscheidungshilfe für den Einsatz

70 Dammverteidigung

- 70 Notfallmässige Massnahmen an Hochwasserschutzdämmen**
- 71 System für die Klassifizierung von Schäden**
- 72 Beschreibung und Klassifizierung von Schadensszenarien**
 - 72 Durchströmung oder Unterströmung des Dammes
 - 74 Risse und Rutschungen im Damm
 - 76 Erosion des Vorlandes
 - 77 Überströmung des Dammes
- 78 Notfallmässige Massnahmen**
 - 78 Erkundungspatrouille / Dammwache
 - 78 Dammstützung auf der Landseite
 - 80 Wasserseitige Rutschungen und Risse sichern
 - 82 Dichtefolie auf der Wasserseite
 - 83 Dammerhöhung (Aufkaden)

84 Weitere Schutzmassnahmen

- 84 Notfallmässiger Uferschutz mit Raubäumen**
 - 84 Zweck und Funktion
 - 84 Grundsätze für den Einsatz
- 85 Notfallmässige Sicherungs- und Instandstellungsarbeiten**
 - 85 Sichern von Heizöltanks
 - 86 Auspumpen von Untergeschossen

88 Bibliografie

Hochwasserereignisse

Ursachen und Ablauf von Schadenhochwasser

Die häufigste Ursache für Hochwasser und Überschwemmungen sind extreme Niederschläge (z. B. Starkregen, Gewitter, Dauerregen, Niederschläge in Kombination mit Schneeschmelze).

Entscheidende Einflussfaktoren für die Stärke eines Hochwasserereignisses sind die Niederschlagsintensität, die Niederschlagsdauer, die Bodenbeschaffenheit, die Geländeform (Gefälle) und die Ausprägung (Grösse) des Einzugsgebietes. Zunehmende Flächenversiegelung, fehlende Retentionsflächen und Begradigungen von Flussläufen begünstigen starke Hochwasserereignisse.

Hochwasser und Überschwemmungen können auch ohne Niederschlag entstehen und folgende Gründe haben:

- Ausbruch von Gletscherseen und Wassertaschen
- Bruch von Verkläunungen
- Fernwellen durch Rutschungen, Felsstürze oder Lawinen in einen See (Tsunami)
- Sturm am See
- Eisgang und Packeis
- Bruch von Stau- oder Schutzdämmen
- Bruch von Wasserleitungen

langsam	mittel	schnell
< 0,5 m/s	< 1,0 m/s	> 1,0 m/s

Tab. 1: Einordnung der Fließgeschwindigkeit

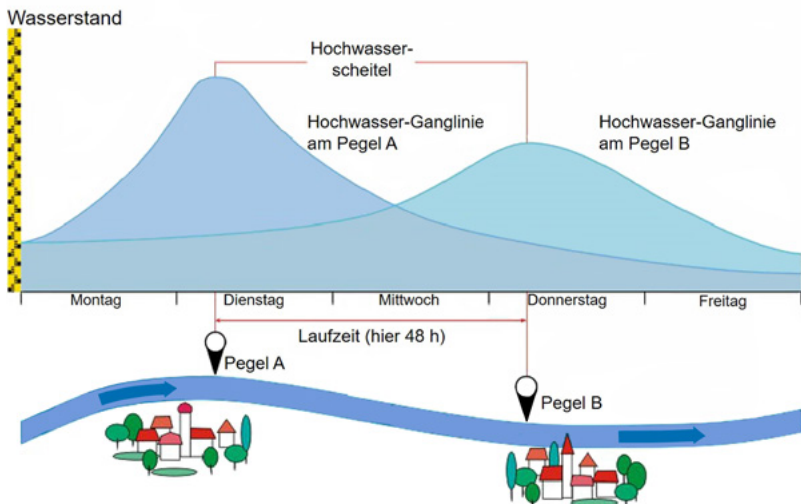


Abb. 1: Beispiel der Ganglinie an einem Fluss (LFU Bayern)

Während eines Hochwasserereignisses zeigt die Ganglinie den Wasserstand an einem bestimmten Ort (Abb. 1). Jedes Hochwasserereignis hat eine charakteristische Ganglinie. Wichtige Parameter für die Bedrohung von Personen und Schäden sind die Fließgeschwindigkeit und die Anstiegsgeschwindigkeit. Eine hohe Fließgeschwindigkeit und ein schneller Wasseranstieg treten häufig bei Wildbächen auf und können gefährlich werden. Ein solch dynamisches Ereignis birgt nicht nur grosse Gefahren – auch die Interventionsmöglichkeiten und die verfügbare Reaktionszeit der Einsatzkräfte sind meist begrenzt.

Die Fließgeschwindigkeit nimmt zu mit:

- zunehmendem Gefälle,
- zunehmender Fliesstiefe bzw. zunehmender Abflussmenge,
- abnehmender Rauigkeit des Gerinnes.

Prozesse im und am Gerinne

Übersicht

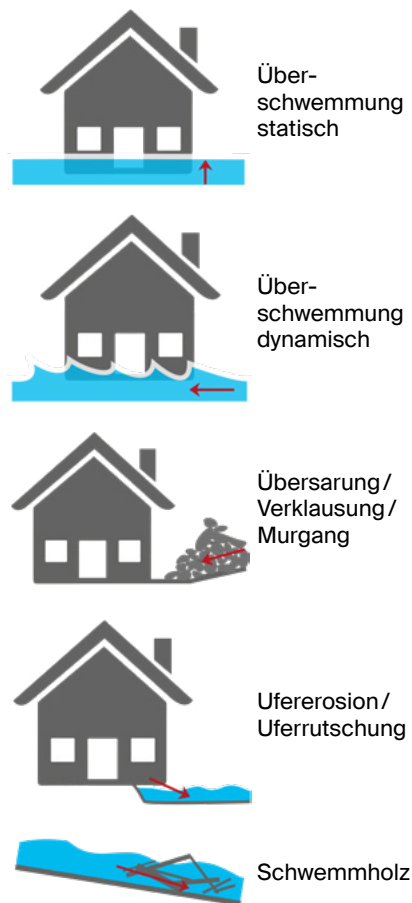


Abb.2: Prozesse im und am Gerinne
 (Bruno Gerber, Tiefbauamt Kanton Bern)

Überschwemmung und Übersarung

Überschwemmung und Übersarung bezeichnen Zustände bzw. Prozesse, bei welchen der Wasserabfluss ganz oder teilweise ausserhalb des Gerinnes stattfindet.

Überschwemmung statisch

Der Wasserspiegel steigt ohne nennenswerte Fliessbewegung an (flaches Gelände, z. B. Seehochwasser). Die Schadenwirkungen ergeben sich aus der Wassertiefe und der damit verbundenen Auflast.

Typische Schäden einer statischen Überschwemmung:

- Überflutung von Gebäuden und Verkehrsverbindungen
- Überflutung und Beschädigung bzw. Zerstörung von Dämmen oder notfallmässigen Hochwasserschutzsystemen
- Auffüllen und Verstopfen von Rohrleitungen sowie Rückstau in der Kanalisation
- Grossflächige Ablagerung von Schwebstoffen (Schlamm)
- Freisetzen von Gefahrenstoffen und Krankheitserregern
- Zerstörung oder Beschädigung von Bauwerken im Boden durch den Anstieg des Grundwasserspiegels (erhöhter Auftrieb / Wasserdruck).



Abb. 3: Statische Überschwemmung in Schattdorf UR (Faktenblatt Hochwasser und Murgänge, BAFU)

Der Grundwasserspiegel kann aber auch ohne Überschwemmung durch langanhaltende Niederschläge oder, im Nahbereich, durch hochwasserführende Gerinne steigen und entsprechende Schäden verursachen.

Überschwemmung dynamisch

Starke Strömungen (z. B. bei Wildbächen, Gebirgsflüssen oder an Engstellen) verursachen den Transport von Geschiebe und eine grosse Stosswirkung auf Hindernisse.



Abb. 4: Dynamische Überschwemmung im Lütschental BE (PLANAT)

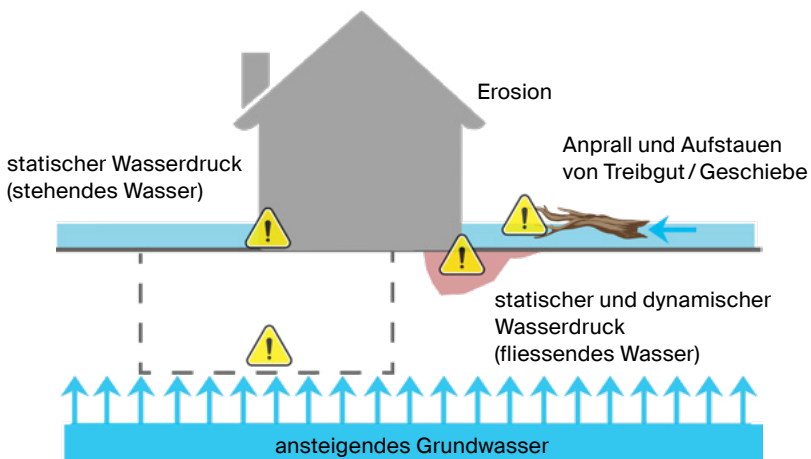


Abb. 5: Übersicht statische / dynamische Überschwemmung (Nils Hählen, Tiefbauamt Kanton Bern)

Übersarung

Die dynamische Überschwemmung besitzt eine hohe Fließgeschwindigkeit und führt grosse Mengen Geschiebe und Schwemmholtz mit, welche die Stosswirkung auf Hindernisse enorm verstärken. Bleibt das Geschiebe nach Abfluss des Wassers liegen, wird von einer Übersarung gesprochen.



Abb. 6: Übersarung in Fully VS
(Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren, BAFU)

Typische Schäden durch eine dynamische Überschwemmung oder Übersarung:

- Personenschäden, sofern sie nicht geschützt oder evakuiert werden
- Erosion der Gerinnesohle oder der Uferböschung
- Verstopfen von Engstellen im Gerinne (Brücken, Durchlässe usw.)
- Bildung von Verklausungen
- Auflandung des Gerinnes an Flachstellen
- Überflutung und Beschädigung bzw. Zerstörung von Dämmen oder mobilen Hochwasserschutzsystemen
- Beschädigung oder Zerstörung von Bauwerken und Verkehrsverbindungen
- Füllen von Gebäuden mit Geschiebe
- Grossflächige Ablagerung von Geschiebe und Schwemmholtz

Intensität	schwach	mittel	stark
Grenzwert	$h < 0,5 \text{ m}$ bzw. $v \times h < 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$	$0,5 < h < 2,0 \text{ m}$ bzw. $0,5 < v \times h < 2,0 \text{ m}^2/\text{s}$	$h > 2,0 \text{ m}$ bzw. $v \times h > 2,0 \text{ m}^2/\text{s}$
Wirkung	Füllen von Kellern, Abtreiben von Autos. Personen in Gebäuden sind nicht gefährdet.	Bersten von Fenstern und Türen. Personen im Freien und in Fahrzeugen sind gefährdet.	Erdgeschoss unter Wasser, Zerstörung von Gebäuden. Personen sind auch in Gebäuden gefährdet.

Tab. 2: Gefahrenbeurteilung Hochwasser und Übersarung (h = Fliesstiefe, v = Fließgeschwindigkeit)

Verklausung

Verklausung bezeichnet die Verstopfung eines Gerinnes (vor allem in Wildbächen) durch Holz, Geschiebe, Rutschungen oder Lawinen. Oft tritt diese an Engstellen oder Hindernissen (z. B. an Brücken, Durchlässen) auf. Daraus erfolgt eine Aufstauung im Gerinne (Ansteigen der Sohle infolge des Hindernisses). Eine Verklausung stellt eine unberechenbare potenzielle Gefahr dar. Häufig werden Verklausungen in abgelegenen und unzugänglichen Abschnitten eines Gerinnes gar nicht oder zu spät erkannt.



Abb. 7: Verklausung in einem Wildbach (PLANAT)

Eine Verklausung an sich richtet keine Schäden an. Durch die Überströmung des Hindernisses, den Ausbruch aus dem Gerinne oder, als gefährlichste Variante, den Bruch der Verklausung entstehen jedoch dynamische Prozesse wie Überschwemmungen, Übersarungen oder Murgänge mit den entsprechenden Schadensbildern.

Murgang

Ein Murgang ist ein schnellfließendes Gemisch aus Wasser und Feststoffen (Feststoffanteil 30 – 70 %). Dabei können mehrere hundert Tonnen schwere Blöcke mitgeführt werden. Die Ursache ist meist der Bruch einer Verklausung oder die Verflüssigung der Gerinnesohle. Murgänge treten meist in steilen Wildbächen auf. In flachen Gerinnestrecken hingegen kommen Murgänge zum Stillstand.

Hangmuren entstehen nicht in Gerinnen, sondern bilden sich durch eine Hangverflüssigung an steilen Hängen.

Murgänge besitzen aufgrund extremer Stosswirkung, Erosion und Geröllablagerung (Übermurgung) eine hohe Schadenwirkung.

Typische Schäden durch einen Murgang:

- Grosse Personenschäden, sofern die betroffenen Personen nicht geschützt oder evakuiert werden
- Zerstörung des Gerinnes inkl. unterdimensionierter Schutzbauwerke
- Zerstörung von Bauwerken und Verkehrsverbindungen
- Bildung von Verkläusungen mit der Gefahr eines weiteren Murgangs
- Zerstörung von mobilen Hochwasserschutzsystemen
- Grosse Ablagerung von Geschiebe, Schwemmholt und mitgerissenen Gütern



Abb. 8: Auswirkungen eines Murgangs in Bondo GR (BAFU)

Intensität	schwach	mittel	stark
Grenzwert	$h < 0,5\text{ m}$ bzw. $v \times h < 0,5\text{ m}^2/\text{s}$	$h < 1,0\text{ m}$ bzw. $v < 1,0\text{ m}^2/\text{s}$	$h > 1,0\text{ m}$ bzw. $v > 1,0\text{ m}^2/\text{s}$
Wirkung	Flüssiger Auslauf mit wenig Geschiebe (wie bei einer Überschwemmung).	Gebäude können grosse Schäden erleiden.	Plötzliche Zerstörung von Gebäuden, grosse Ablagerungen von Geschiebe, Blöcken und Holz.

Tab. 3: Gefahrenbeurteilung Murgang (h = Fliesstiefe, v = Fließgeschwindigkeit)

Ufererosion / Uferrutschung

Unter Ufererosion bzw. Uferrutschung wird das Abtragen bzw. Abrutschen von Uferböschungen aufgrund starker Strömung verstanden. Häufig betroffen sind Kurven und Engstellen.

Typische Schäden durch eine Ufererosion bzw. Uferrutschung:

- Beschädigung von Verkehrswegen und Bauwerken im Nahbereich des Gerinnes durch das Einstürzen des Baugrundes
- Brechen von Dämmen und Überfluten des Umfelds
- Aufstauung oder Verklausung im Gerinne und Gefahr einer Flutwelle, einer Ablagerung des erodierten Materials in Form von Übersarungen oder eines Murgangs



Abb. 9: Seiten- und Tiefenerosion in Rueun GR (PLANAT)

Intensität	schwach	mittel	stark
Grenzwert	$d < 0,5\text{ m}$	$0,5 < d < 2,0\text{ m}$	$d > 2,0\text{ m}$
Wirkung	Humusabtrag und Kolk-schäden an Engstellen und Prallhängen.	Beschädigung von normal fundierten oder unterkellerten Gebäuden bei Abflüssen bis $20\text{ m}^3/\text{s}$ (ohne Gerinneverlagerung).	Plötzlicher Gebäude-einsturz möglich. Personen in Gebäuden sind stark gefährdet. Gerinneverlagerung.

Tab. 4: Gefahrenbeurteilung Ufererosion / Uferrutschung
(d = mittlere Mächtigkeit der Abtragung (senkrecht zur Böschung gemessen))

Schwemmhholz

Schwemmhholz besteht aus Baumstämmen, Ästen und Wurzelstöcken, die während eines Hochwassers durch die Schleppkraft des Wassers und durch Rutschungen, Murgänge oder Ufererosion in das Gerinne gelangen. Dies kann nicht nur Wildholz, sondern auch Holz aus Sägereien oder Bauholzlagern sein. Die Schadenwirkung entsteht durch eine grosse Stosskraft und Verklauungen.



Abb.10: Schwemmhholz in der Emme LU (energisch.ch)

Typische Schäden von Schwemmhholz:

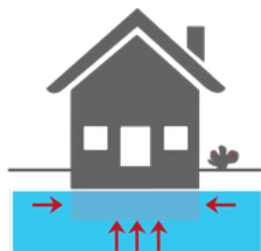
- Personenschäden, sofern die betroffenen Personen nicht geschützt oder evakuiert werden
- Beschädigung oder Zerstörung von Bauwerken und Verkehrsverbindungen
- Bildung von Verklausungen mit der Gefahr einer Flutwelle oder eines Murgangs
- Zerstörung von mobilen Hochwasserschutzsystemen
- Ablagerung im Gerinne oder im Gelände

Gerinneunabhängige Prozesse

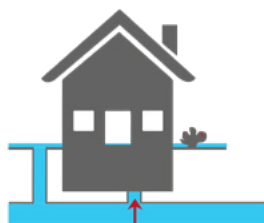
Übersicht



Oberflächenabfluss / Hangwasser



Grundwasseranstieg



Kanalisationsrückstau

Abb.11: Gerinneunabhängige Prozesse
(Bruno Gerber, Tiefbauamt Kanton Bern).

Oberflächenabfluss / Hangwasser

Ein Anteil des Regenwassers fliesst bei starken Niederschlägen direkt auf der Geländeoberfläche in Richtung eines Gerinnes oder einer Mulde. Begünstigend wirkt dabei versiegelter Untergrund (z. B. Verkehrsflächen, Plätze und verdichtete, wassergesättigte oder stark ausgetrocknete Kulturlächen).

Charakteristisch sind kurze Vorwarnzeiten, hohe Fließgeschwindigkeiten und eine geringe Wassertiefe (wenige Zentimeter). Im Gegensatz zu Gerinneprozessen ist es meist schwierig, die potenziellen Schwachstellen und Überschwemmungsräume direkt vor Ort zu lokalisieren. Eine gute Grundlage bildet die Gefährdungskarte für Oberflächenabfluss des Bundesamts für Umwelt.



Abb.12: Oberflächenabfluss (BAFU)

Typische Schäden durch Oberflächenabfluss:

- Beschädigung von Verkehrswegen
- Personen- und Sachschäden durch Überflutung in Untergossen von Gebäuden

30 bis 50 Prozent aller dynamischen Hochwasserschäden entstehen nicht durch ausufernde Fließgewässer oder Seen, sondern durch Oberflächenabfluss.

Grundwasseranstieg

Durch Niederschläge oder Überschwemmungen steigt zeitverzögert auch der Grundwasserspiegel an. Die Geschwindigkeit des Grundwasseranstieges hängt im Wesentlichen von der Beschaffenheit des Untergrunds ab.

Typische Schäden durch Grundwasseranstieg:

- Sachschäden durch Eindringen von Wasser in Untergeschosse von Gebäuden
- Beschädigung oder Zerstörung von Wänden oder Bodenplatten durch den statischen Wasserdruck in Untergossen
- Aufschwimmen oder Kippen von ganzen Gebäuden durch den Auftrieb

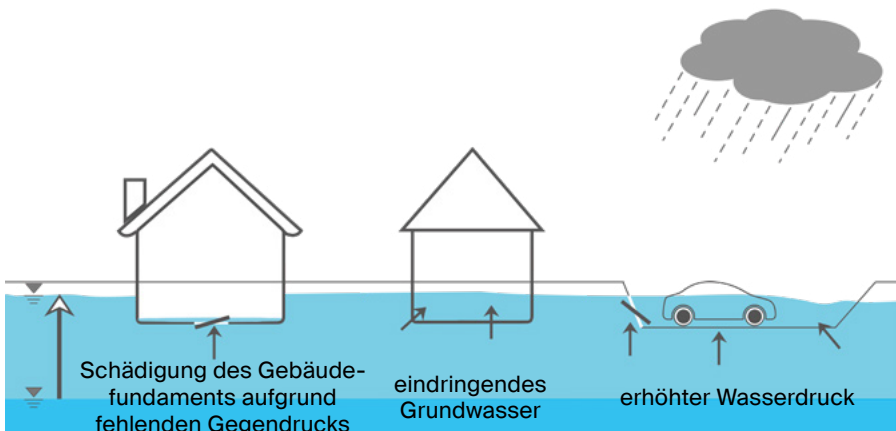


Abb.13: Flutung und Beschädigung durch Grundwasseranstieg (Marc Schürch, BAFU)

Kanalisationsrückstau

Bei Überschwemmungen fliesst das Wasser auch in die Kanalisation und zurück in die Gebäude. Verfügen diese nicht über Rückstauklappen, werden die Untergeschosse von innen geflutet.

Typische Schäden durch
Kanalisationsrückstau:

- Personenschäden beim Aufenthalt in Untergeschossen
- Sach- und Gebäudeschäden

Hochwasserprozesse können sich gegenseitig überlagern und dadurch verstärken.



Abb. 14: Rückstau über die Kanalisation (Bruno Gerber, Tiefbauamt Kanton Bern)

Übersicht Hochwassereinsatz

Ziel des Hochwassereinsatzes

Ziel des Hochwassereinsatzes ist das Verhindern oder Begrenzen von Schäden an Personen, Sachwerten und der Umwelt. Im Gegensatz zu ständigen, präventiven Schutzmassnahmen (Schutzbauwerke, Aufforstungen usw.) handelt es sich dabei um Notfallmassnahmen, welche die vorhandenen Restrisiken abdecken sollen.

Sie werden erst kurz vor oder während eines Ereignisses aktiviert. Im Idealfall werden diese Notfallmassnahmen im Rahmen der Interventionsplanung und der Einsatzvorbereitung bereits im Vorfeld geplant, vorbereitet und eintrainiert.

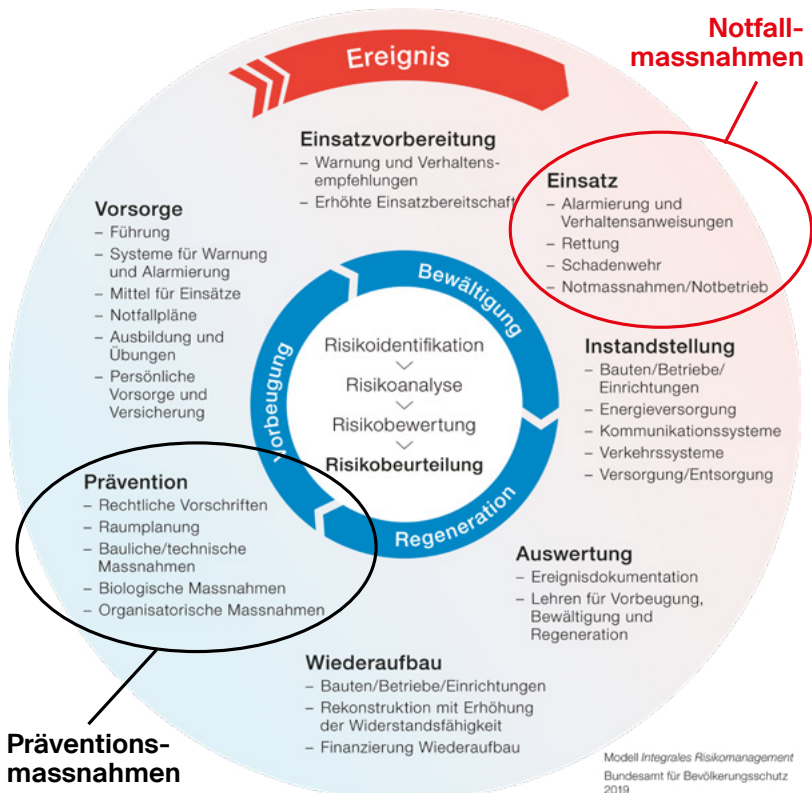


Abb. 15: Integrales Risikomanagement (BABS)

Vorwarnzeit und Interventionszeit

Die Möglichkeiten und Grenzen eines Hochwassereinsatzes hängen von der Vorwarnzeit und dem Hochwasserprozess ab. Die Vorwarnzeit ist die Zeitspanne vom Prognostizieren bzw. Erkennen eines Hochwasserereignisses bis zum Eintreffen des Schadenhochwassers. Je früher ein Hochwasser voraus-

gesagt wird, desto mehr Zeit bleibt für Interventionsmassnahmen. Für das Festlegen von Massnahmen müssen wir also abschätzen können, wo auf der Ganglinie wir uns zeitlich etwa befinden. Die erforderliche Interventionszeit für eine Massnahme muss kürzer sein als die Vorwarnzeit.

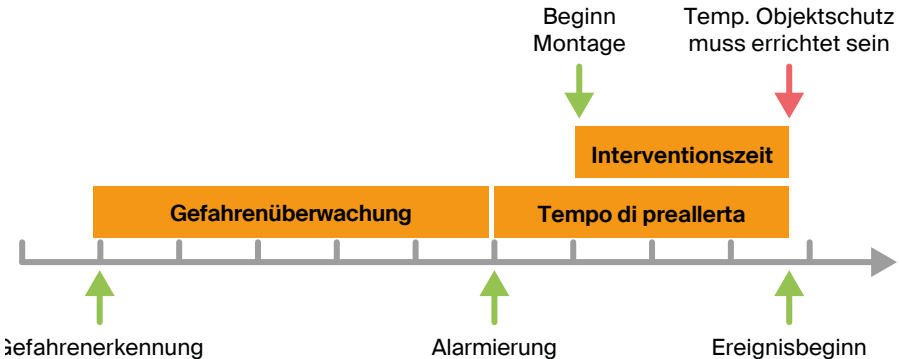


Abb.16: Zeitlicher Ablauf eines Ereignisses (Thomas Egli, Egli Engineering AG)

Gefahrenerkennung	Zeitpunkt, zu dem eine Gefahr erkannt wird
Gefahrenüberwachung	Zeitdauer vom Abfragen der Messungen und Prognosen bis zum Entscheid zur Durchführung eines Einsatzes
Alarmierung	Alarmierung des notwendigen Einsatzpersonals
Beginn Montage	Beginn der Interventionszeit
Vorwarnzeit	Zeitdauer von der Alarmierung bis zum Ereignisbeginn
Interventionszeit	Erforderliche Zeit für die Montage der Massnahme

Tab. 5: Phasen eines Ereignisses

Es ist wichtig, möglichst früh, schon bei ersten Anzeichen eines Hochwasserereignisses (z. B. Wetterbericht, Niederschlagssituation, Hochwasser im Oberlauf eines Einzugsgebietes usw.), erste Massnahmen zu ergreifen (z. B. laufende Lagebeurteilung durch das Überwachen von Pegelständen oder kritischen Stellen), damit bei zunehmender Eskalation genügend Zeit für weitere Massnahmen zur Verfügung steht.

Bei steilen Einzugsgebieten und Gerinnen ist die Vorwarnzeit in der Regel sehr kurz (z. B. bei Wildbächen ca. 30 bis 60 Minuten). Das Ereignis ist dynamisch mit hohem Zerstörungspotenzial (hohe Fliessgeschwindigkeit, Flutwellen, Murgänge, Geschiebetransport usw.) und von kurzer Dauer (steil ansteigende und abfallende Ganglinie). Für Interventionsmassnahmen vor dem Ereignis bleibt meist sehr wenig oder keine Zeit. Während des Ereignisses (Scheitelpunkt) sind Massnahmen im Gefahrenbereich aus Sicherheitsgründen in der Regel auch für Einsatzkräfte verboten. Technische Massnahmen erfordern aufgrund der einwirkenden Kräfte zudem schwere Mittel (grosse Bagger, mobile Hochwasserschutzsysteme aus massiven Betonelementen usw.).

Im Unterlauf von grossen Gewässern kann die Vorwarnzeit mehrere Tage betragen (z. B. bei Seen).

Das Ereignis ist in der Regel weniger dynamisch, dauert dafür aber länger (flach ansteigende und abfallende Ganglinie). Folglich steht für Interventionsmassnahmen genügend Zeit zur Verfügung. Die Gefahren sind aber auch hier nicht zu unterschätzen (z. B. unerwartete Uferbrüche, Systemversagen oder Überströmen). Aufgrund der geringeren Dynamik und der verfügbaren Zeit können auch mit einfachen technischen Massnahmen (Sandsäcke, improvisierte Paletten- / Tafelsysteme usw.) Schäden erfolgreich verhindert oder verringert werden.

Mittel und Ausbildung

Mit technischen Mitteln, welche schnell verfügbar sind und in kurzer Zeit eingesetzt bzw. aufgebaut werden können, sind auch bei knappen Vorwarnzeiten erfolgversprechende Schutzmassnahmen möglich. Werden diese Mittel im Rahmen einer vorgängigen Interventionsplanung gezielt beschafft und dimensioniert, kann ihre Funktionstauglichkeit und Standortsicherheit optimiert werden. Schwere bzw. massive Mittel können teilweise auch bei dynamischen Ereignissen eingesetzt werden. Mit einer leichten Ausrüstung sind solche technischen Massnahmen nur begrenzt möglich.

Werden aufgrund einer Interventionsplanung festgelegte Massnahmen von den Einsatzkräften eingeübt und regelmässig trainiert, verkürzt sich die erforderliche Interventionszeit im Ereignisfall. Der Einsatzleiterin/dem Einsatzleiter stehen für ihre/seine Planung nicht nur grobe Schätzungen, sondern zuverlässige Zeitvorgaben zur Verfügung.

Typische Schwachstellen in Gerinnen

Typische Schwachstellen in einem Gerinne sind Stellen oder Abschnitte, wo der Gerinnequerschnitt, die Fliessgeschwindigkeit oder die Fliessrichtung ändern.

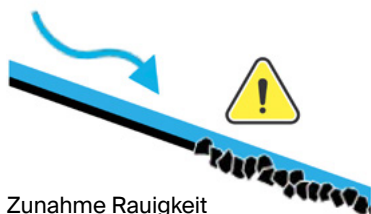
Schwachstellen sollten schon vor einem Ereignis bekannt sein und müssen während des Ereignisses zwingend im Auge behalten werden.



Querschnittsverengung



Abnahme Gefälle



Zunahme Rauigkeit



Hindernisse im Abflussquerschnitt

Abb.17: Schwachstellen in Gerinnen
(Nils Hählen, Tiefbauamt Kanton Bern)

Übersicht über mögliche Massnahmen im Ereignisfall

In Abhängigkeit des Hochwasserprozesses und der Eskalationsstufe ergeben sich folgende mögliche Massnahmen (siehe Tabelle unten).

Der Einsatz des Zivilschutzes erfolgt immer im Auftrag der Einsatzleitung.

Massnahme	Einsatz Zivilschutz
Warnung und Verhaltensanweisungen für die Bevölkerung: – Meiden von Gewässern – Räumen von Sachwerten aus tiefergelegenen Standorten (Autos aus Tiefgaragen) – Schützen von Gebäudeöffnungen – Kein Aufenthalt in Untergeschossen von Gebäuden	Evtl. Unterstützen der Bevölkerung beim Sichern von Sachwerten.
Überwachen / Kontrollieren: – Pegelstände – Schwachstellen im Gerinne – Schutzbauwerke (Dämme, Sperren, Geschiebesammler usw.) – Wichtige Objekte und Infrastrukturen im potentiellen Überschwemmungsbereich	Möglich Die AdZS müssen nach erfolgtem Aufgebot aber in kurzer Zeit vor Ort verfügbar sein.
Absperren / Zutrittsbegrenzung gefährdeter Zonen: – Überschwemmungs-/Risikozonen – Verkehrswege, Brücken, Unterführungen	Möglich
Freihalten des Abflussquerschnitts und Verhindern von Verklausungen durch laufendes Entfernen von Geschiebe und Schwemmholz an kritischen Stellen mit schweren Baugeräten.	Unwahrscheinlich Erfordert schwere Mittel.

Übersicht Hochwassereinsatz

Massnahme	Einsatz Zivilschutz
Sichern von Gebäuden, Sachwerten, Heizöltanks usw.	Möglich
Aufbauen von mobilen Hochwasserschutzsystemen: – Geplante Systeme – Notfallmässige Systeme	Kernaufgabe des ZS
Verstärken/Sichern von überlasteten oder beschädigten Schutzdämmen.	Möglich Erfordert entsprechende Transportkapazitäten (nur unter Leitung einer Fachspezialistin/eines Fachspezialisten).
Erstellen von notfallmässigen Uferschutzmassnahmen an gefährdeten Stellen.	Kernaufgabe des ZS
Evakuieren von Personen, Tieren und Sachwerten aus stark gefährdeten Gebieten.	Möglich
Retten von eingeschlossenen Personen und Tieren.	Möglich Nur in Zusammenarbeit mit spezialisierten Rettungskräften.
Aufbauen von Hochwasserstegen für die Bevölkerung in statisch überschwemmten, urbanen Zonen.	Kernaufgabe des ZS
Auspumpen und Freilegen von überschwemmten Zonen oder Objekten: – Keller – Durchlässe / Unterführungen – usw.	Kernaufgabe des ZS Wird in der Regel erst nach dem Ereignis während der Instandstellung ausgeführt.

Tab. 6: Massnahmen bei Hochwasserereignissen

Sicherheit im Hochwassereinsatz

Gefahren und Risiken

Die Arbeit im strömenden Hochwasser ist durch die Gefahr des Mitreissens oder Abdriftens gekennzeichnet. Die Wasserkraft wird oft unterschätzt. Schon bei geringer Wassertiefe ist bei strömendem Abfluss die Standfestigkeit selbst von trainierten Personen nicht mehr gewährleistet.

Faustregel für das Bestehen von Gefahr für erwachsene Personen:
Fliessgeschwindigkeit x Wassertiefe > 0,5

Ab 50 bis 60 cm Wasserhöhe schwimmt auch ein Auto. Bei Fliessgeschwindigkeiten von 3 m/s reichen schon 20 bis 30 cm, um ein Fahrzeug mitzureissen. Es besteht die Gefahr des Abrutschens in über-

flutete Keller, Gruben, Schächte oder die Kanalisation. Beim Freilegen von verstopften Einläufen entsteht eine starke Sogwirkung, welche Personen mitreissen kann. Desweiteren droht die Gefahr des Ertrinkens von angeseilten Personen in strömendem Wasser oder, weil die Wathosen vollgelaufen sind.

Arbeiten im trüben Wasser:
Einsturzgefahr in überschwemmte Bodenöffnungen und Löcher.
Aufgrund des trüben Wassers kann bereits bei geringer Wasserhöhe nicht mehr erkannt werden, was sich darunter verbirgt. Diese Gefahr besteht nicht nur für Personen, sondern besonders auch für Einsatzfahrzeuge.

	ohne Strömung	mit Strömung
Einsatz möglich	Stiefelhöhe (ca. 30 cm) 	Knöchelhöhe (ca. 10 cm) 
Grenzen der Einsatzmöglichkeit	Hüfthöhe (ca. 100 cm) 	Stiefelhöhe (ca. 30 cm) 

Abb.18: Zu beachtende Vorgaben bei Einsätzen im Wasser (Nils Hählen, Tiefbauamt Kanton Bern)



Abb. 19: Fahrzeugeinsturz wegen unterspülter Strasse (Luxemburger Wort)

Weitere Gefahren:

- Einstürzen von Bauteilen, Gebäuden, Strassen oder Brücken (z. B. durch Ufererosion)
- Von plötzlich eintretenden Flutwellen oder Murgängen (z. B. durch das Brechen von Verklausungen) überrascht werden
- Versagen von Schutzbauwerken oder mobilen Hochwasserschutzsystemen mit anschließender Flutwelle
- Anprall von Treibgut (z. B. Holz, Container, Geschiebe usw.)
- Stromschlag (z. B. in Gebäuden)
- Abschneiden des Rückzugsweges (z. B. Umfließen der Einsatzstelle oder in Gebäuden)
- Schlagartiges Herausdrücken von Kanaldeckeln
- Explosionsartiges Aufschlagen von Türen mit anschließender Flutwelle beim Öffnen von gefluteten Räumen (z. B. Kellerräume, Schutzräume). Der Wasserdruck auf eine Tür beträgt bei einer Wasserhöhe von 2 Metern ca. 2 Tonnen.
- Auftreiben toter Haus- und Nutztiere und Verbreitung infektiöser Stoffe (z. B. Klärgrubeninhalte und Kanalisation)
- Aufschwemmen brennbarer Flüssigkeiten und anderer Gefahrstoffe
- Chemische Reaktion zwischen verschiedenen gelagerten Stoffen in Industrieanlagen durch das Eindringen von Wasser
- Bei grosser Sommerhitze Dehydrierung und Überhitzung bzw. Hitzschlag
- Unterkühlung und Erschöpfung

Taktische Grundsätze

Ein Einsatz erfolgt, wenn immer möglich, erst nach Absprache mit einer Fachperson (Wasserbauingenieur/in, lokale/r Naturgefahrenberater/in usw.). Ein Hochwassereinsatz ist eine Tätigkeit mit besonderen Gefahren. Die Vorgesetzten sind grundsätzlich verpflichtet, ein Sicherheitskonzept zu erstellen und umzusetzen. Dazu gehören:

- eine Gefahren- und Risikoanalyse,
- das Festlegen und Anordnen von Sicherheitsmassnahmen,
- die Überprüfung der Einhaltung bzw. Wirksamkeit der Sicherheitsmassnahmen,
- ein Notfall- und Rettungsplan.

Bei der Gefahren- und Risikoanalyse müssen nicht nur der Schadenplatz bzw. die Einsatzstelle und die aktuelle Situation beurteilt werden, sondern auch der ganze Prozess bzw. Prozessraum sowie die darin vorhandenen potenziellen Gefahren:

- Prozessart (Dynamik, Anstieg, Dauer, Fließgeschwindigkeit usw.)
- Was kann (noch) passieren?
- Gefahr von Flutwellen, Rutschungen oder Murgängen
- Wetter
- usw.

Defensiv vorgehen	In bereits überschwemmten Gebieten nur noch Rettungen vollziehen, aber keine Massnahmen zum Schutz von Sachwerten umsetzen.
Abstand halten	Fahrzeuge und Material mit genügend Abstand zum Wasser positionieren.
Standsicherheit	Bei notfallmässig erstellten Hochwasserschutzsystemen ohne Standsicherheitsnachweis immer damit rechnen, dass diese jederzeit und ohne Vorwarnung brechen können.
Risikozonen	Risikozonen mit Aufenthaltsberechtigung definieren, beispielsweise: Heisse Zone = Akute Lebensgefahr Warme Zone = Gefahr (nur Einsatzkräfte erlaubt) Kalte Zone = Keine Gefahr

Tab. 7: Taktische Grundsätze für das Vorgehen bei einem Hochwasserereignis

Sicherheits- und Notfallmassnahmen

Sicherheitsvorschriften VSZS

Auszug aus den «Weisungen
des Bundesamtes für Bevölkerungs-schutz über die Sicherheitsvorschriften
im Zivilschutz»
(Stand 1.3.2020).

Art. 20

¹ Schutzdienstpflichtige müssen bei Arbeiten am oder über dem Wasser Rettungswesten tragen:

- a. wenn Ertrinkungsgefahr besteht;
- b. bei Übersetzfahrten.

² Ertrinkungsgefahr besteht, wenn:

- a. die Wassertiefe mehr als einen Meter beträgt;
- b. die Fliessgeschwindigkeit des Wassers mehr als einen Meter in der Sekunde beträgt und die Wassertiefe mehr als 50 cm beträgt.

Bei Ertrinkungsgefahr dürfen sich keine Schutzdienstpflichtigen im Wasser aufhalten.

³ Personen, die an oder über einem Fliessgewässer mit einem Seil gesichert werden, müssen so gesichert sein, dass sie nicht ins Wasser stürzen können.

Checkliste: Beurteilung des Hochwasser- und Einsatzrisikos

Hochwasserrisiko					Hochwasserrisiko (Max. Stufe aus allen Kriterien links)
Kriterium	R	A	P	S	
	Regenintensität	Abfluss	Schwellen- prozesse	Zustand der Schutzbauten	
Zustand	↗	↘	Unmöglich	Leicht belastet	Mässig
	→	→	Möglich	Stark belastet	Gross
	↗	↗	Wahrscheinlich	Überlastet	Sehr gross
	?	?	Unbekannt	Unbekannt	Unberechenbar
Hinweis	– Beobachtung – Messstellen – Radar	– Beobachtung – Messstellen	– Verkläusung Oberlauf – Rutschung – Abfluss	– Freibord Gerinne – Verfügbares Rückhaltevolu- men – Sammler	

Einsatzrisiko					Einsatzrisiko (max. Stufe aus allen Kriterien links)
Kriterium	Ti	Fli	Na		
	Wassertiefe	Fliess- geschwindigkeit	Gewässersmähe		
Zustand	Trocken	Keine	Gewässerrfern		Mässig
	Bis 0,3m	Leicht < 1,0 m/s	Gewässernah $\Delta h > 5\text{ m}$, $\Delta L > 20^\circ$ Gewässerbrette		Gross
	Über 0,3m	Stark > 1,0 m/s	Auf/am Gewässer $\Delta h < 5\text{ m}$, $\Delta L < 20^\circ$ Gewässerbrette		Sehr gross

Abb.20: Checkliste Sicherheit im Hochwassereinsatz (Niels Hählen, Tiefbauamt Kanton Bern)

Weitere Sicherheits- und Notfallmassnahmen

Eigene Sicherheit	Geht immer vor und muss immer berücksichtigt werden. Udenkbares erwarten. Persönliche Schutzausrüstung verwenden.
Überwachung / Beobachtung	Keine Alleinarbeit. Einsatzstelle und potenzielle Gefahrenherde.
Warnposten	Mit genügend Abstand zur Einsatzstelle postieren und mit Kommunikationsmitteln ausrüsten (immer zwei unabhängige Systeme, z. B. Funk und Mobiltelefon).
Alarm-/Rückzugs-kriterien	Klare Vorgaben definieren (z. B. Wasserspiegel, Schwemmholz, Anzeichen von Überströmung, plötzlicher Rückgang des Abflusses, Poltern im Oberlauf usw.).
Alarmierung	An Einsatzstelle organisieren und das Verhalten bei einem Alarm allen bekanntgeben.
Fluchtwege/ Sammelplatz	Definieren, markieren und freihalten.
Rettung	Interne/externe Rettung (Rettungsmaterial, Standort, Verbindung, Rettungssachse) und Sanitätsdienst sicherstellen.
Verbindung	Die Verbindung zu anderen Einsatzformationen oberhalb und unterhalb der Einsatzstelle sicherstellen.
Seilsicherung	Wenn erforderlich, Einsatzkräfte mit Seilen sichern (wenn möglich nur senkrecht von oben, die Person muss jederzeit hochgehoben werden können). Fällt eine Person in strömendes Wasser, kann sie aufgrund der Seilsicherung unter Wasser gezogen werden und ertrinken. Keine Wathosen tragen.
Nichtschwimmer	Nichtschwimmer sind besonders zu kennzeichnen und unter Aufsicht zu halten. Unmittelbar am, im oder über dem Wasser arbeitende Einsatzkräfte müssen schwimmen können.
Wathosen	Der Einsatz von Wathosen ist nur in stehenden Gewässern bis max. 50 cm Wassertiefe erlaubt. Kein Einsatz in strömendem Wasser oder in Booten.

Begehen über-schwemmter Gebiete vermeiden	Trübes oder stark fliessendes Wasser nicht begehen (wenn doch, ist es erforderlich, den Weg mit einer Stange laufend zu sondieren).
Überflutete Be-reiche möglichst nicht befahren	Ausnahme: Mit schweren Fahrzeugen bis 30 cm Wassertiefe im Schritttempo nach vorgängiger Erkundung durch eine mit einem Stock vorangehende Person.
Uferbereich	Bei Unterspülung nicht begehen.
Beleuchtung	Bei Arbeiten in der Nacht: Einsatz- und Beobachtungsstellen immer gut beleuchten.
Ohne Auftrag	Abstand zum Gewässer halten.
Umweltgefahren	Viel trinken und Sonnenschutz verwenden.
Hygiene	Beim Verlassen des Arbeitsortes zuerst die Hände waschen bzw. desinfizieren und stark verschmutzte Kleidung reinigen bzw. wechseln. «Saubere» arbeiten, Schleimhäute während der Arbeit nicht berühren (Ansteckungsgefahr mit gefährlichen Krankheitserregern). Erholungsraum und Verpflegungsort klar vom Arbeitsort trennen.

Tab. 8: Überblick über verschiedene Sicherheits- und Notfallmassnahmen

Mobiler Hochwasserschutz

Stationäre Schutzsysteme

Stationäre Schutzsysteme sind permanente bauliche Schutzmassnahmen, die weitgehend ohne fremdes Handeln einsatzbereit sind und die vorgesehene Schutzwirkung dauerhaft gewährleisten (Schutzdämme/-wände, Geschiebestausperren, Wildbachsperrern usw.).

Planmässige Systeme

Planmässige Systeme sind solche, die vorgängig für einen Standort geplant und bemessen wurden. Es kann sich dabei um ortsgebundene oder ortsungebundene Systeme handeln. Ortsgebundene Systeme erfordern vorgängig bauliche Massnahmen am Einsatzort (z. B. Dammbalkensysteme).

Mobile Schutzsysteme

Mobile Schutzsysteme werden erst im Einsatzfall vor Ort gebracht und aufgebaut. Dabei wird zwischen planmässigen und notfallmässigen Systemen unterschieden.



Abb. 21: Dammbalkensystem (WHS)

Notfallmässige Systeme

Notfallmässige Systeme sind ortsungebundene Systeme ohne vorgängige Planung und Bemessung. Sie sind flexibel einsetzbar (z. B. Sandsacksysteme, Tafelsysteme, Schlauchsysteme).

Werden notfallmässige Systeme vorgängig geplant und bemessen (z. B. im Rahmen einer Interventionsplanung), können sie den planmässigen Systemen gleichgesetzt werden.



Abb. 22: Sandsacksystem (BABS)

Das Erstellen von ortsungebundenen, mobilen Hochwasserschutzsystemen ist eine Kernaufgabe des Zivilschutzes.

Die nachfolgenden Ausführungen konzentrieren sich deshalb vor allem auf diese Art von Schutzsystemen.

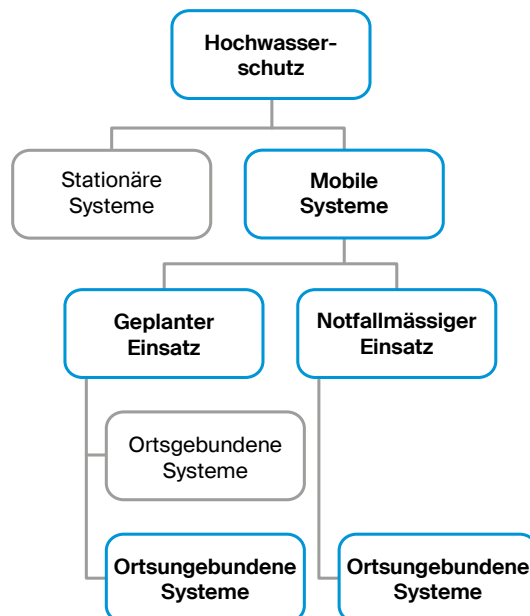


Abb. 23: Systematik der Hochwasserschutzsysteme

Einsatzprozess mobiler Hochwasserschutz

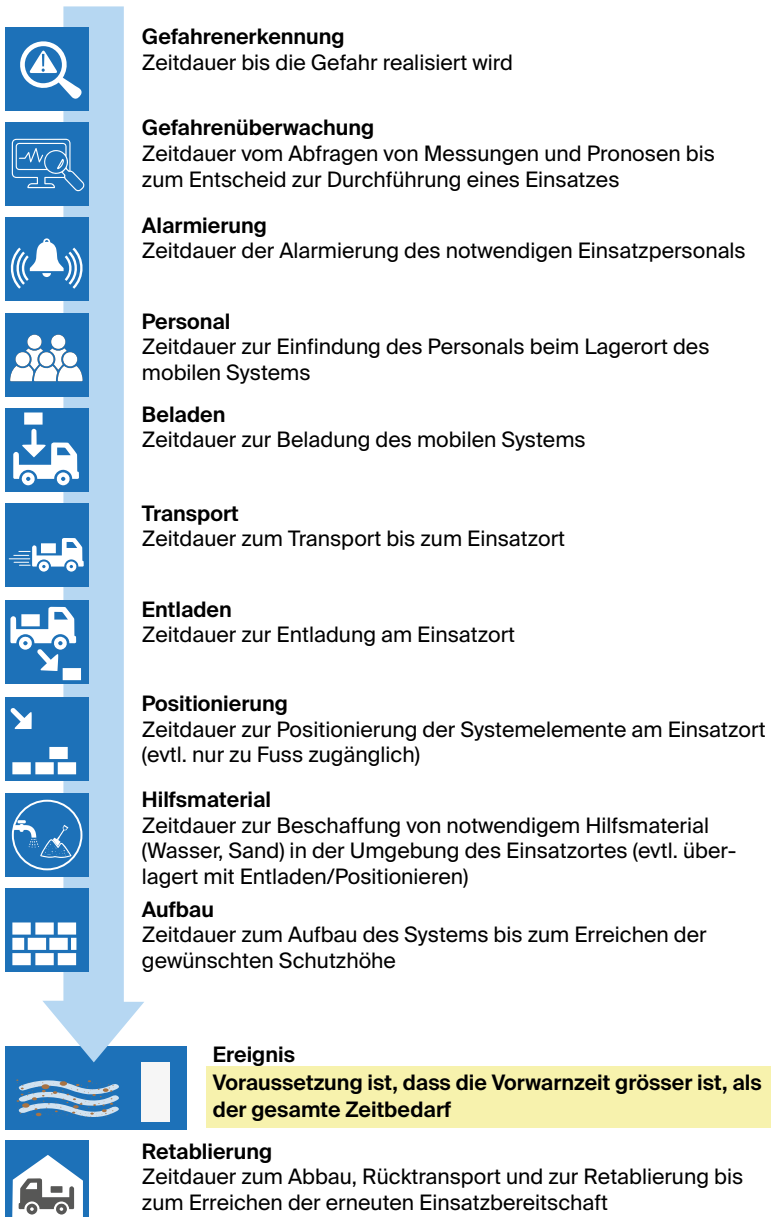


Abb. 24: Einsatzprozess Hochwasserschutz (VKF)

Ortsungebundene Hochwasserschutzsysteme

Taktische Grundsätze

Systeme für den ortsungebundenen mobilen Hochwasserschutz sind immer mit einer gewissen Unsicherheit verbunden. Sie können nicht nur Schutz generieren, sondern bei unüberlegtem Einsatz auch eine zusätzliche Gefahr darstellen. Bei einem Bruch des Systems darf keine erhöhte Gefährdung von Personen entstehen. Um dies sicherzustellen, sind folgende Sicherheitsmassnahmen einzuhalten:

Ortsungebundene mobile Hochwasserschutzsysteme dienen nur der Verhinderung von Sachschäden und nicht dem Personenschutz.

Ortsungebundene mobile Hochwasserschutzsysteme eignen sich grundsätzlich nur bei Überschwemmungen mit geringer Intensität. Bei mittlerer Überschwemmungstiefe (0,5 – 2,0 m) und kurzer Vorwarnzeit sind diese Systeme nur sehr beschränkt einsetzbar.

Maximal empfohlene Schutzhöhe:

- 0,6 m bei notfallmässigem Einsatz
- 1,2 m bei geplantem Einsatz

Im Bereich des Systems müssen Risikozonen definiert und für Passanten gesperrt werden:

- Schutzhöhe bis 0,6 m
→ Breite der Risikozone 5 – 10 m
- Schutzhöhe 0,6 – 1,2 m
→ Breite der Risikozone 10 – 20 m
- Schutzhöhe 1,2 – 2,0 m
→ Breite der Risikozone 20 – 50 m

Faustregel:

Risikozone = 20 × Systemhöhe

Die Risikozone dient dem Auffangen oder Abschwächen von allfälligen Flutwellen (Reduktion der Intensität). Sie dürfen nur von Einsatzkräften für Kontrollgänge betreten werden. Der Zustand der Schutzsysteme ist durch regelmässige Kontrollgänge zu überprüfen. In der Risikozone sind keine Materiallager oder Installationen erlaubt.

Kriterium	Notfallmässiger Einsatz	Geplanter Einsatz
Einsatzort	Unbekannt	Bekannt
Vorwarnzeit	Ausrücken bei Alarmierung	Vorwarnung oder Alarmierung
Systemwahl	Verfügbarkeit bei Ereignis	Systemwahl vor Ereignis
Bemessung / Lastfälle	Keine Bemessung	Bemessung durch Fach-spezialistinnen /-spezialisten
Empfohlene max. Schutzhöhe	0,6 m	1,2 m
Systemaufbau	Gemäss Einsatzleiter/in vor Ort	Gemäss Notfallplan
Einbaukontrolle	Empfohlen	Notwendig
Risikozonen	Empfohlen	Notwendig
Kontrollgänge	Notwendig	Notwendig
Systemabbau	Gemäss Einsatzleiter/in	Gemäss Notfallplan

Tab. 9: Gegenüberstellung der Einsatzarten von Hochwasserschutzsystemen

Bei strömendem Wasser sollten Schutzsysteme nie senkrecht zur Strömung, sondern möglichst parallel oder schräg aufgebaut werden. Im Nahbereich eines Gerinnes treten die grössten Energien auf. Steht genügend freier «Überschwemmungsraum» zur Verfügung, sollten die Schutzsysteme nie direkt am Gerinne, sondern mit genügend Abstand installiert werden. Die Gründe dafür sind folgende:

- Das Wasser verteilt sich auf eine grosse Fläche und verliert stark an Fliesshöhe und Energie.
- Die Standsicherheit und Funktionstauglichkeit des Schutzsystems ist besser gewährleistet.
- Es können allenfalls auch einfachere, weniger widerstandsfähige Schutzsysteme eingesetzt werden. Dadurch können in der gleichen Zeit mehr Systeme aufgebaut werden.
- Die Einsatzkräfte sind bei den Installationsarbeiten weniger gefährdet.

Werden notfallmässige mobile Hochwasserschutzsysteme überströmt, muss jederzeit mit dem Versagen des Systems gerechnet werden.

Weitere Gründe für ein Systemversagen sind Gleiten, Kippen, inneres Stabilitätsversagen, Undichtheit, Grundbruch, unterirdischer Wasserabfluss oder Grundwasseranstieg. Drohen bei einem Versagen des Hochwasserschutzsystems grosse Schäden, so kann bei genügend Material und Zeit hinter dem ersten System als Redundanz ein zweites System aufgebaut werden (mit genügend Abstand zum ersten System).

Sind die topografischen Höhenunterschiede im Gelände nicht offensichtlich erkennbar (leicht kupiertes oder flaches Gelände), ist es zweckmässig, einfache Vermessungsgeräte (z. B. Nivelliergerät, Messlatte, Baulaser usw.) einzusetzen, um die Hochwasserschutzsysteme taktisch an den optimalen Standorten platzieren zu können.

Einsatzszenarien

Abgrenzung

Im Hochwasserschutz kann allgemein zwischen dem Schutz einzelner Objekte (Objektschutz) und kollektiven Schutzmassnahmen (mehrere Objekte, Dörfer / Dorfteile, Quartiere usw.) unterschieden werden.

Für den Schutz eines Objekts ist grundsätzlich der/die Eigentümer/in verantwortlich. Er/sie trägt die Eigenverantwortung, wobei die Einsatzkräfte nach Möglichkeit mithelfen. Die Erfahrungen zeigen aber, dass die Einsatzkräfte besonders in städtischen Gebieten sehr schnell an ihre Leistungsgrenzen stossen. Sie müssen Prioritäten setzen und sich deshalb meist auf kollektive Schutzmassnahmen und/oder auf die Sicherung einzelner, wichtiger Infrastrukturen konzentrieren.

Ableiten in Hanglagen

Diese Technik wird in Gebirgsräumen, in flacheren Gebieten und in Siedlungsräumen zum Ableiten von Wasser eingesetzt. Mit dem System wird ein Abflusskorridor zu einem Vorfluter gebildet. Das System muss Bodenunebenheiten, Neigungen, Bordsteinübergänge und Krümmungen in der Längsneigung bewältigen können, wobei die erforderliche Stauhöhe eher gering ist.

An Kurvenaussenseiten ist eine Überhöhung vorzusehen. Auf das System wirkt statischer und dynamischer Wasserdruck ein, welcher parallel oder angewinkelt auf das System trifft. Die Fließgeschwindigkeit des abfließenden Wassers liegt in der Grössenordnung von 0,5 bis 3 m/s. Des Weiteren ist es sehr wahrscheinlich, dass das Wasser Erde und Kies mitführt.

Hangstabilität beachten:
Durch die Umleitung dürfen keine Hangmuren ausgelöst werden.

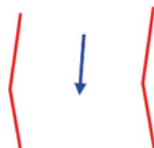
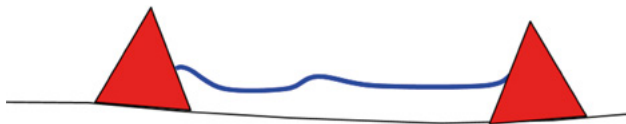


Abb. 25: Beispiel für das Ableiten in Hanglagen (VKF)

Ringschutz bei Muldenlage

Das System kommt in flachen Überschwemmungsebenen und Muldenlagen zum Einsatz. Das Objekt wird ringförmig vor Hochwasser geschützt. Leckagen, Rückstau aus der Kanalisation, Grund- und Qualmwasser können trotzdem zu einer inneren Überflutung führen. Mittels Pumpen kann eingedrungenes Wasser laufend wieder nach aussen gepumpt werden.

Auf dem System wirkt der statische Wasserdruck. Die Anströmung ist von geringer Intensität und wirkt in der Regel frontal auf das System ein. Bei grösseren umgebenden Wasserflächen muss mit Wellenschlag gerechnet werden.

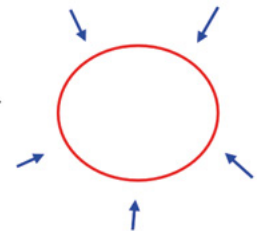


Abb. 26: Beispiel für ein ringförmiges Hochwasserschutzsystem (VKF)

*Absperren von Abflüssen
auf Strassen*

Mit dem System soll eine Abschottung quer zu einer Strasse erreicht werden. Eine Hauptanforderung an das System ist der wasserdichte Anschluss an die obere, seitliche Begrenzung (Mauer, Fassade, Böschung usw.). Hierzu muss das System in seiner Länge flexibel angepasst werden können.

Es wirken der statische und der dynamische Wasserdruck. Zusätzlich muss mit dem Anprallen von Treibholz und Geschiebe gerechnet werden. Die Fließgeschwindigkeit erreicht eine Grössenordnung von 0,5 bis 3 m/s.

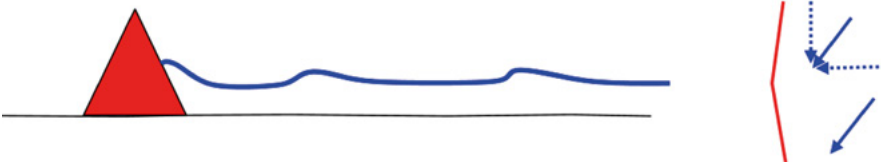


Abb.27: Beispiel für das Absperren eines Abflusses auf einer Strasse, wodurch das Abfließen des Wassers über die Strasse verhindert wird (VKF)

Linienschutz an Seen

Das System wirkt als Linienschutz entlang des zu schützenden Ufers. Die Dichtheit gegenüber verschiedenen Terrainbeschaffenheiten und Niveauübergängen ist notwendig. Durch Leckagen, Rückstau aus der Kanalisation sowie Grund- und Qualmwasser kann trotzdem Wasser eindringen. Dies kann mit Hilfe von Pumpen laufend zurückgepumpt werden.

Für den Aufbau steht in der Regel mehr Zeit zur Verfügung, als dies bei Flüssen der Fall ist. Die Standzeit bis zum Abbau beträgt Tage bis Wochen. Dem Vandalismus und der Überwachung muss die notwendige Beachtung geschenkt werden. Auf das System wirkt der statische Wasserdruck. Bei Sturmereignissen, Sturmbrechern und Wellenschlag muss das System mit höchster Aufmerksamkeit überwacht werden.



Abb. 28: Beispiel für ein System entlang des Ufers eines Sees (VKF)

Linienschutz an Flüssen
 (Gefälle < 5 %)

Das System bietet Schutz für Siedlungsräume an Bächen und Flüssen. Es muss aufgrund der (meist) kurzen Vorwarnzeit innert wenigen Stunden aufgebaut werden können (oft beidseitig). Dichtheit gegenüber verschiedenen Terrainbeschaffenheiten und Niveauübergängen ist zentral. Die Stauhöhen

sind wesentlich höher als beim Szenario «Ableiten in Hanglagen» (siehe Seite 36). Auf das System wirken sowohl der statische als auch der dynamische Wasserdruck. Die Fließgeschwindigkeit liegt in der Grössenordnung von 0,5 bis 3 m/s. Es ist mit Vandalismus, dem Anprall von Treibholz und, bei breiten Flüssen, mit Wellenschlag zu rechnen.

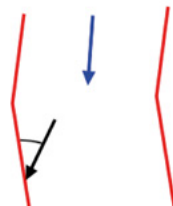
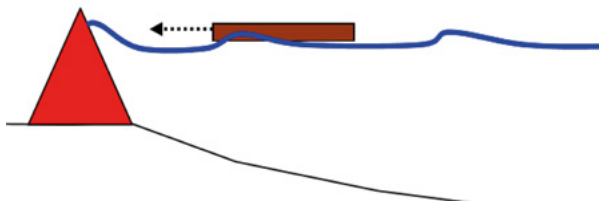


Abb.29: Beispiel für ein System, das parallel zum Flusslauf verläuft (VKF)

Linienschutz an Wildbächen (Gefälle > 5 %)

Dieses Szenario stellt die härtesten Anforderungen an das System und an die Einsatzkräfte. Durch die Dynamik sind die Einwirkungen auf das System wesentlich erhöht (Treibholz, Geschiebe, Murgangschübe). Aufgrund der (meist) kurzen Vorwarnzeit muss es in kurzer Zeit aufgebaut sein. Nicht die Dichtheit ist das Ziel, sondern die Fähigkeit, den hohen dynamischen Einwirkungen bis zum Abklingen des Hochwassers standzuhalten. Auf das System wirken der statische und der dynamische Wasserdruck. Die

Fliessgeschwindigkeit liegt in der Grössenordnung von 2 bis 4 m/s. Nebst dem Treibholz anprall muss mit einer Belastung durch Geschiebe und dem Auftreten von Wellen gerechnet werden.

Das System ist so aufzubauen, dass der Anströmwinkel nicht mehr als 45° beträgt.

Die Einsatzkräfte sind einer grossen Gefahr ausgesetzt, wenn sie sich während des Hochwassers im Nahbereich des Systems aufhalten.

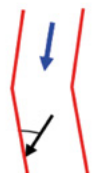
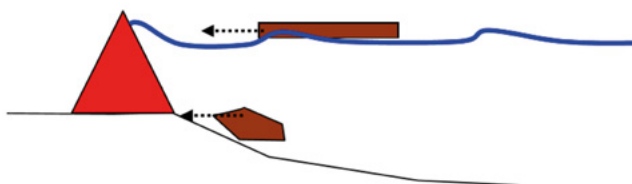


Abb. 30: Beispiel für ein Linienschutzsystem an einem Wildbach. Treibgut und Geschiebe beanspruchen das System zusätzlich (VKF)

Systeme für den mobilen, ortsungebundenen Hochwasserschutz

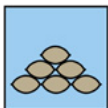
Kommerzielle oder improvisierte Systeme

Kommerzielle Systeme werden speziell für den Hochwasserschutz entwickelt. Der Hersteller legt die Einsatzoptionen, die Sicherheitsvorschriften, die Installation und den Unterhalt genau fest. Die Systeme werden für den vorgesehenen Einsatz bemessen und es gilt die Produkthaftungspflicht des Herstellers. Einzig die Tragsicherheit des Baugrundes muss durch den/die Anwender/in vor Ort selber beurteilt werden. Kommerzielle Systeme sind in der Regel schneller aufgebaut. Sie werden deshalb im Rahmen dieser Fachunterlage erwähnt, jedoch nicht vertieft behandelt.

Improvisierte Systeme werden aus einfachen, leicht zu beschaffenen Baumaterialien (z. B. Schaltafeln, Europaletten, Plastikfolien, Sandsäcken, Armierungseisen, Bauholz) zusammengebaut. Die Konstruktionen basieren auf Erfahrungen und Ideen der Einsatzkräfte. Je nach Land, Region oder Organisation gibt es unterschiedlichste Konstruktionen und Ausprägungen.

Dementsprechend gibt es keine verbindlichen Vorschriften oder Aufbauanleitungen. Man basiert auf Erfahrungswerten und punktuell auf Berechnungen oder Konstruktionsunterlagen der Einsatzorganisationen. Für die Gebrauchstauglichkeit und die Tragsicherheit einer Konstruktion ist letztlich der/die Erbauer/in selber verantwortlich.

Improvisierte Systeme benötigen für den Aufbau mehr Zeit, sind jedoch flexibler und können praktisch an jede Situation angepasst werden. Deshalb werden improvisierte Systeme in dieser Fachunterlage vertieft behandelt. Die Angaben sollen dem/der Anwender/-in als Richtwerte und Orientierungshilfen dienen und so mithelfen, Fehler im Einsatz zu vermeiden. Die Angaben basieren auf Fachunterlagen und Untersuchungen anerkannter Einsatzorganisationen und Fachstellen. Aufgrund der grossen Flexibilität und der praktisch unbegrenzten Möglichkeiten müssen die Einsatzorganisationen aber letztlich selber entscheiden, wie sie die verfügbaren Mittel optimal einsetzen wollen.



Sandsacksysteme

Sandsacksysteme sind weltweit bekannt und werden aufgrund ihrer Einfachheit am häufigsten gegen Hochwasser eingesetzt. Auch Laien können damit umgehen.

Vorteile

- Hohe Flexibilität:
Können praktisch an jedes Gelände angepasst werden
- Relativ hohe Standfestigkeit (Schwergewichtssystem)
- Hohe Verfügbarkeit des Materials (Säcke, Sand)
- Einfach und miliztauglich
- Von einer Person tragbare Elemente
- Benötigt keine Spezialausrüstung

Nachteile

- Zeitaufwändig
- Personalintensiv
- Erfordert eine durchdachte Logistikkette

Einsatzoptionen

- Schützen kleinerer Bereiche im Objektschutz (Kellerfenster, Türen, Bodenöffnungen, Toreinfahrten usw.)
- Beliebig lange Schutzdämme zum Schutz grösserer Bereiche
- Aufstocken von bestehenden Deichen, Dämmen oder Mauern
- Sicherung von angeschlagenen Dämmen gegen Bruch oder Schliessen von Durchbrüchen
- Abdichten, Beschweren oder Anschliessen anderer mobiler Hochwasserschutzsysteme

Einsatz von Sandsäcken

Sandsack:

- Jute oder Kunststoff. Jute ist rutschfester als Kunststoff und passt sich besser an den Untergrund an. Auf dem Markt gibt es auch miteinander verbundene Tandemsäcke. Mit diesen können stabilere Verbauungen realisiert werden.
- Gängige Abmessungen L x B (leer): 70 x 35 cm, 80 x 40 cm
- Höhe (gefüllt) ca. 10 cm

Füllmaterial:

- Sand 0–8 mm
- Sand-Kiesgemisch 0–16 mm
- Brechsand, Splitter, Glassplitter

Befüllung:

- $\frac{2}{3}$ bis max. $\frac{3}{4}$ des Volumens sollen gefüllt werden. Nur mit verform- und anschmiegsamen Sandsäcken können stabile und dichte Verbauungen erstellt werden. Prall gefüllte Sandsäcke sind unbrauchbar.
- Tipp: Den offenen Sandsack zu ca. 50 Prozent füllen. Dies ergibt beim zugebundenen Sandsack einen Füllgrad von ca. $\frac{2}{3}$.

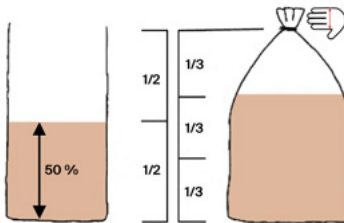


Abb. 31: Abfüllen von Sandsäcken (THW)

Materialbedarf:

- 1 m^3 Sand ≈ 70 Säcke
- 1 t Sand ≈ 50 Säcke

Gewicht pro Sack:

- $12 - 20\text{ kg}$
- Die Säcke sollten nicht schwerer sein als 15 kg , da sie auf der letzten Strecke meist von Hand transportiert (Menschenkette) und eingebaut werden müssen. Sind die Säcke zu schwer, ermüden die Einsatzkräfte sehr schnell und sie müssen schon nach kurzer Zeit ausgewechselt werden. Zusätzlich erhöht sich die Unfallgefahr.

Füllmethoden:

- Mit der Schaufel, Rutschen, einfachen Handfüllhilfen wie Metalltrichtern, abgeschnittenen Pylonen und einer Leiter, speziellen Fülltrichtern usw. (Abb. 32–35).
- Mit speziellen Abfüllmaschinen. Diese sind teilweise sogar mit Nähmaschinen zum Zunähen der Säcke ausgerüstet. Mit solchen Spezialgeräten können viel höhere Leistungen erzielt werden. Sie müssen allerdings verfügbar sein und erfordern für das Beschicken teilweise zusätzlich eine kleine Baumaschine (Abb. 36).
- Mit einem Umschlaggerät oder einem Fahrmischer (mobil) aus dem Bausektor (Abb. 37/38).



Abb. 32: Sandrutsche (BABS)



Abb.33: Handfülltrichter
(Seidel-hochwasserschutz.de)



Abb.36: Abfüllmaschine mit vier Füllstationen
(BABS)



Abb.34: Fülltrichter (SAQUICK) (THW)



Abb.37: Fahrmischer (Wikipedia)



Abb.35: Pylonen mit Leiter (THW)



Abb.38: Umschlaggerät (BAKO AG)

Fülleistung von Hand
(ohne Abfüllmaschine):

2 Personen

→ 50 bis 100 Säcke / h

10 Personen

→ 500 bis 800 Säcke / h

50 Personen

→ 2 500 bis 4 000 Säcke / h

Zubinden:

- Sandsäcke immer zubinden (integrierte Bindschnur, Schnur, Kabelbinder, Drilldraht für Armierungseisen, Sandsacknähtmaschine usw.).
- Die Grösse der Blume ist etwa eine Handbreite.
- In Notfällen kann die Öffnung des Sandsacks ausnahmsweise ohne zuzubinden nur umgeschlagen werden.

Transport mit einer Helferkette:

- Im Nahbereich der Einbaustelle müssen die Sandsäcke meist von Hand an den Einbauort transportiert werden. Dafür eignet sich eine Helferkette (Abb. 39).
- Grundregel: Pro Meter eine Person. Sandsäcke nicht werfen, sondern von Person zu Person weiterreichen.

Entsorgen:

- Sandsäcke sind in der Regel nach einem Einsatz so verunreinigt bzw. kontaminiert, dass sie nicht mehr weiterverwendet werden können, sondern fachgerecht entsorgt werden müssen.

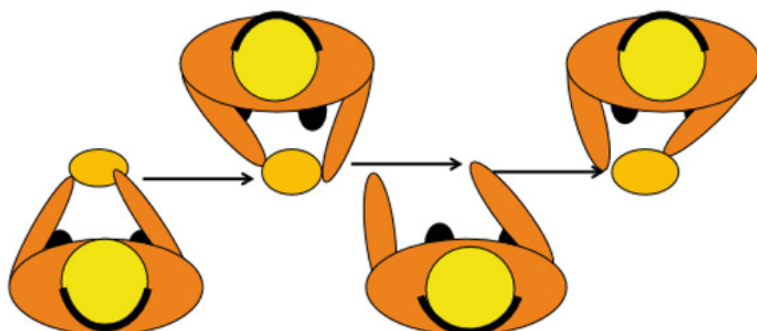


Abb. 39: Schematische Darstellung einer Helferkette für den Transport von Sandsäcken
(Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg)

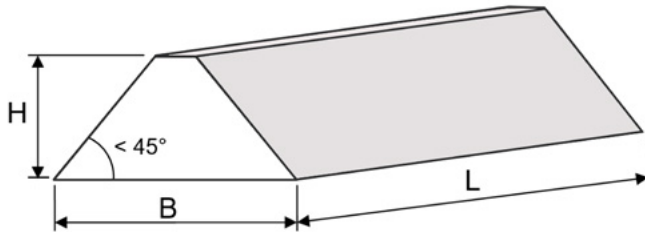


Abb. 40: Grundform eines Sandsackdammes (BABS)

Erstellen von Sandsackdämmen

Allgemeine Grundsätze:

- Sandsäcke müssen sowohl horizontal als auch vertikal versetzt verlegt werden. Keine durchgehenden Fugen bilden.
- Flach, nicht überlappend verlegen.
- Sandsäcke immer mit der Blume nach innen (dem Wasser abgewandt) verlegen (Ausnahme: Umgeschlagene, nicht zugebundene Sandsäcke müssen mit der Öffnung gegen die Wasserseite verlegt werden).
- Säcke mit Schwung aufbringen (aber nicht werfen) und vorsichtig festtreten.
- Zur Verbesserung der Stabilität und der Wasserdichtigkeit kann direkt aussen auf der Wasserseite oder, zum Schutz der Folie, hinter der ersten Sandsackschicht eine Plastikfolie eingebaut werden.

Wird ein Sandsackdamm überströmt, können die obersten Säcke mitgerissen werden. Wird die Bresche grösser, nimmt die Strömung zu – der Damm kann in sehr kurzer Zeit zerstört werden.



Abb. 41: Überströmter Sandsackdamm (BABS)

Normaler Damm:

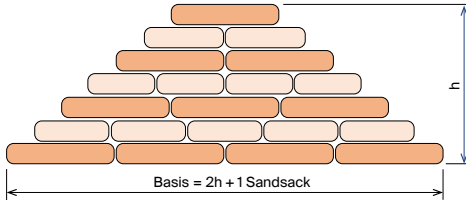


Abb. 42: Aufbau eines normalen Sandsackdamms

- Für eine normale Belastung und eine einfache Verlegetechnik.
- In der Basis und in jeder weiteren ungeraden Lage zeigt der Sandsackboden (unterster Teil eines Sackes) zum Wasser.
- In den geraden Lagen werden die Sandsäcke um 90° gedreht.

Regeldamm:

- Für eine erhöhte Belastung. Erfordert eine spezielle Verlegetechnik (Längs- und Querverband).
- Mit diesem Schichtsystem lassen sich mit wenig Material- und Zeitaufwand sehr stabile Dämme bauen.
- Entscheidend ist die präzise Schichtung der Sandsäcke im Längs- und Querverbund gemäss Schema.
- **$B \geq 2 \times H$**

3er Basis: 60 cm (ca. 60 Säcke / lfm)

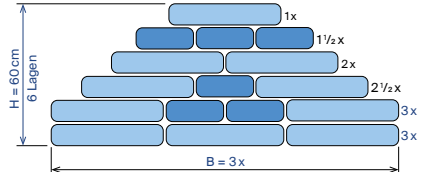


Abb. 43: Aufbau eines Regeldamms mit 3er-Basis (THW)

Der oberste Teil eines 4er- oder 5er-Damms besteht immer aus den kleineren Dämmen:

4er Basis: 80 cm (ca. 90 Säcke / lfm)

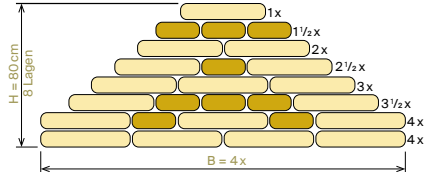


Abb. 44: Aufbau eines Regeldamms mit 4er-Basis (THW)

5er Basis: 100 cm (ca. 130 Säcke / lfm)

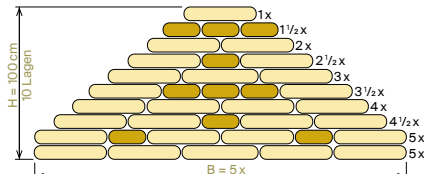


Abb. 45: Aufbau eines Regeldamms mit 5er-Basis (THW)

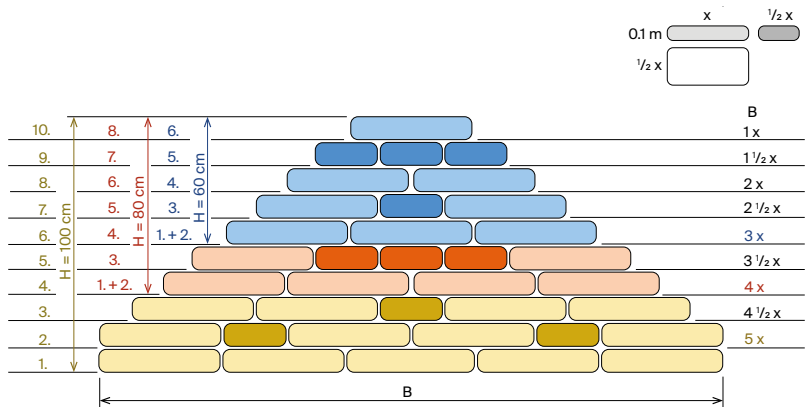


Abb. 46: Aufbau eines Regeldamms (THW)



Abb. 47: Aufbau eines normalen Damms (BABS)



Abb. 48: Beispiel eines Regeldamms (BABS)

Notdamm:

- Bei fehlender Zeit kann ein Notdamm erstellt werden.
- Zuerst wird die erste Hälfte des Dammes in einem Verhältnis $h : b = 1 : 1$ erstellt (45° auf der Wasserseite, senkrecht auf der Landseite (Abb. 45)). Er bietet den ersten Schutz gegen das Hochwasser.
- Die schräge Seite ist immer gegen das Wasser gerichtet und nie umgekehrt. Durch den vertikalen Wasserdruck wird der Notdamm zusätzlich stabilisiert.
- Um die Gleitsicherheit zu verbessern, sollten wenn möglich nur Jutesäcke verwendet werden.
- Da ein halber Damm weniger wasserdicht ist, ist der Einbau einer Folie auf der Wasserseite erforderlich.
- In einem zweiten Schritt wird anschliessend analog dazu die zweite Hälfte des Dammes auf der Landseite errichtet.

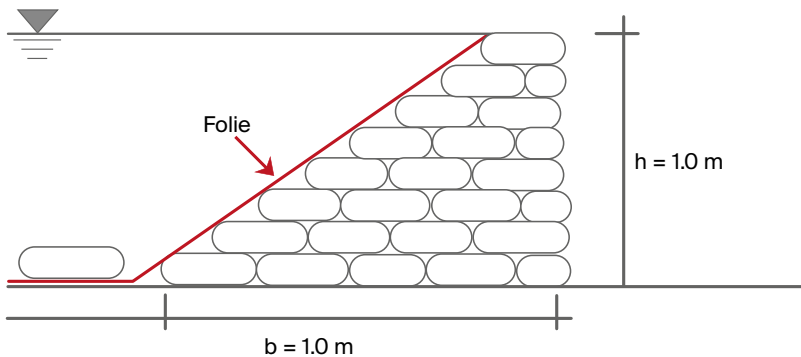


Abb. 49: Aufbau eines Not-Damms (Bauhandbuch der Armee)



Abb. 50: Beispiele einfacher Sandsackmauern (BABS)

Erstellen von einfachen Sandsackmauern

Für begrenzte Schutzmassnahmen im Objektschutz (Kellerfenster, Türöffnungen usw.) kann auch mit einfachen «Sandsackmauern» eine brauchbare Schutzwirkung erzielt werden.

Vorteile

- Einfach aufzubauen und kann im Ereignisfall nach einer kurzen Anleitung auch von Hausbewohnern problemlos selber aufgebaut werden
- Benötigt wenig Zeit, Material und Platz

Grundsätze für den Einsatz:

- Breite $\geq$ Länge eines Sandsacks
- **Höhe ≤ 50 cm**
- Maximale Länge einer Verbauung $\approx 1-2$ m. Nicht für lange Bauwerke verwenden.
- Sandsäcke immer lageweise versetzt anordnen (Abb. 50)
- Evtl. zusätzlich Plastikfolie und Schalungsbretter (vor den Öffnungen) einsetzen.

Das System ist einer grösseren dynamischen Belastung nicht gewachsen. Deshalb grundsätzlich nur bei statischen Überschwemmungen einsetzen.



Abb. 51: Stapel versetzter Sandsäcke (Bauhandbuch der Armee)

Logistik

Ein entscheidender Erfolgsfaktor für das Erstellen von grösseren Hochwasserschutzsystemen mit Sandsäcken ist eine durchdachte, funktionierende Personal-, Material- und Transportlogistik. Dabei stellen sich bei der Planung verschiedene Fragen.

Abfüllen: Wo und mit welchen Mitteln können die Sandsäcke abgefüllt werden?

- Zentral ausserhalb des Einsatzraums (z. B. im Kieswerk)
- An einem vorgeschobenen Standort im Einsatzraum
- Direkt an der Einbaustelle

Bereitstellen: Wie sollen die Sandsäcke für den Transport bereitgestellt werden (z. B. auf Europaletten 120 × 80 cm evtl. mit Rahmen)?

- 9 Säcke pro Lage
- 9–10 Lagen
- Jede Lage um 180° drehen
- Auf einer Europalette können 50–80 Sandsäcke gestapelt werden, was einem Gewicht von 1,2–1,5 t entspricht

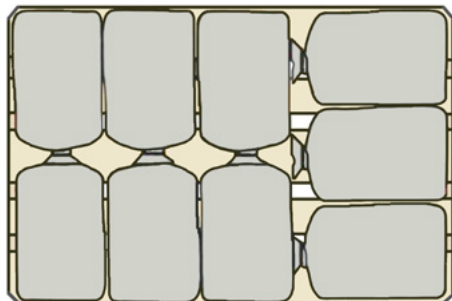


Abb. 52: Sandsäcke auf Europaletten bereitstellen (THW & BABS)

Transportieren: Wie können die Sandsäcke umgeschlagen und zur Einbaustelle transportiert werden?

- Stapler, Teleskoplader
- Strassentransport mit Lastwagen
- Geländetransport mit Teleskoplader, Landwirtschaftstransporter, Raupendumper (mit Kippbrücke)
- Handwagen, Karrette
- Helferkette

Sand ist schwer. Ohne geeignete Fahrzeuge zum effizienten Umschlagen und Transportieren der Sandsäcke kann keine grössere Sandsackverbauung realisiert werden.

Personal: Wie viele Einsatzkräfte werden benötigt und in welchen Zeitintervallen müssen sie ausgewechselt werden?

10 Einsatzkräfte können pro Stunde (inkl. Pausen) entweder:

- 500 Sandsäcke abfüllen,
- 800 Sandsäcke entladen und transportieren (max. 10 m) oder
- 800 Sandsäcke verlegen.

Benötigte Leistungen	Sandsackdamm von 100 m Länge	
	Dammhöhe 0,5 m	Dammhöhe 1,0 m
Sandsäcke à 16 kg	3 500	14 000
LKW (5 t Nutzlast)	12	48
Umschlaggeräte	4	8
Anzahl Personen für den Aufbau	40 während 1 Stunde	50 während 3 Stunden

Tab. 10: Ungefähr benötigte Leistungen für den Aufbau eines Sandsackdamms



Tafelsysteme

Tafelsysteme gehören zu den improvisierten Systemen. Sie werden in der Regel mit Schalungstafeln, Armierungseisen, Holzpfehlen, Plastikfolien und Sandsäcken zusammengebaut.

Vorteile

- Einfach und miliztauglich
- Benötigt nur wenig Personal
- Hohe Leistung
(abhängig vom Gelände)
- Hohe Verfügbarkeit des Materials
(Baustellen, Baumärkte)
- Kleine, von einer Person tragbare Elemente
- Benötigt keine Spezialausrüstung

Nachteile

- Nicht geeignet für sehr unebenen oder harten Untergrund (Fels, Beton)
- Beschränkte Aufbauhöhe (50 cm)
- Beschränkte Standfestigkeit

Einsatzoptionen

- Ableiten von Hochwasser an Strassen oder im Wiesland
- Schützen von Garageneinfahrten oder Gebäudezugängen
- Ausbrechen von Hochwasser aus einem Gerinne verhindern
- Linienschutz auf leicht geneigtem Terrain
- Ziel ist nicht in erster Linie das Abdichten, sondern das Ab- oder Umleiten des Wassers

Grundsätze für den Einsatz

Aufbau:

- Das System ist nur für Wasserhöhen bis ca. 40 cm geeignet.
- Schalungstafeln überlappend anordnen (Fließrichtung beachten).
- Schalungsbretter durch wechselseitiges Einschlagen von Armierungseisen (bei weichem Boden Holzpflocken) stabilisieren.
- Je nach Untergrund ist die Standfestigkeit gegen dynamische Einwirkungen aufgrund der Hebelwirkung nicht sehr gross. Sollte mit grösseren Belastungen gerechnet werden, muss das System mit Schrägabstützungen zusätzlich stabilisiert werden.
- Mithilfe von Folien und einer Reihe Sandsäcke auf der Wasserseite können die Dichtheit und die Stabilität verbessert werden.

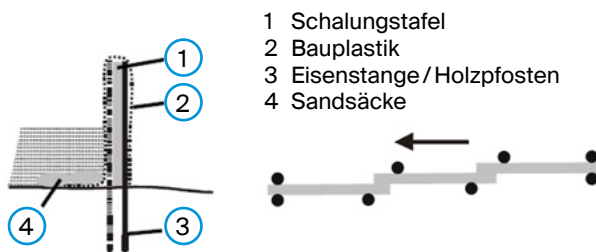


Abb. 53: Querschnitt und Ansicht Tafelsystem (VKF)

Logistik

Benötigte Leistungen ca.	Tafelsystem von 100 m Länge und 50 cm Höhe
Sandsäcke à 16 kg	150
LKW (5 t Nutzlast)	1
Schalungstafeln	50
Armierungseisen / Holzpflocke (Länge ca. 1 m)	100
Plastikfolie	250 m ²
Umschlaggeräte	1
Anzahl Personen für den Aufbau	4–8 während 1 Stunde

Tab. 11: Ungefähr benötigte Leistungen für den Aufbau eines Tafelsystems



Grundaufbau



Sicherung der Armierungseisen
 mit Drilldraht



Zusätzliche Abstützung
 mit Kantholz



Sicherung mit verstellbaren
 Abschalböcken aus dem Bausektor

Abb. 54: Praktische Beispiele: Aufbau verschiedener Tafelsysteme (BABS)



Bocksysteme

Bocksysteme bestehen aus einem Stützelement, einem Wandelement, einer Dichtungsfolie und Befestigungsmaterial. Es werden sowohl kommerzielle als auch improvisierte Systeme eingesetzt.

Vorteile

- In der Regel einfach aufzubauen
- Benötigt wenig Personal
- Hohe Leistung (abhängig vom Gelände) bei wenig Personal
- Hohe Verfügbarkeit des Materials (improvisierte Systeme)
- Es können teilweise hohe Stauhöhen erreicht werden (kommerzielle Systeme)
- Tragbare Einzelteile

Nachteile

- Nicht geeignet für unebenen Untergrund
- Bei der Verwendung von Europaletten nicht für den Anprall von Treibgut geeignet
- Bei improvisierten Systemen sind Richtungswechsel schwierig zu realisieren

Einsatzoptionen

- Linienschutzwände in beliebiger Länge
- Ringschutz zum Schützen von Objekten

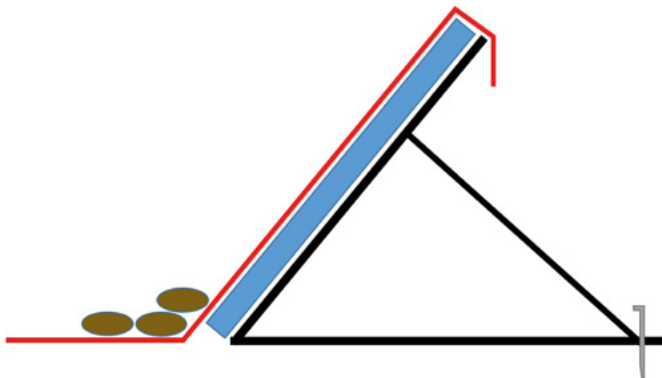


Abb. 55: Aufbau eines Blocksystems (BABS)



Abb. 56: Beispiel eines kommerziellen Bocksystems:
Stützbock mit Metallplatten ohne Folie
(Flood Control International)

Kommerzielle Systeme

Auf dem Markt werden viele verschiedene Systeme angeboten. Teilweise sollen bis zu 3 Meter Stauhöhe möglich sein. Die Stützen bestehen meist aus Stahl und sind zusammenklappbar, während die Wandelemente aus Holz-, Kunststoff- oder Stahlplatten bestehen. Mit speziellen Eckelementen können Richtungsänderungen realisiert werden. Auf dem Markt werden auch stabile Dreieckskonstruktionen unter dem Begriff «Dammsysteme» angeboten. Für alle Systeme gelten die Herstellervorschriften.

Improvisierte Systeme

Die improvisierten Bocksysteme bestehen fast ausschliesslich aus Europaletten (Grundmasse 120 × 80 cm). Europaletten sind praktisch überall in grosser Anzahl verfügbar, können von einer Person transportiert werden und sind einfach aufzubauen. Nachteile sind die festen Abmessungen und die fehlende Flexibilität bei Richtungsänderungen.

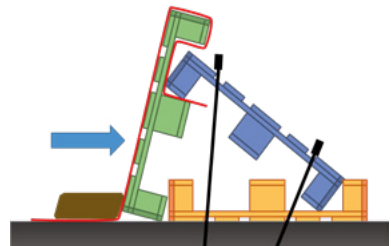


Abb. 57: Konstruktionsprinzip mit drei Paletten
(BABS)

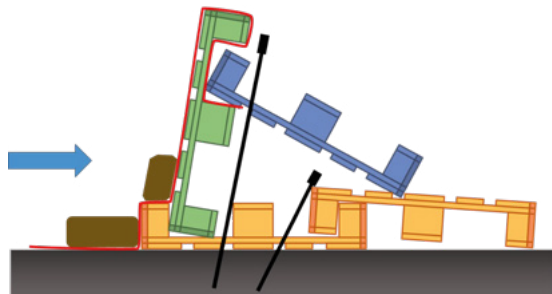


Abb. 58: Konstruktionsprinzip mit vier Paletten
(BABS)

Grundsätze für den Einsatz:

- Das System mit drei Paletten ist einfacher und braucht weniger Paletten.
- Die Paletten sind immer versetzt anzuordnen und es sind keine durchgehenden Fugen zu bilden.
- Holz schwimmt, deshalb müssen die Paletten immer mit Erdnägeln oder Sandsäcken gesichert werden.
- Aufgrund der Schlitze in den Paletten ist die Dichtfolie das schwächste Glied im System. Sie muss dem direkten Wasserdruck standhalten und besonders reissfest sein.
- Das System ist aus diesem Grund nicht für anprallendes Geschiebe und Treibgut geeignet.
- Richtungswechsel und Anschlüsse an andere Systeme sind nur bedingt bzw. schwer realisierbar.



Abb. 59: Weggeschwemmtes Palettenwehr (BABS)

Mit ca. 80 cm Stauhöhe übersteigt dieses System die empfohlene Maximalhöhe von 60 cm für notfallmässige Systeme. Die Risiken im Fall eines Versagens müssen deshalb besonders detailliert abgeklärt werden. Wand-Paletten dürfen nie hochkant (Stauhöhe 120 cm) eingesetzt werden.

Praktische Beispiele:



Abb. 60: Palettenwehr mit drei Paletten und Palettenwehr mit vier Paletten (BABS)

Logistik

Benötigte Leistungen	Bocksystem von 100 m Länge	
	Stahlblech 1,5 mm, 0,6 m Höhe	Stahlblech 3 mm, 1,5 m Höhe
LKW für Transport	1	1
Stützelemente	85 à 8 kg	85 à 60 kg
Platten à 10 kg	85 à 10 kg	255 à 30 kg
Folie	250 m ²	400 m ²
Sandsäcke à 16 kg	150	150
Bodenanker	100	100
Personen für Aufbau	4 während 1 Stunde	8 während 1 Stunde

Tab. 12: Ungefähr benötigte Leistungen für den Aufbau eines kommerziellen Systems aus Stahlblech (Beispiel)



Schlauchsysteme und geschlossene Behältersysteme

Bei den Schlauch- und Behältersystemen handelt es sich um kommerzielle Hochwasserschutzsysteme. Entsprechend gelten die Herstellervorschriften. Auf dem Markt werden sehr viele verschiedene Ausführungsvarianten angeboten. Die Behälterhülle besteht aus Kunststoff und wird mit Wasser, Sand oder Luft gefüllt.

Vorteile

- Einfach und schnell aufzubauen
- Benötigt wenig Personal
- Hohe Leistung
- Sehr flexibel, unebener Untergrund oder Richtungswechsel sind kein Problem (Schlauchsysteme)
- Es können teilweise hohe Stauhöhen erreicht werden
- Sehr stabil (Schwergewichtssysteme)

Nachteile

- Über mittlere Strecken nicht tragbar, da es maschinelle Mittel erfordert
- Für den Anprall von Treibgut nicht geeignet
- Wassergefüllte Systeme sind bei Frost problematisch
- Gefahr von Vandalismus

In der Schweiz sind die wassergefüllten Schlauchsysteme am weitesten verbreitet. Es müssen immer zwei Schläuche parallel nebeneinander verlegt werden, da ein Schlauch alleine wegrollen würde. Um eine grössere Stauhöhe zu erreichen, kann ein dritter Schlauch aufgesetzt werden.

Wassergefüllte Schläuche sind sehr schwer. Sie können bei glatter Oberfläche (z. B. nassem Gras) bereits bei wenig Seitenneigung wegrutschen und sind mit einfachen Mitteln nicht mehr zu halten. Durch ihr grosses Gewicht können sie eine Gefahr für Personen darstellen.

Standardaufbau:

- Schläuche ausrollen
- Schläuche mit Luft füllen
- Schläuche positionieren und verbinden
- Schläuche mit Wasser füllen (gleichzeitig entlüften)

Einsatzoptionen

- Linienschutz in beliebiger Länge
- Ringschutz von Objekten
- Ableiten bzw. Kanalisieren von Wasser
- Erhöhen von Schutzdämmen
- Erstellen von Wasserbecken

Praktische Beispiele:



Abb. 61: Wassergefülltes Schlauchsystem (Beaver) und wassergefüllte Kunststoffelemente mit Stecksystem (Aeschlimann Hochwasserschutz AG)

Logistik

Benötigte Leistungen ca.	Schlauchsystem 100 m Länge, 60 cm Höhe
LKW (5 t Nutzlast)	1
Schlauchdoppelelemente à 10 m (je 50 kg)	10
Gebläse für die Luftfüllung	1–2
Pumpe inkl. Schläuche für die Wasserfüllung	1
Wasser	60 m ³
Personen für den Aufbau	4 während 1 Stunde

Tab. 13: Ungefähr benötigte Leistungen für den Aufbau eines Schlauchsystems



13:37:56 Klappsysteme

Klappsysteme sind kommerzielle Systeme. Sie bestehen aus Kunststoffolie und funktionieren wie eine zusammengefaltete, mit der Öffnung gegen das Wasser gerichtete Tasche. Bei anströmendem Wasser füllen sich die Taschen und richten sich dabei selbstständig auf.

Vorteile

- Einfach und sehr schnell aufzubauen
- Benötigt nur wenig Personal
- Kann in geschlossenem, unbelastetem Zustand noch überquert werden (teilweise sogar mit Fahrzeugen)
- Keine zusätzlichen Einrichtungen erforderlich

Nachteile

- Nicht geeignet für sehr unebenen Untergrund
- Gefahr von Vandalismus

Einsatzoptionen

Klappsysteme dienen dem Sperren von frontal zufließendem Wasser.

Praktisches Beispiel:



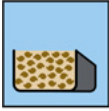
Abb. 62: Klappsystem im Einsatz (MegaSecur Europe)

Logistik

Benötigte Leistungen ca.	Klappsystem 100 m Länge, 50 cm Höhe
PW für Transport	1
Klappelemente à 15 m (je 34 kg)	7
Bodenanker (je nach Untergrund)	200
Personen für den Aufbau	2 – 4 während 30 Minuten

Tab. 14: Ungefähr benötigte Leistungen für den Aufbau eines Klappsystems





Beckensysteme

Beckensysteme bestehen aus einer Rahmenkonstruktion und einer Aussenhülle. Sie werden mit Wasser, Sand oder Erde gefüllt. Die Dichtheit der Stossfugen zwischen den einzelnen Becken wird durch den Anpressdruck gewährleistet. Es werden sowohl kommerzielle als auch improvisierte Systeme eingesetzt, wobei in der Schweiz praktisch keine kommerziellen Systeme existieren.

Vorteile

- Einfach aufzubauen
- Beliebige lange Schutzwerke möglich
- Richtungswechsel möglich
- Sehr stabil
(Schwergewichtssystem)

Nachteile

- Nicht geeignet für sehr unebenen Untergrund
- Gefahr von Vandalismus
- Systeme mit Sand- oder Erdfüllung erfordern den Einsatz von leichten Baumaschinen

Einsatzoptionen



Abb. 63: Improvisiertes Behältersystem mit Industriesäcken (THW)

Ein Beckensystem wird zum Linien- oder Ringschutz im flachen Gelände eingesetzt.

Improvisierte Systeme

- Mit Industriesäcken oder Schwerlastsäcken (Big Bags) und Sand können auf einfache Weise funktionstüchtige Behältersysteme aufgebaut werden.

Grundsätze für den Einsatz von Big Bags:

- Voraussetzung ist ein tragfähiger Untergrund. Die Industriesäcke dürfen nicht kippen.
- Befüllen mit einem Pneulader oder einem Fahrmischer direkt vor Ort oder vorgängiges Füllen der Industriesäcke und Transport an den Hebeschlaufen an die Einbaustelle mit einer Baumaschine oder einem Gabelstapler.
- Die Behälter müssen dicht aneinander gestapelt werden.
- Die Industriesäcke haben keine Aussteifung und können sich deshalb mit der Zeit verformen. Um dies zu verhindern, können als Aussteifung vor dem Füllen einfache Holzrahmen eingeschoben werden.
- 2 bis 4 Säcke können zusätzlich durch das Zusammenschrauben der Holzrahmen wie eine Handorgel miteinander verbunden werden und stabilisieren so das System (solche Systeme werden auch kommerziell angeboten).



Abb. 64: Abfüllen von versteiften Big Bags mit einem Fahrmischer (INN-PACK)

Logistik

Benötigte Leistungen ca.	Beckensystem 100 m Länge, 100 cm Höhe
LKW (5 t Nutzlast) für Sandtransport	26
LKW für Beckentransport	1
Beckenelemente à 2 m (je 40 kg)	50
Pneulader für das Füllen mit Sand	2
Sand	80 m ³
Personen für den Aufbau	4 während 1 Stunde

Tab. 15: Ungefähr benötigte Leistungen für den Aufbau eines kommerziellen Beckensystems (Sandfüllung)



Betonelementsystem

Es handelt sich grundsätzlich um ein improvisiertes System. Als Elemente werden mobile Betonschutzwände aus dem Bausektor verwendet (z. B. temporäre Strassenabsperungen). Sie sind ca. 2 Meter lang und widerstehen hohen dynamischen Kräften.

Das System ist so aufzubauen, dass der Anströmwinkel nicht mehr als 45° beträgt.

Vorteile

- Hoher Widerstand gegen dynamische Einwirkungen
- Sehr standfest (Schwergewichtssystem)
- Richtungswechsel möglich
- Bei Baugeschäften und Werkhöfen verfügbar

Nachteile

- Erfordert für das Transportieren und Aufbauen schwere Geräte
- Nicht wasserdicht

Einsatzoptionen

- Anwendung bei sehr hoher dynamischer Einwirkung des Wassers.
- Lokales Ausbrechen von Wildbächen verhindern (Kurvenaußenseite, bei Brücken, einsturzfährdeten Ufermauern usw.).
- An Seen zum Schutz vor hohen Wellen.



Abb. 65: Elemente mobiler Betonschutzwände
(Wikipedia)

Logistik

Benötigte Leistungen ca.	Betonelementsystm 100 m Länge, 100 cm Höhe
LKW (6,5 t Nutzlast) für Transport	13
Betonelemente à 2 m (je 1600 kg)	50
Baumaschinen zum Heben und Verschieben	2
Personen für den Aufbau	4 während 1 Stunde

Tab. 16: Ungefähr benötigte Leistungen für den Aufbau eines Betonelementsystms

Übersicht über die Systembedingungen

1	Sandsäcke	   	   
2	Tafel	   	   
3	Schlauch / Behälter Wasserfüllung	     	     
4	Schlauch Sandfüllung	     	     
5	Schlauch Luftfüllung	   	   
6	Becken Wasserfüllung	     	     
7	Becken Sandfüllung	     	     
8	Klappe Kunststoffplane	   	   
9	Bock, leichte Ausführung	  	  
10	Bock, schwere Ausführung	   	   
11	Damm	   	   
12	Betonelement	     	     

Abb. 66: Zusammenfassung der einzelnen Systeme (VKF)

Entscheidungshilfe für den Einsatz

Symbol	Systemtyp / Spezifizierung	1. Ableiten Handlage	2. Ringschutz Muldenlage	3. Absperren Strassenabfluss	4. Linienschutz See	5. Linienschutz Fluss	6. Linienschutz Wildbach	7. Stauen Fluss	8. Rückhalt Flüssigkeiten
	Sack Sandsack	■	■	■	▲	▲	▲	▲	▲
	Sack Tandemsack	■	■	■	▲	■	▲	▲	▲
	Tafel Schalttafel	■	●	■		■	▲	●	●
	Schlauch/Behälter Wasserfüllung	■	■	■	■	■	▲	●	■
	Schlauch Sandfüllung	●	▲	■	■	■	▲	●	●
	Schlauch Luftfüllung	■	■	■	■	■	▲	●	■
	Becken Wasserfüllung	●	■	■	■	■	▲	●	▲
	Becken Sandfüllung	●	■	■	■	■	▲	▲	▲
	Klappe Kunststoffmembranen	●	▲	■	▲	▲	●	■	▲
	Bock Leichte Variante	▲	■	■	■	■	▲	■	▲
	Bock Schwere Variante	●	■	■	■	■	▲	●	▲
	Damm Kunststoffelemente	●	▲	■	■	■	●	●	▲
	Masse Betonelement	●	●	▲	●	●	■	▲	●

Abb. 67: Entscheidungshilfe betreffend die Systeme und deren Anwendungsmöglichkeit (FKS)

Dammverteidigung

Notfallmässige Massnahmen an Hochwasserschutzdämmen

In der Fachsprache wird zwischen Dämmen und Deichen unterschieden. Dämme sind immer eingestaut, wobei Deiche nur gelegentlich (bei Hochwasser) eingestaut sind. In dieser Dokumentation wird nicht zwischen Damm und Deich unterschieden und nur der Begriff Damm verwendet.

Dämme können für einen Laien ohne ersichtlichen Grund unerwartet brechen. Hochwasser-schutzeinsätze an Dämmen dürfen nur unter der Leitung einer fachkundigen Person erfolgen.



Abb. 68: Deichbruch (Robert Jüpner, Technische Universität Kaiserslautern)

Die Beurteilung der Standsicherheit eines Dammes aufgrund von rein visuellen Eindrücken ist oft schwierig und ungenügend. Für eine objektive Beurteilung und die Ableitung von wirksamen Massnahmen müssen auch der Aufbau und die Geschichte des Dammes bekannt sein.

Grundregeln:

- Immer ein Sicherheitskonzept erstellen und umsetzen.
- Dammkrone, Dammböschungen und Dammhinterland nicht unnötig belasten oder befahren. Erschütterungen vermeiden.
- Abfluss von Sickerwasser nicht behindern oder unterbinden.
- Nicht in Sickerwasseraustritten herumstochern.
- Abgerutschtes Dammmaterial nicht entfernen.
- Keine Pflöcke oder sonstiges in den Damm schlagen.
- Abdichtungen (z. B. Folien) nur wasserseitig, nie landseitig anbringen.
- Landseitige Massnahmen immer wasserdurchlässig herstellen.

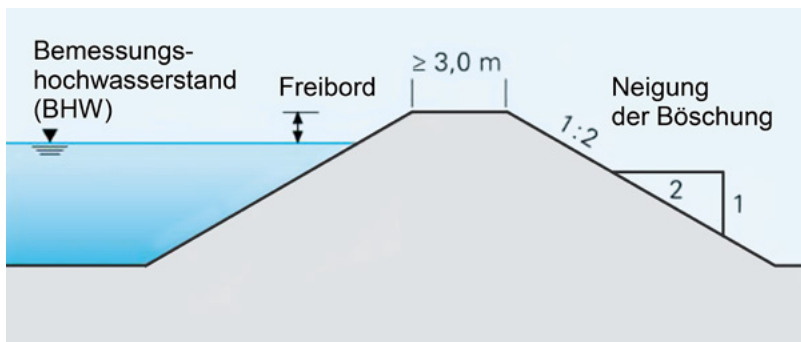


Abb. 69: Geometrie eines Hochwasserschutzdammes (Bayerisches Landesamt für Umwelt)

System für die Klassifizierung von Schäden

Klassifizierung		Konsequenzen
 Problematisch	Stabilität reduziert Standsicherheit noch nicht gefährdet	Beobachtung und Vorbereitung Dammverteidigung
 Gefährlich	Standsicherheit stark reduziert Dammbruch möglich	Dammverteidigung Evakuierungen prüfen Rettungsmaterial für Einsatzkräfte bereithalten
 Sehr gefährlich	Dammbruch innerhalb kürzester Zeit wahrscheinlich	Sofortige, massive Dammverteidigung Auf Sicherheit der Einsatzkräfte achten Im Zweifelsfall sofortiger Rückzug

Tab. 17: System für die Klassifizierung von Schäden und dazugehörige Konsequenzen

Beschreibung und Klassifizierung von Schadenszenarien

Durchströmung oder Unterströmung des Dammes

Durchströmung und Unterströmung bezeichnen den Austritt von Wasser an unterschiedlichen Stellen auf der Luftseite des Dammhinterlandes. Generell gilt ein Damm als schwach und gefährlich, wenn:

- das Sickerwasser sehr trüb ist (innere Erosion des Dammes),
- der Wasseraustritt im oberen Bereich des Damms erfolgt,
- der Wasseraustritt stark zunimmt,
- die Sickerwassermenge rapide zunimmt.

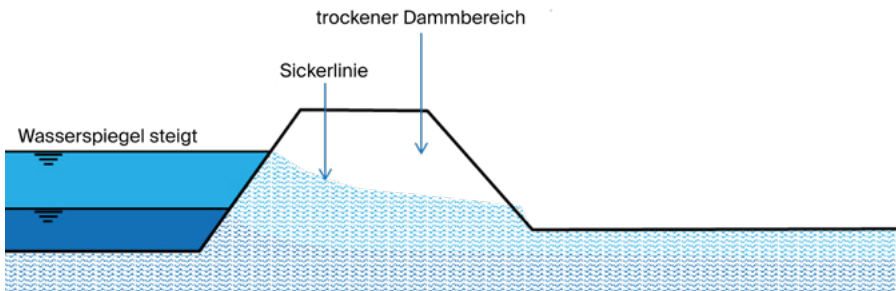


Abb. 70: Sickerlinie am Hochwasserschuttdamm (Bruno Gerber, Tiefbauamt Kanton Bern)

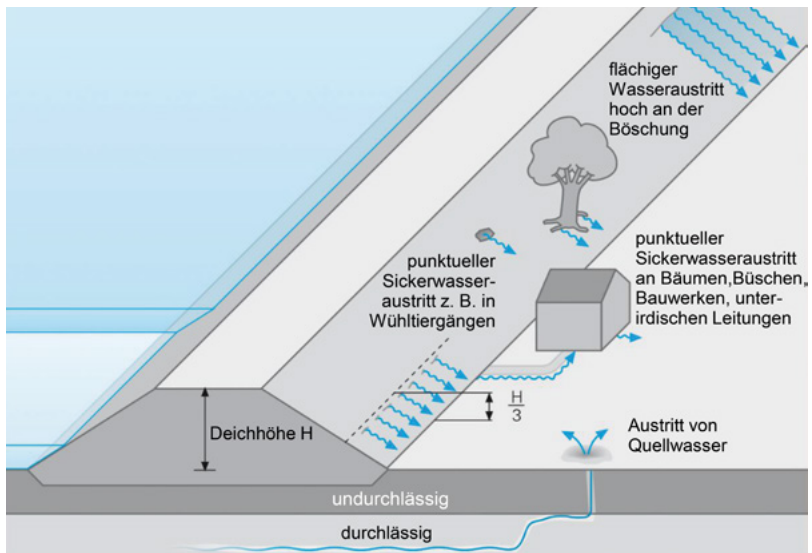


Abb. 71: Sickerwasseraustritte (Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Feststellungen	Klassifizierung
Klares Sickerwasser in oberen $\frac{1}{3}$ DH Starker, klarer Wasseraustritt und Dammeigung $> 1:2$	■
Flächiger Austritt von trübem Sickerwasser Trübes Sickerwasser in unteren $\frac{1}{2}$ DH Schneller Sickerwasseranstieg in oberen $\frac{1}{3}$ DH Quellaustritte im Dammhinterland	▲
Sickerstellen mit Dammmaterialaustrag Trübes Sickerwasser in oberen $\frac{1}{2}$ DH Schneller Sickerwasseranstieg in unteren $\frac{1}{3}$ DH Starker Quellaustritt im Dammhinterland mit Materialaustrag Materialaustrag	●

Tab. 18: Klassifizierung von Schadenszenarien bei Durchströmung oder Unterströmung von Dämmen (DH = Dammhöhe)

Risse und Rutschungen im Damm

Verformungen wie Risse, Rutschungen und Hebungen auf der Wasser- oder Luftseite des Dammes sind gefährlicher als Sickerwasseraustritte. Ungefährliche Verformungen gibt es nicht. Risse und Rutschungen machen den Damm schwächer und gefährlicher, wenn:

- sie nahe am Wasser sind,
- sie grossflächig, lang und tief sind,
- der intakte Dammkörper reduziert ist.

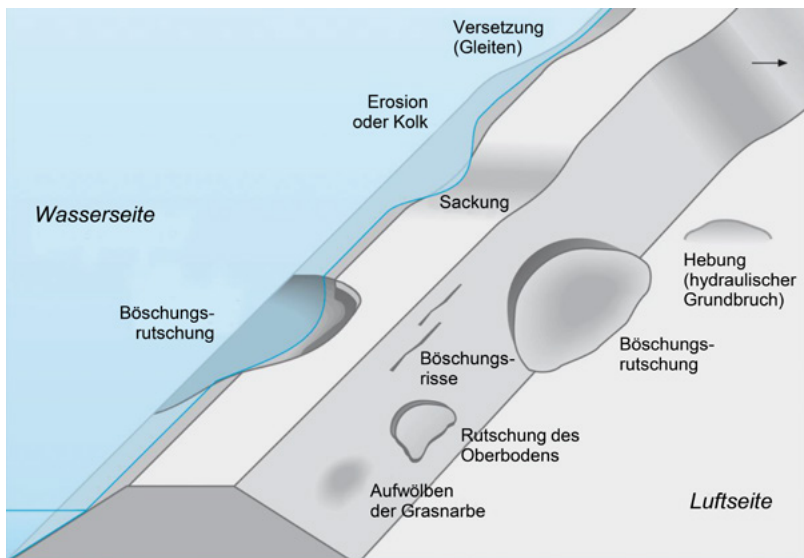


Abb.72: Verformungen und Rutschungen an Dämmen (Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Feststellungen	Klassifizierung
Oberflächliche Risse oder Rutschungen Beschädigung ist über dem Wasserspiegel und dieser steigt nicht mehr an	
Oberflächliche Risse oder Rutschungen bei DK < 3 m oder Damm steiler als 1:2 Stärkeres Eindringen von Wasser in den Damm Vergrößerung der Schadenstellen Risse im unteren 1/3 DH	
Dammkrone abgesackt und Überströmung droht Anstieg des Wasserspiegels bei vorhandenen Rutschungen Tiefe Risse in Krone oder Böschung Verformung der luftseitigen Böschung	

Tab. 19: Klassifizierung von Schadenszenarien bei Rissen und Rutschungen
(DH = Dammhöhe, DK = Breite der Dammkrone)

Erosion des Vorlandes

Eine Erosion des Vorlandes kann besonders bei steil abfallendem Dammvorland eintreten.

Feststellungen	Klassifizierung
Erosion Vorland bis Dammfuss und Beginn Kolkbildung und Unterspülung	
Rutschung mit Gefahr eines Damnbruchs Gefährdung der Standsicherheit des Dammes bei weiterer Erosion	

Tab. 20: Klassifizierung von Schadenszenarien bei einer Erosion des Vorlandes

Überströmung des Dammes

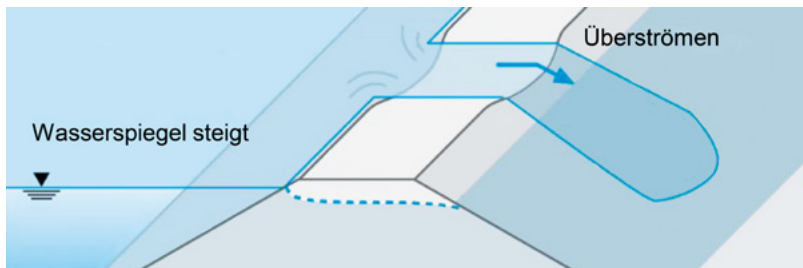


Abb. 73: Überströmung eines Dammes (Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Feststellungen	Klassifizierung
Nur leichte Überspülung, luftseitige Böschung ist befestigt (Beton, Asphalt)	▲
Starke oder rasch zunehmende Überspülung Luftseitige Böschung ist steiler 1:2 Luftseitige Böschung ist unbefestigt Dambruchgefahr, sofortiger Rückzug	● ●

Tab. 21: Klassifizierung von Schadenereignissen bei einer Überströmung des Dammes

Notfallmässige Massnahmen

Erkundungspatrouille / Dammwache

Aufgaben und Verhalten:

- Den Damm meiden und wenn möglich aus sicherer Entfernung beobachten.
- Erkennen von Sickerstellen an luftseitiger Dammböschung und am Dammfuss (Menge, Trübung, Zu- bzw. Abnahme).
- Feststellen von Veränderungen am Dammkörper (Setzungen, Risse, Rutschungen, Aufwölbungen).
- Ablesen des Hochwasserpegels.

- Beobachten der Wasseroberfläche auf starke Strudelbildung (möglicher Hinweis auf eine Entstehung von Kolken bzw. Uferanrissen).
- Kontrolle des Wasserstands und des vorhandenen Freibords

Dammstützung auf der Landseite

Das Ziel einer Dammstützung auf der Landseite ist es, mit einer Auflast einen genügend starken Dammaufbau herzustellen. Dabei wird am Dammfuss begonnen und danach werden gleichmässig Sandsäcke sowohl den Damm hoch als auch ins Hinterland gelegt (bis ca. $\frac{2}{3}$ Böschungslänge).

Wird die Stützung nicht weit genug ins Hinterland gezogen, wird die Stabilität des Dammes nicht erhöht, sondern geschwächt.

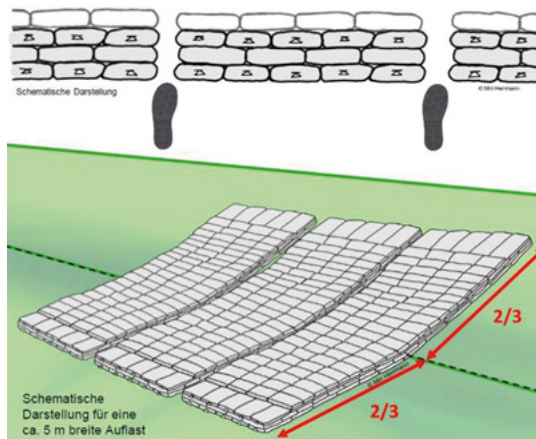


Abb. 74: Prinzip einer Dammstützung mit Sandsäcken (THW)

Die erste Lage wird mit dem Sackboden zum Wasser längst gerichtet gelegt. Jeweils alle fünf Sandsäcke soll eine Schuhbreite (ca. 5 cm) als Entwässerungsfuge frei gelassen werden («Das Gras muss den Himmel sehen»). Alternativ kann zuerst eine Filterschicht aufgebracht werden, welche das Sickerwasser durchlässt, jedoch gleichzeitig die Bodenteilchen zurückhält (z. B. Geotextil, Armierungsmatten aus Stahl, Holzstangen, Drainagekies). Keinesfalls darf der Sickerwasser-
austritt behindert oder gar gestoppt werden.

Danach können mindestens vier Lagen Sandsäcke aufgebracht werden. Jede Lage wird um 90° gedreht. Erschütterungen müssen vermieden werden (Säcke nicht werfen). Alternativ können anstelle von Sandsäcken auch mobile Schlauchsysteme, Schüttungen mit Kies oder Sand (kein bindiges Material) oder sandgefüllte Industriesäcke (Big Bags) als Auflast verwendet werden.

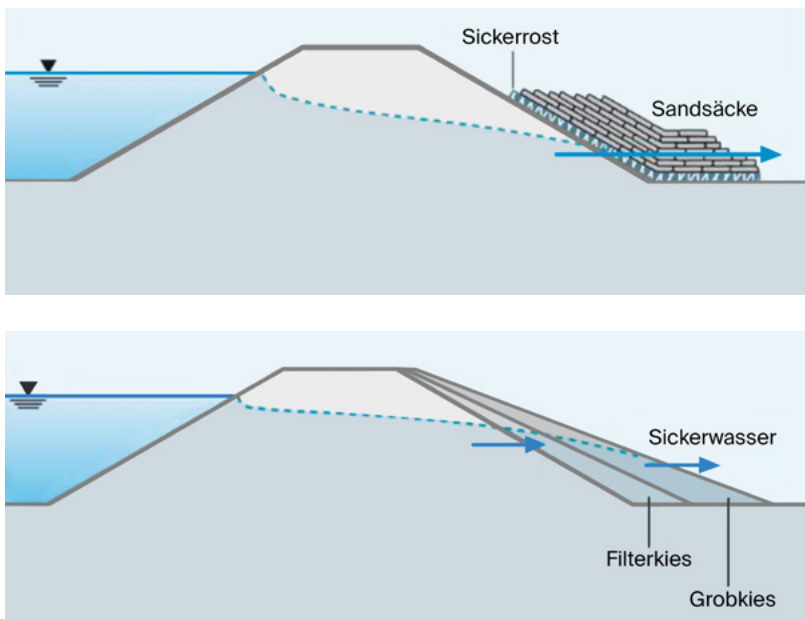


Abb.75: Stützung eines Dammes mit Sandsäcken oder mit Kiesschüttung
(Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Wasserseitige Rutschungen und Risse sichern

Das Ziel bei der Sicherung von wasserseitigen Rutschungen und Rissen ist es, die Stabilität des Dammes zu erhalten und weitere Erosion zu verhindern.

Zur Sicherung von wasserseitigen Rutschungen und Rissen werden Mulden, Löcher und Risse durch das Einwerfen von Sandsäcken aufgefüllt. Um die Böschung nicht zusätzlich zu schwächen, sollte wenn möglich am Dammfuss begonnen und die Säcke sollten nur aus geringer Höhe hineingeworfen werden. Alternativ können Mulden und Löcher auch mit Steinschüttungen aufgefüllt werden. Um abgerutschte Böschungen vor weiterer Erosion zu schützen, können Raubäume (siehe Seite 84) oder, bei genügend Zeit, Faschinen eingebaut werden.

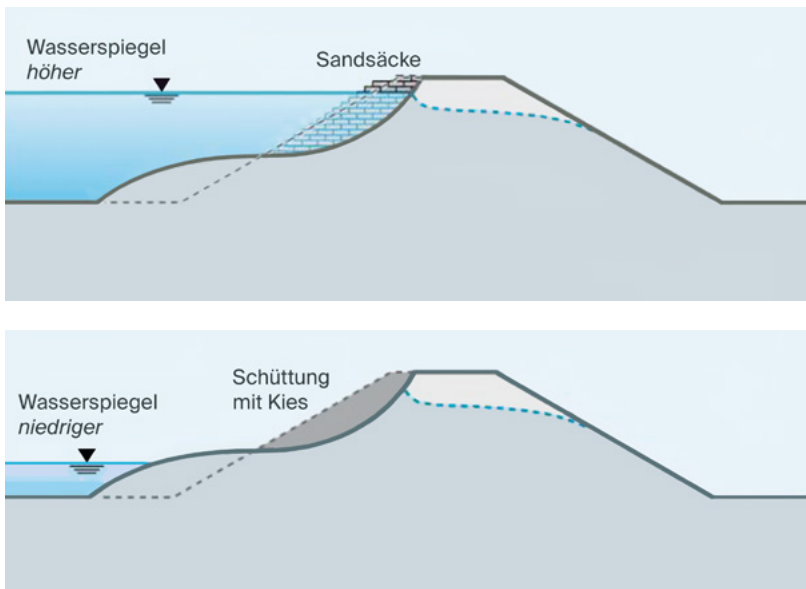


Abb.76: Sichern von wasserseitigen Rutschungen mit Sandsäcken oder Kies
(Bayerisches Landesamt für Umwelt)

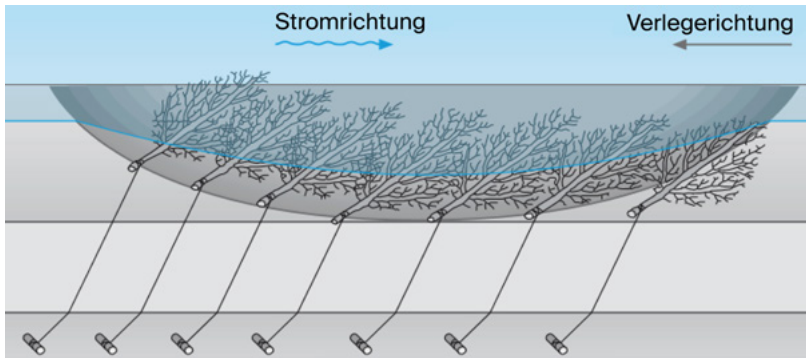


Abb. 77: Eingehängte Raubäume (Bayerisches Landesamt für Umwelt)

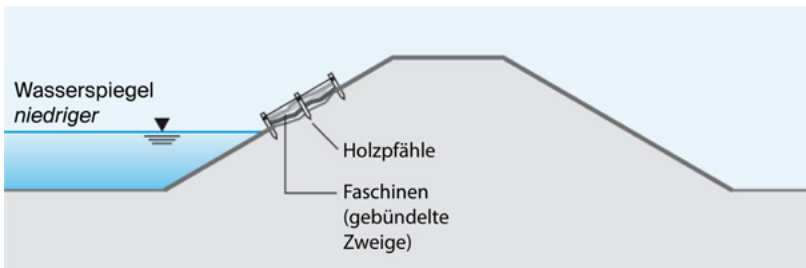


Abb. 78: Einbauen von Faschinen in einen Damm (Bayerisches Landesamt für Umwelt)

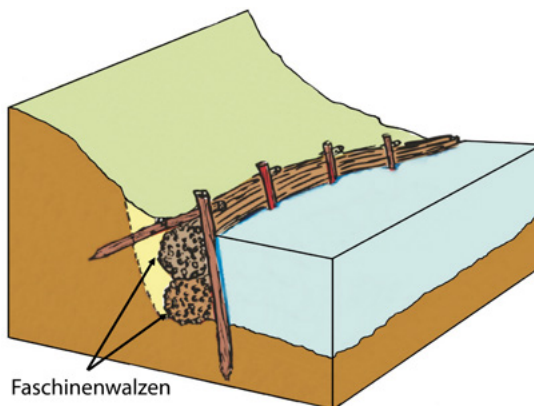


Abb. 79: Einbauen von Faschinenwalzen am Ufer (BABS)

Dichtefolie auf der Wasserseite

Das Anbringen von Dichtefolie hat zum Ziel, den Wassereintritt in den Damm zu verhindern. Lokale Wassereintrittsstellen oder Beschädigungen auf der Wasserseite können mit einer Folie abgedeckt werden. Die Folie muss dicht auf der Böschung aufliegen (Rohr oder Eisenstange am unteren Ende der Folie als Beschwerung anbringen und Folie an den Rändern mit Sandsäcken beschweren).

Die Folie dichtet nur dann ab, wenn sie durch die Sogwirkung des ausfliessenden Wassers auf die undichte Stelle gepresst wird. Ist kein Sog vorhanden, ist die Folie unwirksam. Diese Massnahme ist nur sinnvoll, wenn die Böschungsoberfläche relativ glatt ist. Grössere Löcher sollten vorher aufgefüllt werden.

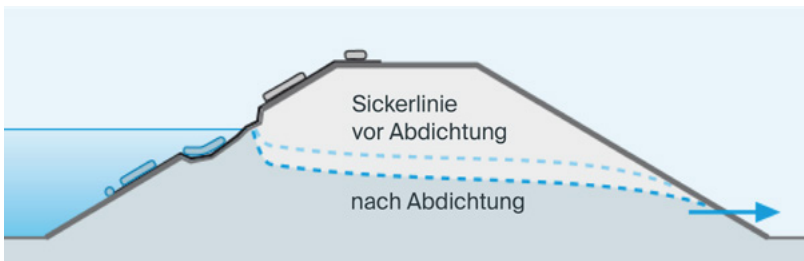


Abb. 80: Abdichten des Damms mittels Folie (Bayerisches Landesamt für Umwelt)

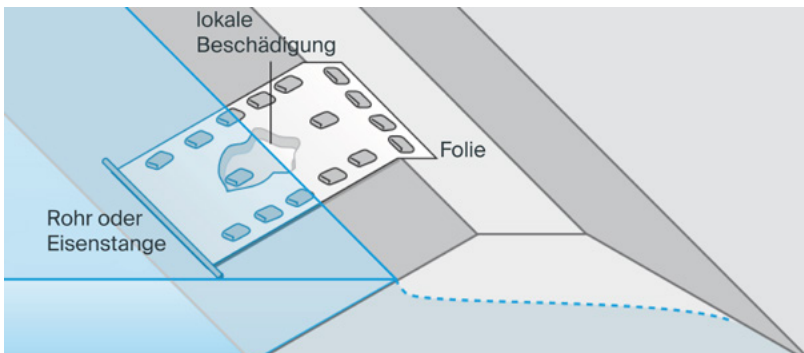


Abb. 81: Sicherung der Dichtungsfolie (Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Dammerhöhung (Aufkaden)

Die Dammerhöhung, auch Aufkaden genannt, hat zum Ziel, das Freibord zu erhöhen und so die Überströmung des Dammes zu verhindern. Droht der Wasserspiegel über die Dammkrone zu steigen, kann der Damm mit Sandsäcken oder mobilen Hochwasserschutzsystemen erhöht werden.

Durch die Auflast wird der Damm zusätzlich stark belastet und kann ohne Vorwarnung brechen. Dammerhöhungen dürfen nur unter der Anweisung von Fachpersonen ausgeführt werden.

Überzähliges Personal muss aus dem Gefahrengebiet abgezogen werden. Ausserdem muss ein Dammbruch in die Gefahrenbeurteilung miteinbezogen werden. Ist die luftseitige Neigung steiler als 1:2 oder die Kronenbreite < 3 m, sollte der Damm zuerst luftseitig gestützt werden (siehe Seite 78).

Weitere Schutzmassnahmen

Notfallmässiger Uferschutz mit Raubäumen

Zweck und Funktion

Raubäume können als improvisierte Hochwasserschutzmassnahme in folgenden Situationen eingesetzt werden:

- Erosionsschutz von Uferböschungen
- Begrenzen von Schäden auf der Wasserseite von Hochwasserschutzdämmen
- Verhindern eines Dammbruchs
- Schliessen einer Bresche in einem Damm

Durch den Einbau von Raubäumen wird die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers reduziert und das Ufer im Bereich der Erosionsstelle oder Bruchstrecke geschützt. Der Vorteil dabei ist, dass bei geringem Zeit- und Materialaufwand ein grosser Effekt erzielt wird.

Grundsätze für den Einsatz

Eine kräftige, astreiche Fichte oder Tanne, welche möglichst nahe am Wasser steht, wird zuunterst (ca. 1 Meter) entastet (1). Der Stammfuss wird an Drahtseilen angeschlagen und von der zu schützenden Zone flussaufwärts an einem geeigneten Anschlagpunkt gesichert (2). Nun wird der Baum wenn möglich direkt ins Wasser gefällt (3). Er soll im Wasser bis an die vorgesehene Stelle getrieben lassen (4) und am Anschlagpunkt fest verankert werden (5). Je nach Situation kann der Baum zusätzlich am Wipfel mit einem Drahtseil gesichert werden (6). Der Raubaum muss länger sein als die zu schützende Zone. Reicht ein Baum nicht, können mehrere Bäume hintereinander eingebaut werden. Dabei wird flussabwärts mit dem Einbau begonnen.

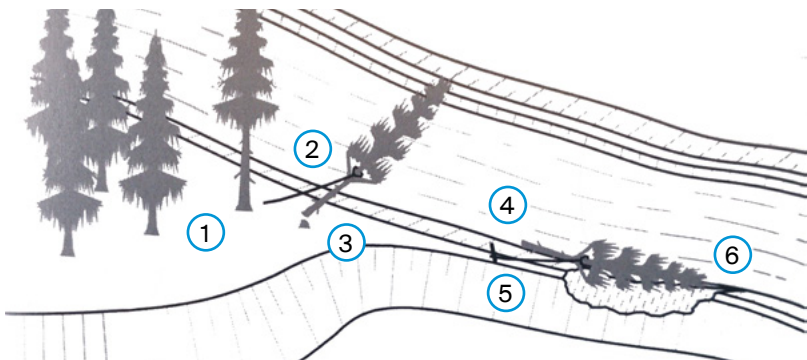


Abb. 82: Einbauen eines Raubaaums (Rote Hefte 82, Kohlhammer Verlag)

Notfallmässige Sicherungs- und Instandstellungsarbeiten

Sichern von Heizöltanks

Werden Räume mit ungenügend gesicherten Heizöltanks geflutet, können die Tanks im Wasser auf-treiben. Die Anschlussleitungen werden abgerissen und es besteht die Gefahr, dass die Tanks kippen. Dadurch können grosse Mengen Heizöl in die Umwelt gelangen. Um solch gravierende Umweltver-schmutzungen zu vermeiden, lohnt es sich, die Heizöltanks bei genü-gend Vorwarnzeit gegen Auftrieb zu sichern. Auf einen fast leeren Tank wirken enorme Auftriebskräfte (mehrere Tonnen), entsprechend massiv muss die Sicherung sein. Sind Wände und Decke des Heizöl-raums genügend stabil, empfiehlt sich folgende improvisierte Sicherungsmethode:

- Heizöltank gegen seitliches Aus-brechen mit Baustützen sichern
- Tank zusätzlich gegen die Decke abstützen



Abb. 83: Sicherung eines Heizöltanks
(Gebäudeversicherung Bern GVB)

Diese Massnahmen bedingen, dass der Tank genügend fest ist und nicht durch die einwirkenden Kräfte zusammengedrückt wird. Bei weniger stabilen Tanks ist es unter Umständen besser, nur die seitli-chen Sicherungen anzubringen. So kann er zwar auftreiben und gegen die Decke gedrückt werden, jedoch nicht kippen. Dabei sind die Anschlussleitungen zu beachten, damit ein Ausreissen verhindert wird.

Wird der Raum nicht voll geflutet, wirken weniger grosse Kräfte auf den Tank ein. Als Alternative können Tanks mit Spanngurten auf die Bodenplatte verankert werden.

Auspumpen von Untergeschossen

Im Rahmen von Hochwassereinsätzen wird meist sehr schnell mit dem Auspumpen von gefluteten Untergeschossen begonnen. Dabei muss die Sicherheit der Einsatzkräfte, der Bewohner und des Gebäudes immer gewährleistet sein.

Stromschlaggefahr: Das Wasser kann unter Spannung stehen. Mit den Arbeiten darf erst begonnen werden, wenn die Stromzufuhr durch ein/e Spezialist/in der Feuerwehr oder durch den Netzbetreiber freigeschaltet worden ist.

Gefahrenstoffe: Das Wasser kann mit Gefahrenstoffen (Heizöl, Chemikalien usw.) kontaminiert sein. Arbeiten dürfen erst nach Rücksprache mit Fachspezialistinnen und Fachspezialisten begonnen werden. Ausserdem muss Schutzkleidung getragen werden.

Durch unterschiedliche Wasserniveaus (Grundwasseranstieg, Auspumpen einzelner Räume) können enorme Druckkräfte entstehen. Dadurch ergeben sich neue Gefahren und Risiken, welche nicht immer offensichtlich erkennbar sind:

- Bei Arbeiten in einem geschlossenen Raum können nach innen öffnende Türen bereits ab einer Wasserhöhe von 30 cm durch eine Person nicht mehr geöffnet werden. Der Rückzugsweg ist folglich abgeschnitten.
- Öffnen die Türen nach aussen, können sie mit enormer Wucht explosionsartig aufschlagen. Es besteht höchste Lebensgefahr.

Kein Aufenthalt in Räumen, in welchen der Überflutungsprozess noch im Gang ist. Keine Türen öffnen, die unter hohem Wasserdruk stehen.

- Bei einem vollgelaufenen Untergeschoss muss angenommen werden, dass der Grundwasserspiegel ebenfalls gestiegen und mindestens gleich hoch ist wie der Wasserspiegel im Gebäude. Wird das Untergeschoss sehr schnell leergepumpt, erfolgt ein grosser Unterschied in den Wasserniveaus. Es entsteht Auftrieb auf das Gebäude. Bodenplatten und Wände des Untergeschosses werden grossen Kräften ausgesetzt. Die Bodenplatte kann brechen, Wände können einbrechen oder das ganze Gebäude kann aufschwimmen.

Diese Schäden kündigen sich nicht an und es sind keine Gegenmassnahmen mehr möglich. Sie können das ganze Gebäude zum Einsturz bringen.

Es besteht grösste Gefahr für die Einsatzkräfte und die Bewohner/innen. Gebäude immer erst nach einer Beurteilung durch eine Baufachspezialistin/einen Baufachspezialisten auspumpen.

Bei hohem Grundwasserstand und schwacher Bausubstanz (geringe Gebäudelast) kann es sogar erforderlich sein, noch nicht vollgelaufene Untergeschosse bewusst mit sauberem Wasser zu fluten, um so einen Druckausgleich herzustellen und das Gebäude vor grösseren Schäden zu schützen.

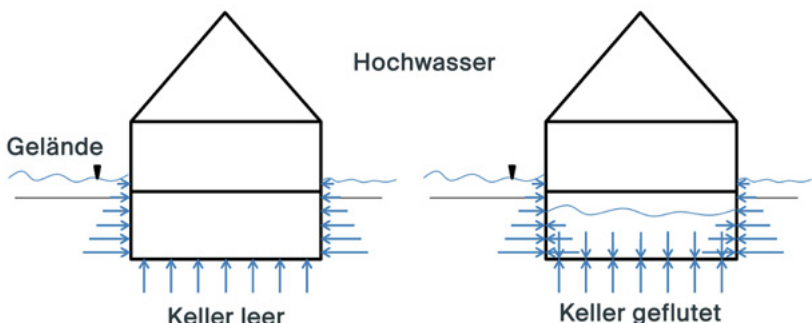


Abb. 84: Wasserdruck bei einem leeren und einem gefluteten Keller
(Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg)

Bibliografie

Bundesamt für Raumentwicklung ARE; Bundesamt für Umwelt BAFU, Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren (2005).



<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/recht/vollzugshilfen-naturgefahren.html.html>

Bundesamt für Umwelt BAFU, Hochwasser und Murgang, Faktenblätter Gefahrenprozesse (2015).



<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/gefahrengrundlagen/gefahrengrundlagen.html>

Bundesamt für Umwelt BAFU, Klimaerwärmung: Instabiler Permafrost führt zu häufigeren Bergstürzen.



<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/dossiers/klimaerwärmung-und-bergstuerzen.html>

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Landesverband Sachsen/Thüringen (Hg.) (2011): Hochwasseralarmstufe 4 – Alles zu spät? Möglichkeiten und Grenzen des operativen Hochwasserschutzes, Dresden.

Jüpner, Robert; Weichel, Thilo (2013): Inundation caused by dike break – real-time forecast and monitoring during the Flood 2013, in: EVAN 2013, Proceedings of the 1st International Short Conference on Advances in Extreme Value Analysis and Application to Natural Hazards. S. 105 – 114.

Kanton Bern (Hg.) (2012), Kursunterlagen Wassergefahren, Bern.

PLANAT, Entstehung von Überschwemmungen. PLANAT, Ufererosion

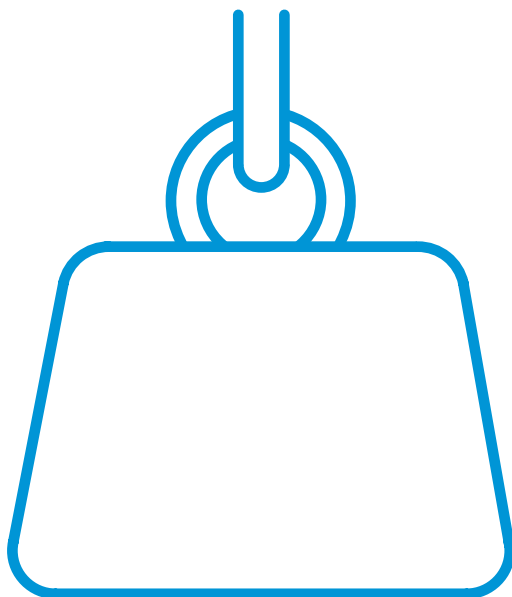


<https://www.planat.ch/de/naturgefahren/-/risiken/hochwasser>

Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen, Bundesamt für Wasser und Geologie (Hg.) (2004): Mobiler Hochwasserschutz. Systeme für den Notfall, Biel.

Handbuch Pionier

Heben, Verschieben und Sichern von Lasten



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Impressum

Herausgegeben vom

Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)

Geschäftsbereich Zivilschutz und Ausbildung

Version 2025-07

Inhaltsverzeichnis

5 Allgemeine Übersicht

5 Auftrag und Einsatz

6 Grundsysteme

6 Verschieben von Lasten
(Bodenzug)

6 Heben von Lasten

6 Kombiniertes Heben und
Verschieben von Lasten

7 Einsatzprozess für
das Bewegen von Lasten

8 Sicherheit

8 Sicherheitsvorschriften VSZS

8 Erläuterung Schleuderbereich:

10 Weitere Sicherheitsregeln

11 Verankerungen

11 Allgemeines

11 Geplante Verankerungen

11 Improvisierte Verankerungen

12 Redundantes

Verankerungssystem

12 Versagen von Verankerungen

13 Betonanker

13 Allgemeine Grundsätze

14 Beispiele

16 Beispiele aus der Praxis

16 Erdverankerungen

16 Allgemeine Grundsätze

18 Stabanker

22 Totmannanker

23 Drehplattenanker

24 Baumverankerungen

26 Verankerungen an grossen Steinen

27 Improvisierte Verankerungen an Bauwerken

27 Allgemeines

28 Schachtverankerung

29 Querriegelverankerung

30 Verbindungsmittel und -elemente

30 Belastung

30 Einfluss von Winkeln

32 Scharfe Kanten

33 Rundschlingen und
Hebebänder

35 Schäkel

36 Drahtseile

38 Faserseile

40 Knoten und Bündel für Hilfs-
konstruktionen und Material

44 Zurrgurte

45 Bewegen von Lasten mit Seilzuggeräten

45 Portable Seilzuggeräte

45 Vor- und Nachteile von tragbaren Seilzuggeräten

47 Flaschenzugsysteme

47 Einfache Flaschenzüge für Seilzuggeräte

47 Umlenkrollen

48 Ziehen von Lasten (Bodenzug)

48 Haftreibung und Gleitreibung

49 Rollreibung

51 Heben und Verschieben von Lasten mit Drei- oder Zweibeinen

51 Dimensionierung von Stützen aus Rund- oder Kantholz

52 Improvisiertes Dreibein

57 Improvisiertes Zweibein

58 Heben und Verschieben von Lasten mit einem improvisierten Zweibein-Kran

62 Anschlagen des Zuggeräts am improvisierten Drei- / Zweibein

64 Dimensionierung der Ausleger

64 Heben von Lasten mit improvisierten Auslegern

64 Einsatzmöglichkeiten

64 Ausleger aus Holz

66 Ausleger aus Gerüstrohren

67 Bewegen von Lasten mit Hebegeräten

67 Hebegeräte

67 Heben mit dem Hebeisen

69 Regeln für den Einsatz

69 Allgemeines

69 Einseitiges Anheben von Objekten

71 Heben mit Hebekissen

Allgemeine Übersicht

Die in diesem Kapitel aufgeführten Informationen gelten grundsätzlich nur für das Heben, Verschieben und Sichern von Material oder Objekten und nicht von Personen.

Auftrag und Einsatz

Im Katastrophenfall können professionelle, leistungsfähige Mittel (Bagger, Krane, Teleskopklader, schwere Seilwinden usw.) aufgrund der Zugänglichkeit oder der speziellen Lage oft nicht oder nicht zeitgerecht eingesetzt werden. Bei Retungen aus Trümmerlagen oder bei Sicherungs- und Instandstellungsarbeiten müssen Pioniere deshalb in der Lage sein, Lasten selbstständig mit einer einfachen, tragbaren Ausrüstung anzuheben, zu verschieben und zu sichern.

Diese Leistung muss teilweise unter schwierigen Bedingungen (Tageszeit, Wetter, Zugänglichkeit, Infrastruktur) und mit improvisierten Methoden erbracht werden können. Sie gehört zu den Kernkompetenzen des Zivilschutzes.

Wenn es die Verhältnisse zulassen, sollen zum Heben, Verschieben und Sichern von Lasten immer leistungsfähigere, durch professionelles Personal bediente Gerätschaften eingesetzt werden. Das ist wesentlich sicherer, ergonomischer und effizienter als der Einsatz von Milizpersonen mit einfacher Ausrüstung.

Grundsysteme

Verschieben von Lasten (Bodenzug)

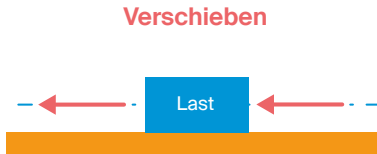


Abb. 1: Verschieben von Lasten (BABS)

- Ziehen mit Hand- oder Motorseilzügen
- Stossen mit mechanischen, hydraulischen oder pneumatischen Hebegeräten

Heben von Lasten

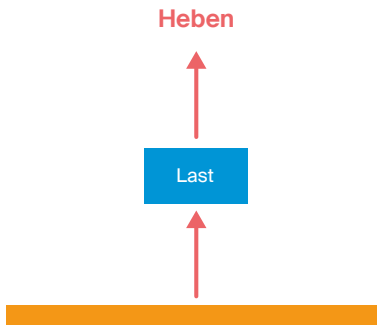


Abb. 2: Heben von Lasten (BABS)

- Hochziehen mit Seilzügen bzw. Seilwinden oder Dreibeinen
- Heben mit mechanischen, hydraulischen oder pneumatischen Hebegeräten

Kombiniertes Heben und Verschieben von Lasten

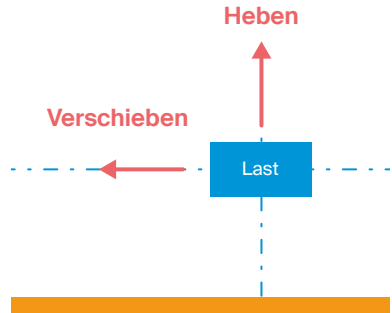


Abb. 3: Heben und Verschieben von Lasten (BABS)

- Heben und Verschieben kombiniert mit Seilzügen bzw. Seilwinden und einem Zweibein-Kran
- Heben und Verschieben kombiniert mit einem Portalkran

Einsatzprozess für das Bewegen von Lasten

Situation beurteilen

- Last und erforderliche Zug- bzw. Hebekraft abschätzen bzw. berechnen
 - Schwer- und Drehpunkt der Last abschätzen
 - Zielort und Zugdistanz bzw. Hubhöhe festhalten
 - Mögliche Ankerpunkte und Auflager suchen und beurteilen
 - Umgebung beurteilen (Untergrund, Neigung, Objekte usw.)
 - Verfügbare Mittel beurteilen
-

Lösungsmöglichkeiten prüfen und Lösung festlegen

- Zug- bzw. Hebesystem definieren
 - Ankerpunkte für die Zuggeräte bzw. Position der Hebegeräte festlegen
 - Lastanschlag definieren
 - Abstützung definieren
 - Hilfskonstruktionen planen
 - Skizze und Materialliste erstellen
-

System aufbauen

- Verankerungen und Hilfskonstruktionen erstellen
 - Seile auslegen
 - Last, Umlenkrollen und Seilzuggerät anschlagen bzw. Hebegeräte positionieren
 - Abstützmaterial bereitlegen
 - Sicherheitscheck durchführen
-

Last bewegen

- Nur ein/e Chef/in kommandiert
 - Wenn nötig eine/n zusätzliche/n Chef/in Sicherheit bestimmen
 - Nur erforderliche Bedienpersonen befinden sich im Gefahrenbereich
 - Die Last ist immer gesichert
 - Zug- bzw. Hebesystem und Bewegungen der Last laufend beobachten
 - Bei ungewollten Bewegungen oder Problemen STOP – alle Aktivitäten werden eingestellt.
Situation aus sicherer Distanz überprüfen und das System allenfalls anpassen
-

Tab. 1: Erläuterung des Ablaufs für das Bewegen von Lasten

Sicherheit

Sicherheitsvorschriften VSZS

Auszug aus den «Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die Sicherheitsvorschriften im Zivilschutz» (Stand 01.03.2020).

Art. 43 Heben, Verschieben und Sichern

¹ Beim Anheben von Lasten mit Hebern, Hebekissen und anderen Geräten muss die Last laufend durch Unterbauten gesichert werden.

² Es ist verboten, unter und auf angehobenen, nicht unterbauten Lasten zu arbeiten.

³ Im Schleuderbereich von Seilen darf sich nur Bedienpersonal aufhalten. Werden Zugseile umgelenkt, ist der Aufenthalt im Seilwinkel verboten.

Erläuterung Schleuderbereich:

Alle Seile (auch «statische» Drahtseile) verhalten sich bei Belastung elastisch. Sie werden wie eine Feder vorgespannt und die Energie wird gespeichert. Beim Versagen eines Elements (Verankerung, Seil, Verbindungselement) wird diese Energie explosionsartig freigesetzt. Bei grossen Zugkräften können Seile oder Verankerungsmaterial über weite Strecken geschleudert werden und schwere Unfälle verursachen.

Faustregel: Der Schleuderbereich umfasst die Kreisflächen rund um jeden Verankerungspunkt. Der Radius entspricht der längsten Seilstrecke. Der Sicherheitsabstand für Personen umfasst den 1.5-fachen Radius.

Am gefährlichsten ist die Zone im Seilinnenwinkel. Auf die Umlenkung kann die doppelte Zugkraft einwirken. Dementsprechend gross ist die Schleuderenergie bei einem Versagen des Umlenkpunktes.

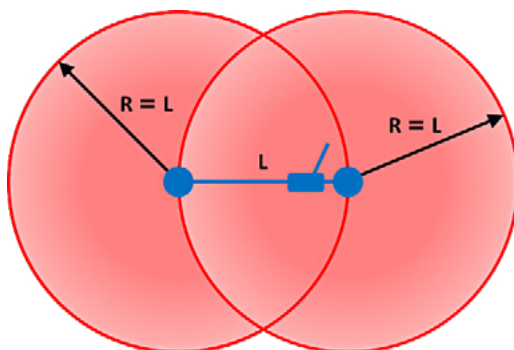


Abb. 4: Schleuderbereich bei einem direkten Seilzug

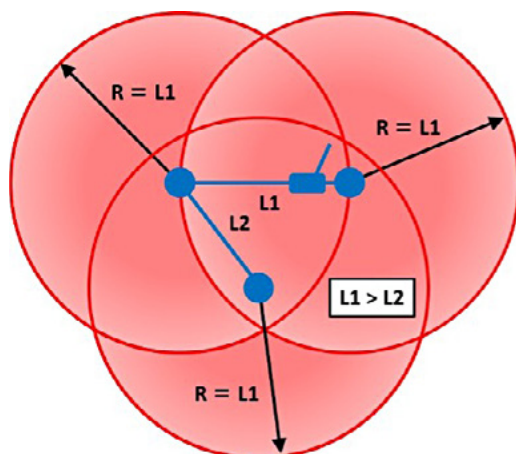


Abb. 5: Schleuderbereich bei einem umgelenkten Seilzug

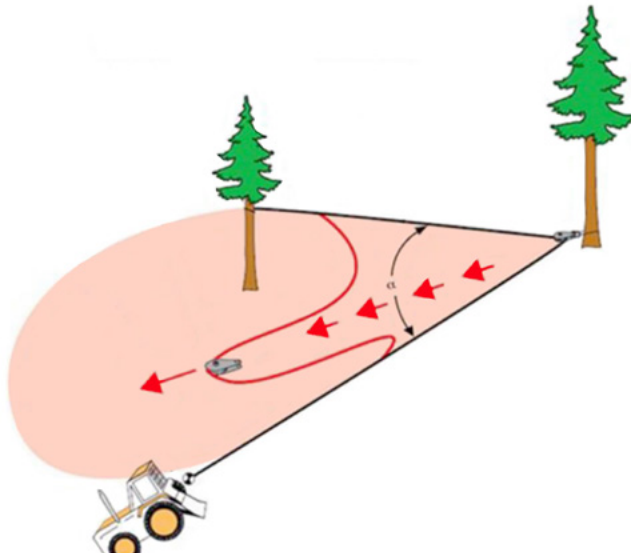


Abb. 6: Gefahr durch die Umlenkrolle im Seilinnenwinkel

Weitere Sicherheitsregeln

- Es ist verboten, beschädigtes Hebezeug (Zug- und Hebegeräte, Seile, Verbindungsmittel oder Verbindungselemente) einzusetzen.
- Lasten dürfen sich nie ungewollt oder unkontrolliert bewegen. Sie müssen immer gesichert sein.
- Es ist verboten, mit dem Vorschlaghammer oder ähnlichen Werkzeugen den Rundschlag anzuwenden.

Zusätzliche Sicherheitsregeln werden in den einzelnen Kapiteln aufgeführt.

Verankerungen

Im Einsatz müssen für das Anschlagen von Zuggeräten und Lasten oder für das Sichern von Geräten und Konstruktionen genügend feste Verankerungen eingerichtet werden können. Die Verhältnisse und Verankerungsmöglichkeiten an der Einsatzstelle sind meist im Voraus unbekannt. Zustand, Qualität und Festigkeit der vorhandenen Verankerungspunkte können folglich oft nur abgeschätzt werden.

Allgemeines

Geplante Verankerungen

- Geprüfte Verankerungsmittel, welche auf dem Markt als Handelsware erhältlich sind. Sie müssen durch den/die Anwender/-in nach den Vorschriften des Herstellers montiert und eingesetzt werden.
- Verankerungen, welche durch eine/n Fachspezialistin/Fachspezialisten (evtl. direkt vor Ort) geplant, bemessen und kontrolliert werden.

Für die Gebrauchstauglichkeit und Tragsicherheit ist der Hersteller verantwortlich. Kommerzielle oder geplante Verankerungen sind immer dann erforderlich, wenn sie über längere Zeit genutzt bzw. belastet werden (insbesondere noch nach dem Einsatz). Solche Verankerungen haben baulichen Charakter und müssen den geltenden Normen entsprechen.

Improvisierte Verankerungen

- Kommerzielle oder geplante Verankerungen (z. B. Betonanker), bei welchen die Hersteller-vorschriften nicht nachweisbar eingehalten werden können (z. B. unbekannte Betonqualität).
- Behelfsmässig erstellte Verankerungen, welche nicht durch eine Fachperson bemessen wurden.

Die Festigkeit improvisierter Verankerungen muss eher pessimistisch eingeschätzt werden. Sie dürfen grundsätzlich nur temporär im Rahmen des Einsatzes verwendet werden und müssen am Ende des Einsatzes wieder entfernt werden.

Redundantes Verankerungssystem

Im Fall von schwachen oder schlecht beurteilbaren Ankerpunkten ist es empfehlenswert, die Last nicht nur auf einen einzelnen Ankerpunkt, sondern auf mehrere, miteinander kraftschlüssig verbundene Ankerpunkte zu verteilen. Fällt ein einzelner Ankerpunkt aus, kommt es nicht zu einem Totalversagen, sondern die verbleibenden Punkte tragen die Last. Dabei muss sichergestellt sein, dass die Verbindungsmittel zwischen den Punkten sowie der Endanschlagpunkt genügend stark sind.

Versagen von Verankerungen

Anker können ohne Vorwarnung schlagartig (z. B. Betonanker) oder langsam (z. B. Erdverankerungen) versagen. Bei schlagartigem Versagen ist die Reaktionszeit zu kurz, um sich noch in Sicherheit bringen zu können. Bei langsamem Versagen steht dafür meist noch genügend Zeit zur Verfügung.

Verankerungen dürfen nie über die zulässige Belastung hinaus (Herstellerangabe) oder gar bis zum Bruch belastet werden. Es muss immer genügend Sicherheit eingeplant werden. Im Zweifelsfall sollten redundante Verankerungssysteme eingesetzt werden.

Betonanker

Allgemeine Grundsätze

Beim Einsatz von Betonankern müssen die Herstellervorschriften eingehalten werden. Die erforderliche Betonqualität wird vom Hersteller vorgeschrieben.

Faustregel: Ist die Betonqualität nicht bekannt, kann davon ausgegangen werden, dass kompakter, gesunder Beton in der Schweiz mindestens der Druckfestigkeitsklasse C20/25 entspricht.

Im Einsatz muss immer von gerissem Beton ausgegangen werden. Es dürfen deshalb nur Betonanker eingesetzt werden, welche für diese Art von Beton zugelassen sind. Ein Problem stellt junger, noch nicht ausgehärteter (< 28 Tage) Beton dar. Viele Betonanker sind dafür nicht zugelassen, da die Festigkeit stark reduziert ist.

Betonanker können grundsätzlich auch bei hartem, kompaktem Fels (Kalkstein, Granit, Gneis usw.) eingesetzt werden. Bei weichem oder brüchigem Fels (Sandstein, Schiefer usw.) ist grösste Vorsicht geboten, da die Festigkeit eines Betonankers bis auf null abnehmen kann. Wenn überhaupt, sollte man lange Anker mit grossem Durchmesser wählen, tief verankern und Fachspezialistinnen/Fachspezialisten beiziehen.

Werden Betonanker über längere Zeit im Aussenbereich oder in feuchten Zonen eingesetzt, müssen sie dafür zugelassen sein. Zu beachten ist ebenfalls, dass die meisten Betonanker für ruhende Lasten konzipiert sind.

Bei aussergewöhnlichen Belastungen (z. B. grosse Schockbelastung, Vibrationen) muss bei der Ankerwahl eine Fachperson beigezogen werden.

Betonanker können auf folgende Arten versagen:

- Stahlversagen des Ankers
- Betonausbruch
- Spalten des Betons
- Herausziehen des Ankers

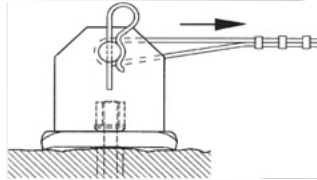
Beispiele

Typ Spreizanker

Durch das Aufspreizen und Anpressen des Spreizelements werden die Zugkräfte durch Reibung aufgenommen.

Betonanker 5 t Zivilschutz

- Für sehr grosse Lasten bis 5 t
- Zum Anschlagen von Zug- und Hebegegeräten



Vorteile

- Gesamtsystem mit verschiedenen langen Ankerstäben, einer Ankerplatte und einer Gegenplatte
- Das Bohrloch mit Spreizanker kann wiederverwendet werden
- Keine Betonqualität vorgeschrieben

Nachteile

- Grosser Bohrlochdurchmesser = schwere Bohrgeräte erforderlich
- Grosse Spreizkräfte auf die Bohrlochwand
- Erforderliche Bauteildicke > 20 cm
- Grosse Rand- und Achsabstände
- Drehmoment muss eingehalten werden (Drehmomentschlüssel)

Durchsteckanker mit Aussengewinde

- Oft verwendeter Betonanker aus dem Bausektor
- Für mittlere Lasten
- Auch zur Absturzsicherung und Rettung (ab 12 mm Durchmesser)



Vorteile

- Einfache Montage
- Durchsteckbar durch Anbauteile
- Kleiner Bohrlochdurchmesser

Nachteile

- Grosse Spreizkräfte auf die Bohrlochwand
- Drehmoment muss eingehalten werden (Drehmomentschlüssel)

Kompaktdübel mit Innengewinde

- Aus dem Bausektor
- Für kleine Lasten
- Befestigen von Geräten (z. B. Kernbohrgerät)
- Nie für Personen verwenden (Absturzsicherung / Rettung)



Vorteile

- Einfache Montage
- Kleine Setztiefe = auch bei geringer Bauteildicke einsetzbar
- Kein Drehmoment erforderlich

Nachteile

- Spezielles Setzwerkzeug erforderlich
- Spreizkräfte auf die Bohrlochwand

Typ Schraubanker

Beim Eindrehen schneidet sich das Gewinde in den Beton und die Zugkräfte werden durch Formschluss aufgenommen.

Schraubanker (Betonschraube)

– Aus dem Bausektor – Für mittlere Lasten – Auch zur Absturzsicherung / Rettung (ab 12 mm Durchmesser)	
Vorteile – Sehr einfache Montage – Sehr kleiner Bohrlochdurchmesser = Akkubohrhammer genügt – Praktisch spreizdruckfrei, reduzierte Rand- und Achsabstände möglich – Kein Montagedrehmoment erforderlich – Je nach Modell mehrfach verwendbar	Nachteile – Grosser Eindrehwiderstand – Bei der Randeinwirkung von Armierungseisen gibt es je nach Modell Probleme beim Einschrauben

Klebanker (chemische Verbundanker) sind im Einsatz weniger geeignet, da sie erst nach einer Abbindezeit (Aushärten des Klebstoffs) belastet werden dürfen und in der Anwendung anspruchsvoller sind.

Faustregeln für die Montage (Herstellervorschriften vorbehalten):

- Geeigneten Ankertyp wählen
- Qualität des Untergrunds prüfen (evtl. Abklopfen mit dem Hammer)
- Auf genügend grosse Bauteildicke achten
- Randabstand mind. 10-mal Bohrlochdurchmesser, Achsabstand mind. 20-mal Bohrlochdurchmesser

- Vorgeschriebenen Bohrer wählen
- Rechtwinklig zur Oberfläche und tief genug bohren (vorgeschriebene Setztiefe einhalten)
- Bohrloch reinigen
- Vorgeschriebenes Drehmoment einhalten

Beispiele aus der Praxis

		
Betonanker 5 t mit Ankerplatte	Improvisierter-Anschlagpunkt mit Durchsteckanker M16	Gerätebefestigung mit Schraubanker 16 mm und B15 Gewindestab

Erdverankerungen

Allgemeine Grundsätze

Ohne Planung und Prüfung durch eine Fachperson müssen Erdanker immer als improvisiert betrachtet werden.

Im Gegensatz zum Verankerungsmaterial ist die Festigkeit des Bodens oft nicht bekannt. Sie hängt von der Scherfestigkeit des Bodens ab und kann von Laien nur grob beurteilt werden. Sie hat aber einen entscheidenden Einfluss auf die Zugfestigkeit der Verankerung.

Erdanker können auf folgende Arten versagen:

- Materialversagen des Ankers
- Versagen des Bodenkörpers

Als **Faustregel** kann die Scherfestigkeit von Böden in folgende Kategorien unterteilt werden:

Bodentyp	Scherfestigkeit
Gut abgestufter, grobkörniger Kies	gut  schlecht
Gut abgestufter Kies / Sand	
Kies / Sand	
Grober Sand; fester Lehm	
Feiner Sand / Silt; weicher Lehm (hoher Wassergehalt)	
Organische Böden (z. B. Torf, Moorböden); Böden mit hohem organischen Anteil	

Tab. 2: Kategorien für die Scherfestigkeit von Böden

Einen guten Hinweis auf die Bodenqualität gibt der Widerstand des Bodens beim Einrammen des Ankers. Grosser Widerstand deutet auf einen stabilen Boden, kleiner Widerstand auf einen schwachen Boden hin.

Durch Witterungseinflüsse (z. B. Starkniederschläge) kann die Scherfestigkeit eines Bodentyps stark abnehmen, besonders bei feinkörnigen Böden.

Stabanker

Als Stabanker können kommerzielle als auch improvisierte Systeme eingesetzt werden. Als Stäbe werden Erdnägeln, Stahlprofile (z. B. Gerüstrohre) oder Holzpflocke verwendet.

Je schlechter die Scherfestigkeit des Bodens ist, desto grösser sollten der Stabdurchmesser und die Verankerungstiefe gewählt werden. In harten Böden (z. B. asphaltierte Strasse) schlanke Stäbe (z. B. Erdnägeln), in weichen Böden dicke Stäbe (z. B. Holzpflocke) verwenden.

Faustregel für die zulässige Belastung: In stabilen Böden und bei ausreichender Festigkeit des Verankerungsmaterials können Stabverankerungen Zugkräfte bis ca. 1,5 t aufnehmen.

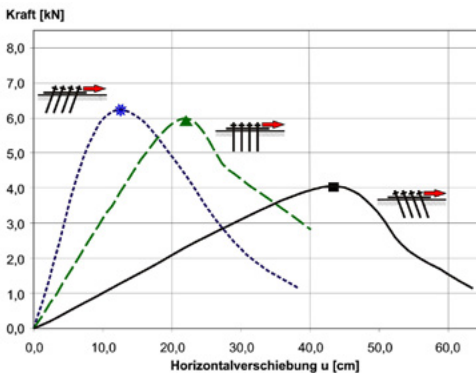


Abb. 7: Belastungsversuche in Sand mit unterschiedlich geneigten Erdnägeln: 20° in und gegen die Zugrichtung (Hessische Landesfeuerwehrschule)

Aufgrund der Bodenmechanik sollten Stabanker nicht gegen, sondern senkrecht oder, noch besser, 20° in die Zugrichtung geneigt einge-rammt werden.

Vorteile

- Einfach = können ohne Spezialwerkzeuge von Hand installiert werden
- Einsatz auch an schwer zugänglichen Standorten möglich
- Können behelfsmässig mit vor Ort verfügbarem Material (Rund-/Kantholz, Rohre, Armierungseisen usw.) erstellt werden

Nachteile

- Begrenzte Zugfestigkeit
- Zugbelastung kann nur parallel zum Boden verlaufen
- Schwere Handarbeit, besonders die Demontage der Stäbe
- Bei dicken Stäben muss oft vorgebohrt werden
- Bei hartem, mit grossen Steinen durchsetztem Boden nicht oder nur bedingt einsetzbar

Tab. 3: Vor- und Nachteile von Stabankern

Um die Zugfestigkeit zu erhöhen oder zusätzliche Sicherheit zu erreichen, sollten wenn möglich immer mehrere Stäbe zusammen als redundantes Verankerungssystem eingesetzt werden. Dabei werden die zwei Grundformen Reihenverankerung und Dreieckverankerung unterschieden:

Reihenverankerung

Die Stäbe werden genau in der Zugachse in einer Reihe eingerammt und miteinander kraftschlüssig verbunden. Solange die Belastung entlang der Achse erfolgt, wird die Kraft optimal auf die Stäbe übertragen.



Abb. 8: Reihenverankerung mit drei Stäben (Grundriss)

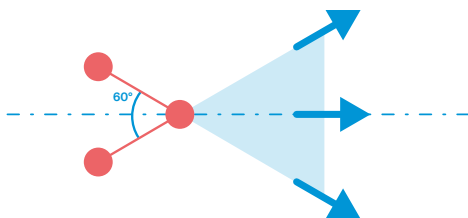


Abb. 9: Dreieckverankerung mit drei Stäben (Grundriss)



Abb. 10: Reihenverankerung mit drei Stabgruppen (Grundriss)

Sobald die Kraft von der Achse abweicht, werden nicht mehr alle Stäbe gleichmässig belastet. Bei starker Abweichung von der Achse wirkt die ganze Kraft nur noch auf den vordersten Stab. Es besteht die Gefahr des «Reissverschlussprinzips». Ein Stab nach dem anderen wird einzeln belastet und herausgerissen. Es droht ein Totalversagen der Verankerung. Eine Reihenverankerung eignet sich deshalb nur, wenn die Zugrichtung bekannt ist und sich nicht massgeblich verändert.

Dreieckverankerung

Die hinteren zwei Stäbe werden mit einem Öffnungswinkel von max. 60° installiert und in Form eines Dreiecks mit dem vordersten Stab kraftschlüssig verbunden. Die Kraftübertragung auf die hinteren Stäbe ist aufgrund des Öffnungswinkels weniger optimal als bei der Reihenverankerung. Dafür ist im Bereich des Öffnungswinkels eine Änderung der Zugrichtung möglich. Die Kraft wird dabei immer von mindestens zwei Stäben übernommen.

Stabgruppen

Stehen bei weichen Böden nur schlanke Stäbe zur Verfügung, kann die Festigkeit durch das Einschlagen von Stabgruppen erhöht werden.

Unterschiedliche Festigkeit der Stäbe

Der vorderste Stab einer Stabverankerung darf nie als erster brechen. Ansonsten versagt die ganze Verankerung lange bevor die effektive Belastungsgrenze des ganzen Verankerungssystems erreicht ist. Bei improvisierten Stabverankerungen muss darauf geachtet werden, dass als erster Stab immer der stärkste verwendet wird (z. B. Holzpfahl mit dem grössten Durchmesser).

Tipps zur Demontage von Stabverankerungen

- Stäbe gleichzeitig herausziehen und drehen (je nach Stab mit Gabelschlüssel, Rohrzange, Pflockzieher usw.).
- Bei sehr grossem Widerstand die Löcher zuerst mit Wasser «einschlännen» oder die Stäbe mithilfe von Hebegegeräten (Hebeisen, Stockwinde, Rettungsspreizer usw.) herausziehen.

Zug nach oben

Erfolgt die Zugrichtung nicht parallel zur Bodenoberfläche, sondern nach oben, muss der Setzwinkel der Stäbe entsprechend angepasst werden.

Faustregel: Der Zugwinkel nach oben sollte nicht mehr als 20° betragen.

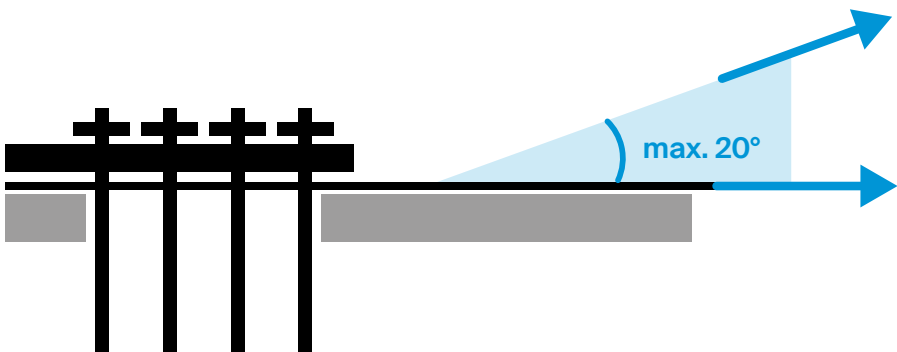


Abb.11: Maximaler Vertikalwinkel bei Stabverankerungen (BABS)

Titanverankerung

- Systemverankerung
- Zulässige Belastung bis 1,5 t
- Die V-förmige Anordnung der Erdnägel überträgt die Kraft auf ein grosses Bodenpaket
- Schwer (da nicht aus Titan, sondern Stahl)



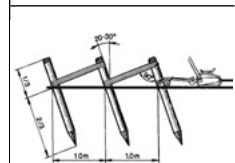
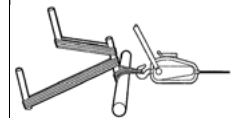
Einfache Verankerung mit Erdnägeln

- Systemanker
- Zulässige Belastung bis 1,5 t
- Verbindung mit Flacheisen
- Einfach, robust
- Flexible Anordnung der Flacheisen möglich



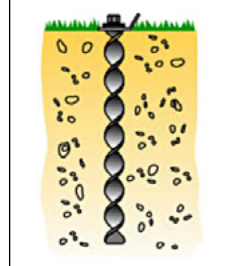
Pfahlverankerung

- Behelfsmässige Verankerung mit Holzpfählen
- Für weiche Böden
- Pfahllänge 1,2 – 2 m
- Pfahldurchmesser 12 cm
- Pfahlabstand 1 m
- $\frac{2}{3}$ des Pfahls sind im Boden
- Evtl. Loch vorbohren (Locheisen, Erdbohrer)
- Richtwert für die zulässige Belastung pro Pflock 150 – 300 kg (je nach Boden)
- Die Verbindungen müssen immer rechtwinklig zu den Pfählen verlaufen



Spiralanker

- Systemanker
- Zulässige Belastung bis ~ 3 t
- Wesentlich grössere Haltekraft als normale Erdnägel
- Wird eingeschlagen und kann sehr einfach wieder herausgeschraubt werden
- Verschiedene Anschlussmöglichkeiten



Tab. 4: Beispiele Stabanker

Totmannanker

Werden grössere Verankerungskräfte benötigt, eignet sich der Totmannanker. Es handelt sich dabei um eine improvisierte Verankerung.

Vorteile

- Zulässige Verankerungskraft in festem Boden bis ungefähr 2–3 t
- Technisch einfach zu erstellen
- Kann behelfsmässig mit vor Ort verfügbarem Material (Rund- / Kantholz usw.) erstellt werden
- Kann über längere Zeit belastet werden

Nachteile

- Installation und Deinstallation benötigen viel Zeit
- Grössere Aushubarbeiten nötig

Tab. 5: Vor- und Nachteile von Totmannankern

Vorgehen bei der Installation

- Eine Grube von 2 bis 3 m Länge und 1 m Tiefe wird quer zur Zugrichtung ausgehoben. Darin wird ein Rundholz mit einem Durchmesser von 20 bis 30 cm eingelegt.
- Das Zugseil wird in der Mitte des Rundholzes angeschlagen und in einem schmalen Schlitz mit einer Steigung von ca. 20° an die Oberfläche geführt.
- Zuletzt wird die Grube mit Erde gefüllt und festgestampft.

Werden sehr grosse Verankerungskräfte benötigt, können Totmannverankerungen gemäss nachfolgender Tabelle erstellt werden. Bei diesen Dimensionen kann die Grube nicht mehr von Hand, sondern muss maschinell ausgehoben werden.

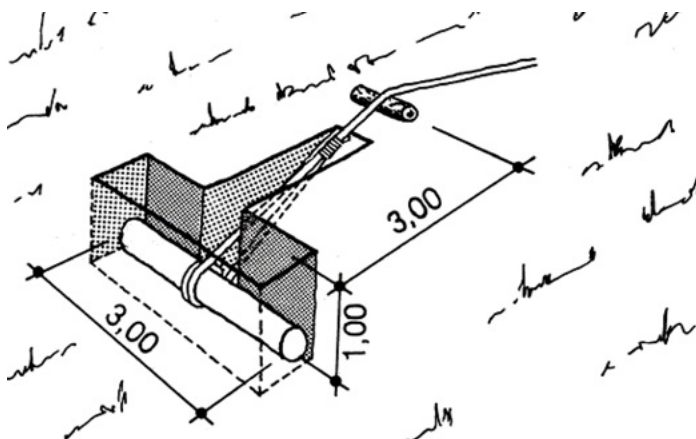


Abb.12: Prinzip eines Totmannankers (Schweizer Armee)

Verankerungskraft [t]	Durchmesser des Rundholzes in cm bei einer Stammlänge von	
	4 m	6 m
4	29	34
6	34	38 (a)
8	37 (b)	41 (a)
10	40 (b)	45 (a)
12	–	48
14	–	51
16	–	53

Tab. 6: Zulässige Verankerungskräfte von Totmannankern bei einer Grubentiefe von mindestens 1,5 – 2 m (nach Pestal und Heinemann) ((a) = sehr weicher, schlechter Boden; (b) = sehr fester, guter Boden)

Drehplattenanker

Drehplattenanker sind kommerzielle Ankersysteme. Sie werden mit einem Rammgestänge (je nach Dimension mit einem Vorschlaghammer oder mit einem Abbauhammer) in den Boden gerammt. Als Verbindungsmittel dient ein Drahtseil oder ein Gewindestab. Durch Ziehen am Verbindungsmittel dreht sich der Anker im Boden quer zur Zugrichtung und wird so verriegelt.

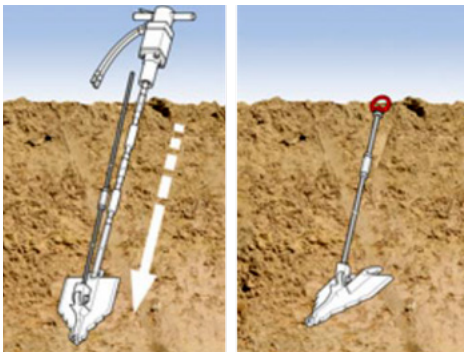


Abb. 13: Montage- und Funktionsprinzip eines Drehplattenankers

Für unterschiedliche Böden und Zuglasten sind verschiedene Formen und Dimensionen verfügbar. Die grössten Anker können Zugbelastungen von bis zu 10 t standhalten.

Vorteile

- Schnelle und einfache Montage
- Kann bei korrektem Setzwinkel in alle Richtungen belastet werden (auch rechtwinklig zur Bodenoberfläche)
- Hoch belastbar
- Kann auch an schwierigen Standorten eingesetzt werden
- Kann auch in harten Böden montiert werden
- Mehrere Anker können redundant eingesetzt werden

Nachteile

- Spezielles Rammwerkzeug erforderlich
- Nur einmal einsetzbar (das Verbindungsmittel wird gekappt, der Anker bleibt im Boden)

Tab. 7: Vor- und Nachteile von Drehplattenankern

Baumverankerungen

Prinzip Baumverankerungen:
Einzelne Bäume oder Baumgruppen
sind gute Verankerungspunkte.
Sie gehören zu den improvisierten
Verankerungen.

Regeln für den Einsatz

Baum auf seine Eignung beurteilen:

- Besitzt der Baum eine intakte Krone mit dichtem Blattwerk?
- Gibt es abgestorbene Äste oder Stammteile?
- Zeigt der Stamm Pilzbefall oder verletzte bzw. abgestorbene Rinde?

- Gibt es Risse oder verletzte Wurzelanläufe?
- Steht der Baum an einem Ufer oder an einer Geländekante und ist unterhöhlt?
- Verfügt der Baum über den erforderlichen Durchmesser (vgl. Tab. 8) oder kann die Last auf mehrere Bäume verteilt werden?

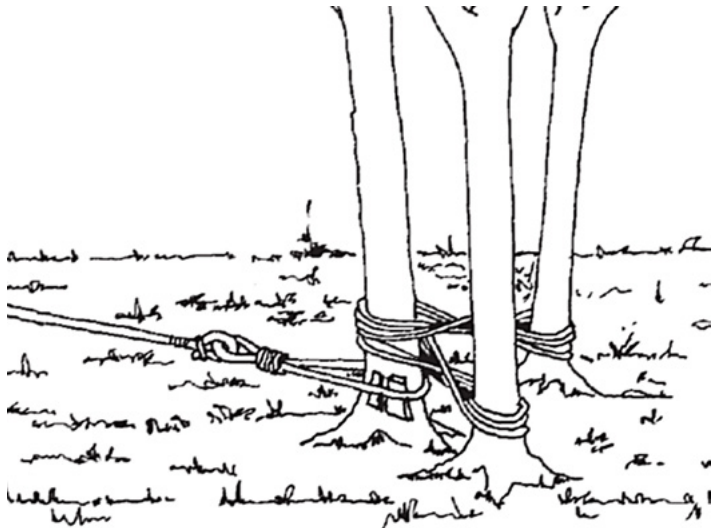
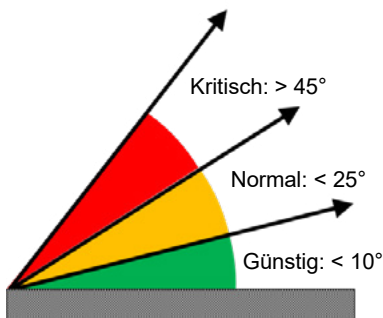


Abb.14: Redundante Verankerung an drei Bäumen (Schweizer Armee)

Baumdurchmesser in Brusthöhe ¹⁾ [cm]	Zulässige Ver- ankerungskraft [t]
20	1,3
25	2,1
30	3,0
35	4,1
40	5,3
45	6,7
50	8,3

Tab. 8: Richtwerte für die zulässige Belastung von Bäumen (¹⁾Brusthöhe = 1.3 m)



Zulässige Belastung

Untenstehend folgen Richtwerte für die zulässige Belastung von Bäumen in max. 0,5 m Höhe über dem Boden und einem Zugwinkel von max. 25° nach oben. Bei Zugwinkeln von über 25° müssen die zulässigen Verankerungskräfte nach unten korrigiert werden.

Verbindungsmitel dürfen nicht höher als 0.5 m am Stamm angeschlagen werden. Zum Schutz der Rinde sollten weiche Verbindungsmitel gewählt (Faserseile, Rundschlingen, Hebegurte usw.) oder der Stamm zusätzlich geschützt werden (mit Holzbrettern, Wolldecken usw.).

Verankerungen an Wurzelstöcken

Verankerungen können auch an frischen Wurzelstöcken erstellt werden. Damit das Verbindungsmitel nicht abrutschen kann, wird der Wurzelstock eingesägt und/oder das Verbindungsmitel unter einer starken Wurzel durchgeführt.

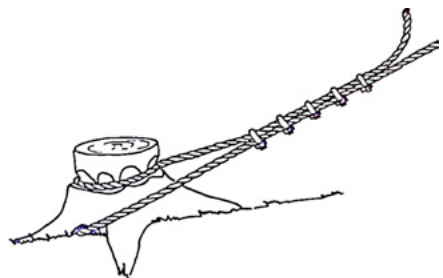


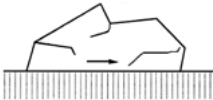
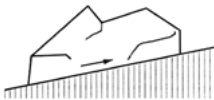
Abb. 15: Seilverankerung an einem Wurzelstock (Schweizer Armee)

Verankerungen an grossen Steinen

Prinzip Steinblockverankerung: Felsblöcke können im Gelände als zuverlässige improvisierte Verankerungen dienen.



Abb.16: Verankerung an einem Felsblock (Schweizer Armee)

Steingrösse	Zulässige Verankerungskraft in [t] bei verschiedenen Geländeneigungen		
	10 % Gefälle	Horizontal	10 % Steigung
			
3 m³	1,0	1,5	2,0
5 m³	1,5	2,5	3,5
8 m³	2,5	4,0	5,5

Tab. 9: Richtwerte für die zulässige Belastung von Felsblöcken

Regeln für den Einsatz

Felsblock auf seine Eignung beurteilen:

- Ist der Fels hart und in sich stabil?
- Verfügt er über die erforderliche Kubatur, um die Zuglast sicher aufnehmen zu können (vgl. Tab. 9)
- Gibt es scharfe Kanten?
- Kann das Verbindungsmittel sicher angeschlagen werden, ohne dass es abrutscht?

Improvisierte Verankerungen an Bauwerken

Allgemeines

Bei Einsätzen in bewohnten Gebieten oder im Bereich von Verkehrswegen können an den vorhandenen Strukturen meist mit wenig Aufwand gute Verankerungen erstellt werden. Damit nicht mehr Schaden als Nutzen entsteht, müssen die Eignung und die Festigkeit der Ankerpunkte gut beurteilt werden.

Grundsätzlich keine Verankerungen an Leitungen (Strom, Gas, Wasser usw.) oder an Hydranten anbringen.

Schachtverankerung

Kanalisationsschächte sind im urbanen Raum überall vorhanden und können als Verankerungspunkte genutzt werden.

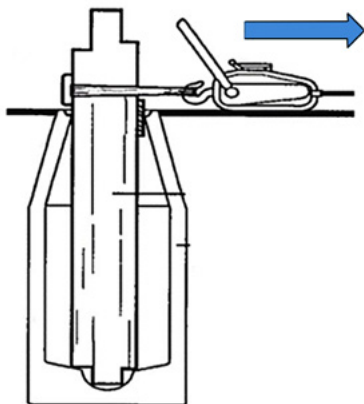


Abb.18: Schachtverankerung mit einem Rundholz

Regeln für den Einsatz

Der Schacht wird je nach Grösse ganz oder teilweise mit Rund- oder Kanthölzern aufgefüllt. Die Hölzer werden zusätzlich gegen die Schachtwand verkeilt.

Bei sehr grossen, rechteckigen Schächten ist es einfacher, in der vorderen oder hinteren Schachtecke ein genügend starkes Kantholz anzubringen und zu den gegenüberliegenden Schachtwänden hin abzustützen. Wird das Kantholz in der hinteren Ecke (in Zugrichtung) angebracht, genügt es meist, die Abstützung nur oben anzubringen. Dies ist bei tiefen Schächten viel einfacher.

Bei kleinen Schächten und grosser Zugbelastung können am Schacht und an den Anschlussleitungen grosse Schäden entstehen.

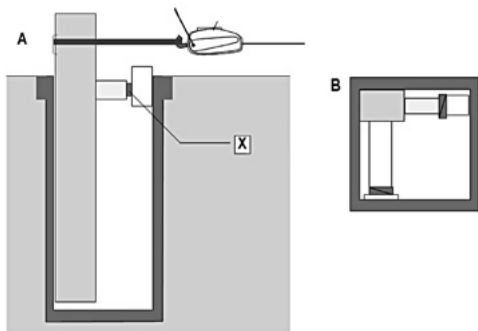


Abb.17: Aufriss einer Verankerung an der hinteren Schachtwand (A) mit Verkeilung (X) und dessen Grundriss (B)

Querriegelverankerung

An und in Gebäuden können viele verschiedene Verankerungen realisiert werden. Eine einfache, oft verwendete Verankerung ist die Querriegelverankerung.

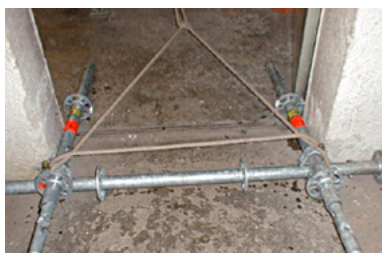


Abb. 19: Querriegel mit Gerüstrohren in einer Türöffnung (THW)

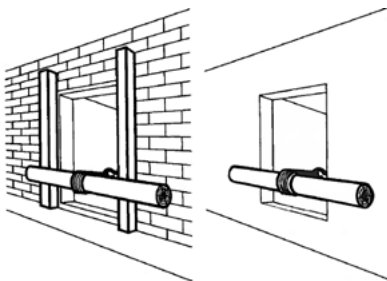


Abb. 20: Querriegel mit Rundholz an Tür- bzw. Fensteröffnung

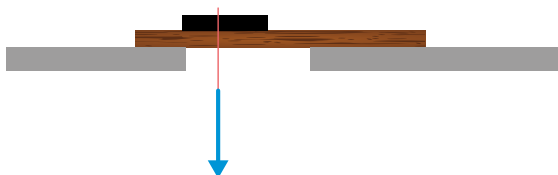


Abb. 21: Anschlagen des Verbindungsmittels bei breiten Öffnungen, mit Querriegel und Verstärkungsholz (Grundriss)

Regeln für den Einsatz

Für Querriegelverankerungen können Wand- und Bodenöffnungen oder durchlaufende Leitungen in Kanalisationsschächten genutzt werden. Die Festigkeit der Bausubstanz muss zuerst beurteilt werden. Bei Mauerwerken sollte die Punktbelastung durch das Anbringen von seitlichen Brettern oder Balken auf eine grössere Fläche verteilt werden. Die Zugbelastung sollte immer rechtwinklig auf den Querriegel erfolgen. Bei schmalen Öffnungen wird das Verbindungsmittel in der Regel in der Mitte des Querriegels angeschlagen. Die Last wird so gleichmässig auf die beiden Auflager verteilt. Bei sehr breiten Öffnungen wird der Querriegel aber dadurch stark belastet und kann sich verbiegen. Um dies zu verhindern, ist es bei stabiler Bausubstanz besser, das Verbindungsmittel direkt neben dem stärkeren Auflager anzuschlagen.

Der Querriegel muss immer gegen seitliches Verrutschen gesichert sein.

Verbindungsmittel und -elemente

Belastung

Alle Verbindungsmittel und Verbindungselemente müssen auf die verwendeten Zug- oder Hebezeuge und auf die auftretenden Kräfte abgestimmt sein. Die Zug- oder Hebekraft darf nie grösser sein als die zulässige Belastung des schwächsten Glieds in der ganzen Lastkette.

Für die zulässigen Belastungen gelten grundsätzlich die Hersteller Vorschriften. Bei genormtem Hebezeug ist die maximal zulässige Belastung in Tonnen oder Kilogramm (als WLL «Working Load Limit» oder MNL «Maximale Nutzlast» bezeichnet) angegeben. Die notwendige Sicherheitsreserve ist bereits eingerechnet.

Verwechslungsgefahr: Bei der «Persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz» wird in der Regel nicht die zulässige Bruchlast, sondern die Mindestbruchlast (ohne Sicherheitszuschlag) in N oder kN angegeben (als MBK-«Mindestbruchkraft» oder MBL «Mindestbruchlast» bezeichnet).

Ist bei einem Verbindungsmittel oder einem Verbindungselement nur die Mindestbruchlast bekannt, können als Faustregel folgende Sicherheitsfaktoren verwendet werden (siehe Tab. 10).

Einfluss von Winkeln

Wird eine Kraft bei einer Verankerung oder am Lastanschlag in zwei Richtungen aufgeteilt, erhöht sich die Belastung auf die beiden Stränge mit zunehmendem Spreizwinkel.

Der Spreizwinkel darf nie grösser als 120° sein.

	Metallprodukte	Kunstfaserprodukte
Bodenzug	Faktor ≈ 3	Faktor ≈ 5
Heben und Senken	Faktor ≈ 5	Faktor ≈ 7

Tab. 10: Richtwerte für Sicherheitsfaktoren von Verbindungselementen und Verbindungsmitteln

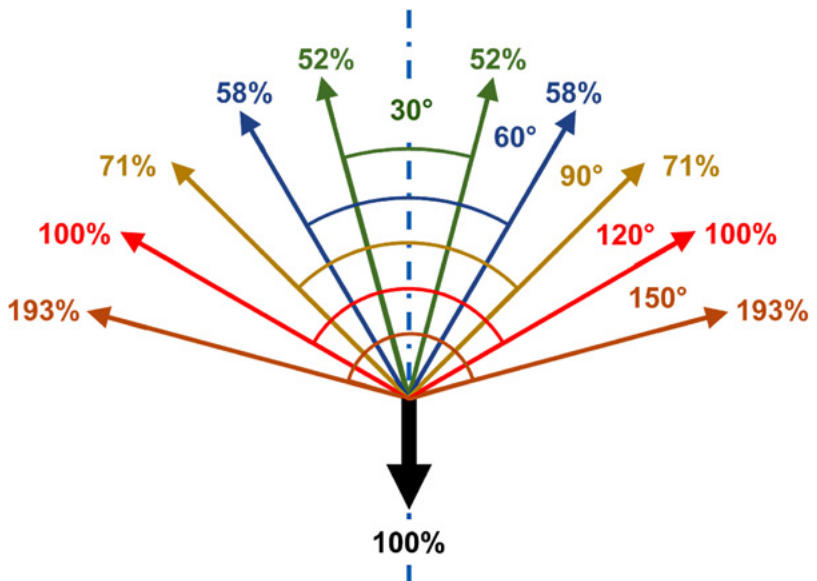


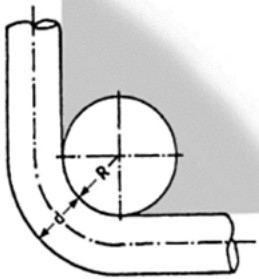
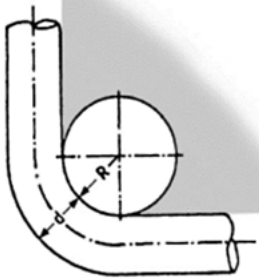
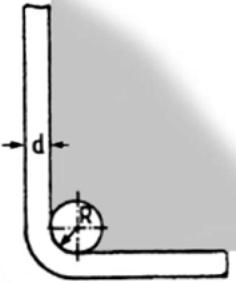
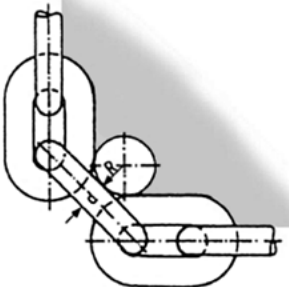
Abb. 22: Resultierende Kräfte (in Prozent) in Abhängigkeit des Spreizwinkels (BABS)



Abb. 23: Zulässiger Spreizwinkel von Verbindungsmitteln oder -elementen

Scharfe Kanten

Verbindungsmittel und -elemente dürfen nicht über scharfe Kanten geführt werden.

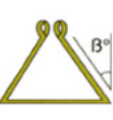
Seile	
Kantenradius $R < \text{Seildurchmesser } d$	
Textile Rundschlingen	
Kantenradius $R < \text{Durchmesser } d \text{ der Rundschlinge}$	
Textile Hebebänder	
Kantenradius $R < \text{Dicke des Hebebandes } d$	
Ketten	
Kantenradius $R < \text{Nenndurchmesser des Kettengliedes } d$	

Tab. 11: Unzulässig scharfe Kanten für Verbindungsmittel

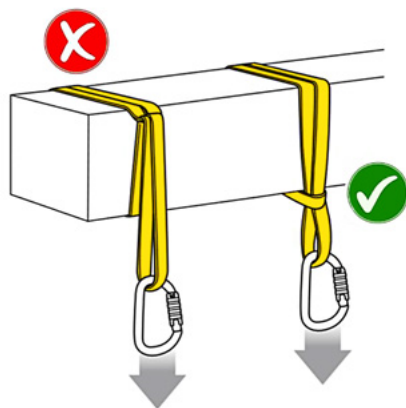
Rundschlingen und Hebebänder

Die zulässige Belastung von Rundschlingen und Hebebändern ist farblich codiert und abhängig vom Lastanschlag.

Rundschlingen und Hebebänder sollten nicht geknotet werden und es müssen immer Schäkel oder Lasthaken verwendet werden. Bei der Anwendung mit Schnürgang muss auf die korrekte Position der Schlaufe geachtet werden.

Farbe	Tragfähigkeit				
					
	Gerade	mit Schnürgang	Parallelgurte	$\beta = 0 - 45^\circ$	$\beta = 45^\circ - 60^\circ$
	M = 1	M = 0,8	M = 2	M = 1,4	M = 1
Violett	1	0,8	2	1,4	1
Grün	2	1,6	4	2,8	2
Gelb	3	2,4	6	4,2	3
Grau	4	3,2	8	5,6	4
Rot	5	4	10	7	5
Braun	6	4,8	12	8,4	6
Blau	8	6,4	16	11,2	8
Orange	10	8	20	14	10
	12	9,6	24	16,8	12
	15	12	30	21	15
	20	16	40	28	20
	25	20	50	35	25
	30	24	60	42	30

Tab. 12: Zulässige Belastung von Rundschlingen und Hebebändern in Tonnen
(die aufgeführten Lastfaktoren M gelten grundsätzlich auch für Ketten)



Lastfaktor

$M \approx 0.4$

$M = 0.8$

Abb.24: Darstellung der richtigen und falschen Position des Schnürgangs (Kloska Group)

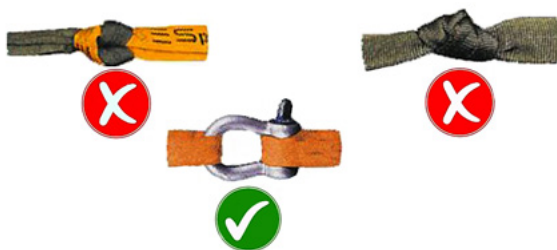


Abb.25: Rundschnüren und Hebebänder dürfen nie geknotet, sondern müssen immer mithilfe von Schäkeln oder Lasthaken verbunden werden (Kloska Group)

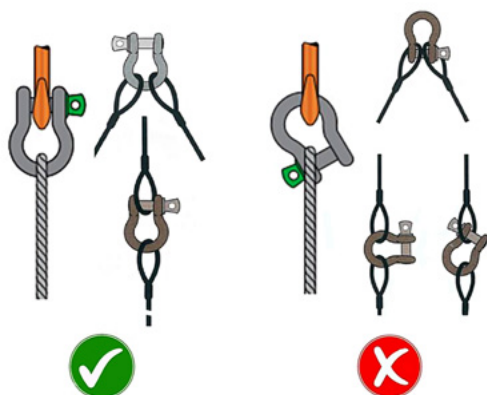


Abb. 26: Richtige Anwendung von Schäkeln (Kloska Group)

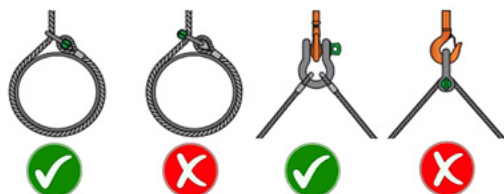


Abb. 27: Richtige Anwendung von Schäkeln (Kloska Group)

Schärkel

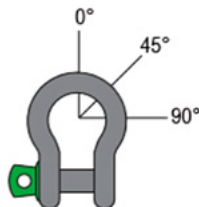
Schärkel sind universell einsetzbare Verbindungselemente. Es sollten nur genormte, hochfeste Schärkel in geschweißter Form (Ω -Schärkel) verwendet werden. Die geschweißte Form erlaubt bedingt Belastungen in drei Richtungen. Die zulässige Belastung nimmt jedoch mit zunehmendem Spreizwinkel ab.

Regeln für den Einsatz

Schärkel sollten immer in der vorgesehenen Zugachse belastet werden. Schräg- oder extreme Spreizbelastung sollten vermieden werden.

Bei falscher Montage kann sich der Gewindebolzen aufgrund von Bewegungen drehen und heraus-schrauben. Bleibt der Schärkel längere Zeit eingebaut, muss der Bolzen entweder mit Draht oder Reepschnur gesichert oder ein Schärkel mit Sicherheitsbolzen verwendet werden.

Belastungswinkel	Reduzierung des Working Load Limit (WLL) bei seitlicher Belastung
0°	100 % der ursprünglichen WLL
45°	70 % der ursprünglichen WLL
90°	50 % der ursprünglichen WLL



Tab. 13: Reduzierung des Working Load Limits in Bezug auf den Belastungswinkel

Drahtseile

Drahtseile besitzen unterschiedliche Eigenschaften. Sie haben einen definierten Anwendungsbereich und eignen sich daher nicht für alle Anwendungen. Die Herstellervorschriften müssen zwingend beachtet werden.

Regeln für den Einsatz

Es dürfen nur für den Einsatz geeignete Drahtseile mit der erforderlichen, zulässigen Belastung verwendet werden.

Faustformel zur Berechnung der Bruchlast von Drahtseilen:

$$\text{Bruchlast (N)} = \text{Durchmesser (mm)} \times \text{Durchmesser (mm)} \times 50$$

Beim Arbeiten mit Drahtseilen müssen immer Handschuhe getragen werden. Die Drahtseile dürfen nicht direkt von der Rolle gezogen werden, sondern sollten immer abgerollt werden. Ausserdem dürfen sie nicht geknotet oder geknickt werden. Des Weiteren muss darauf geachtet werden, keine beschädigten oder stark abgenutzten (Abnahme des Durchmessers von mehr als 10% des Nenndurchmessers) Drahtseile zu verwenden.



Abb. 28: Richtiges Abrollen von Drahtseilen (Kloska Group)

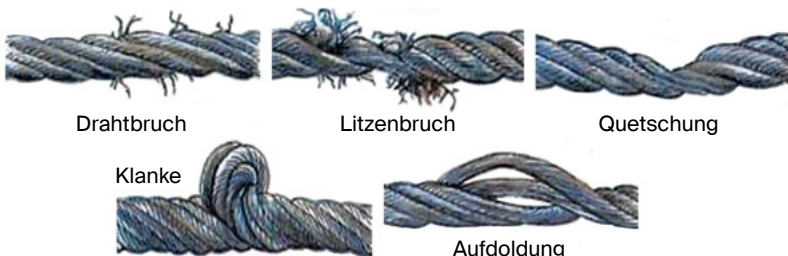


Abb. 29: Mögliche Arten der Beschädigung an Drahtseilen (Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft)

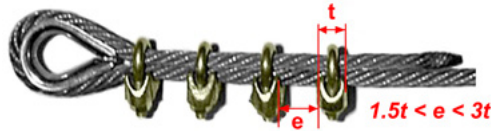


Abb.30: Formel zur Berechnung des Abstands zwischen den Klemmen (BAD Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH)



Abb. 31: Richtige Anordnung von Seilklemmen beim Verbinden von parallel verlaufenden Seilenden (BAD Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH)



Abb. 32: Verbinden von Drahtseilen mit doppelter Schlaufe (BAD Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH)

Bei stark sinkenden Temperaturen können die Kräfte auf vorgespannte Drahtseile (z. B. bei Seilbahnen oder Seilbrücken) enorm ansteigen (Grund: Ausdehnungsverhalten des Materials).

Drahtseilverbindungen mit Bügel-Drahtseilklemmen nach EN 13411-5:

- Zur behelfsmässigen Herstellung von Seilendschlaufen oder Verbindungen von zwei Drahtseilen
- Nur für kurzfristige, einmalige Anwendungen, bei welchen keine Gefahr für Personen oder hohe Sachwerte ausgeht
- Nur noch mit 50% der zulässigen Belastung des Drahtseils rechnen
- Drahtseilklemme passend zum Seildurchmesser wählen

- Für Drahtseile mit einem Durchmesser von 8 bis 19 mm für-Endschlaufen mindestens 4, für Seilverbindungen mindestens 8 Seilklemmen verwenden
- Den Bügel immer auf der unbelasteten, «toten» Seite anbringen («saddle nie ein totes Pferd»)
- Vorgeschriebenes Anzugsmoment einhalten und nach der ersten Lastaufbringung überprüfen
- Der Abstand e zwischen den Klemmen soll 1,5 bis 3-mal der Breite t der Seilklemme entsprechen

Bügel-Drahtseilklemmen sind für Spiraldrahtseile und kunststoffummantelte Seile nicht zugelassen.

Faserseile

Allgemeines: Faserseile werden heute sehr spezifisch für einen bestimmten Einsatzbereich hergestellt. Sie unterscheiden sich im verwendeten Rohstoff, in der Machart und in ihren Eigenschaften.

Moderne Hochleistungsseile (z. B. aus Dyneema oder Kevlar) besitzen eine enorme Zugfestigkeit. Sie bringen jedoch auch Nachteile mit sich (z. B. tiefe Schmelzpunkte, grosse Abnahme der Zugfestigkeit

durch Knoten, Knickempfindlichkeit, UV-Empfindlichkeit).

Die Festigkeit eines Faserseils nimmt mit dem Alter, durch Verschmutzung im Seilinnern, durch Knoten und in nassem oder in gefrorenem Zustand ab. Das Waschen von verschmutzten Seilen verbessert zwar das Handling und die Optik, die seilschädigenden Schmutzpartikel im Seilinnern können dadurch aber meist nicht entfernt werden.

Vor- und Nachteile verschiedener Rohstoffe für die Seilherstellung

Material	Hochmodul Polyäthylen	Hochmodul Polyamid	Polyester	Polyamid	Polypropylen
Handelsname	Dyneema	Twaron Kevlar	Diolen Trevira	Nylon Perlon	PP
Festigkeit in g/den	38	22–28	9	8–9	5–8
Bruchdehnung	3,8%	3,4%	10–17%	18–24%	13–17%
Artgewicht in g/cm	0,97	1,4	1,4	1,14	0,91
Schmelzpunkt					
in °C	140	Verkokung bei 500	225	215–260	165–175
Beständigkeit bei kurzzeitiger Erwärmung in °C	70	350	170	130	80
UV-Beständigkeit	Sehr gut	Begrenzt	Sehr gut	Gut	Befriedigend
Knotenbeständigkeit	Ca. 50%	Ca. 30%	Ca. 50%	Ca. 50%	Ca. 50%

Tab. 14: Vor- und Nachteile verschiedener Rohstoffe (Albert Wenk, Mammut AG)

Regeln für den Einsatz

Es dürfen nur Seile verwendet werden, welche für den vorgesehenen Einsatz zugelassen sind, wobei Herstellervorschriften strikte eingehalten werden müssen. Des Weiteren dürfen nur Kunstfaserseile und keine Seile aus Naturfasern (z. B. Hanf) eingesetzt werden.

Seile für die Sicherung und Rettung von Personen nie für Material und Materialseile nie für Personen verwenden.

Faustformel zur Berechnung der Bruchlast von Faserseilen:

$$\text{Bruchlast (N)} = \text{Durchmesser (mm)} \times \text{Durchmesser (mm)} \times 20$$

- Seile vor jedem Einsatz prüfen.
- Beschädigte Seile nicht mehr verwenden.
- Auf scharfe Kanten achten (besonders bei gespannten Seilen).
- Keine Hitzeeinwirkungen oder Kontakte mit chemischen Stoffen.
- Beschädigte Seile sofort aussondern.
- Achtung Schmelzverbrennung: Nie ein belastetes Seil über ein stehendes Seil ziehen.
- Nur korrekte, für den Zweck geeignete Knoten und Verbindungselemente verwenden.

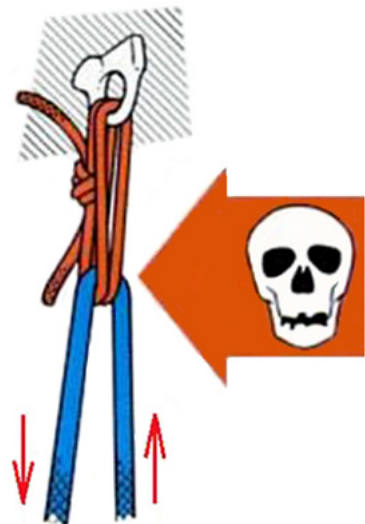


Abb. 33: Gefahr der Schmelzverbrennung bei Faserseilen

Knoten und Bünde für Hilfskonstruktionen und Material

- Knoten reduzieren die Festigkeit eines Seils um ca. 50 % (Richtwert).
- Die Länge der Seilenden muss mindestens 10-mal den Seildurchmesser betragen.
- Mit Ausnahme des Mastwurfs dürfen die nachfolgend aufgeführten Knoten nicht für die Sicherung oder Rettung von Personen verwendet werden.

Samariterknoten (gerader Knoten)



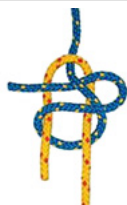
Verwendung

- Verbinden von Seilen
- Befestigen / Sichern von Geräten (z. B. Leitern)

Besonderes

- Die Seile müssen gleich dick sein
- Beide Enden müssen auf der gleichen Seite sein
- Nach der Belastung schlecht lösbar

Weberknoten



Verwendung

- Verbinden von Seilen
- Abschluss des Fuhrmannsknotens

Besonderes

- Das blaue Seil darf leicht dünner sein als das gelbe
- Beide Enden müssen auf der gleichen Seite sein
- Nach der Belastung gut lösbar

Fuhrmannsknoten (Seilspanner)



Verwendung

- Spannen von Seilen
- Festzurren von Ladungen

Besonderes

- Abschluss mit Weberknoten

Maurerknoten



Verwendung

- Befestigen von Seilen an Masten und Balken

Besonderes

- Die Kreuzungen sollten nicht nur vorne, sondern müssen besonders auch hinten angebracht werden
 - Nach der Belastung gut lösbar
-

Mastwurf



Verwendung

- Befestigen von Seilen an Masten, Balken und in Karabinerhaken

Besonderes

- Kann vor der Belastung noch eingestellt werden
- Der Mastwurf am Seilende muss mit einem doppelten Spierenstich abgesichert werden
- Nach der Belastung gut lösbar

Doppelter Palstek (Doppelter Bulinknoten)



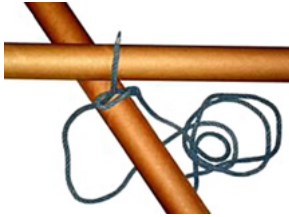
Verwendung

- Herstellen einer Seilendschleufe

Besonderes

- Immer beide Schleifen zusammen einhängen – nie einzeln bzw. getrennt belasten
- Nach starker Belastung sehr gut lösbar

Parallelbund



Verwendung

- Verbinden von zwei sich nicht rechtwinklig kreuzenden Hölzern

Besonderes

- Anzahl Windungen je nach Belastung
- Abschluss: Min. 2-mal unterziehen und sichern

Gerüstbund



Verwendung

- Verbinden von zwei sich rechtwinklig kreuzenden Hölzern

Besonderes

- Anzahl und Richtung der Windungen je nach Belastung und Belastungsrichtung
- Abschluss: Min. 2-mal unterziehen und sichern

Zurrgurte

Zurrgurte dienen dem Sichern von Ladungen oder Lasten. Sie sind als einteilige Umreifungsgurte oder als zweiteilige Gurte erhältlich und eignen sich im Einsatz auch als universelle Sicherungsmittel, z. B. zum Sichern von Hilfskonstruktionen.

Für kleine Lasten gibt es Gurte mit einfachen Klemmschlössern. Für grössere Lasten werden Gurte mit Spannratschen verwendet. Im Einsatz sehr sicher sind ABS-Ratschen (Anti-Belt-Slip). Dabei wird die Last beim Lösen des Zurrgurtes nicht schlagartig freigegeben, sondern kann mithilfe eines Spannhelms kontrolliert losgelassen werden.

Regeln für den Einsatz

- Herstellervorschriften beachten
- Keine Scharfen Kanten, Kontakte mit chemischen Stoffen oder Hitzeeinwirkungen
- Gurte nicht kneten oder verdrehen
- Ratsche nur von Hand anziehen, Spannhelm nicht verlängern
- Ratsche nicht auf Biegung belasten (z. B. über eine Kante)
- Min. 1,5, max. 3 Umwicklungen auf der Spanntrommel (bei weniger Umwicklungen kann sich der Gurt lösen, bei mehr Umwicklungen kann der Gurt fast nicht mehr gelöst werden)

Zurrgurte dürfen nicht zum Heben oder Ziehen von Lasten verwendet werden.



Abb. 34: Einteiliger und zweiteiliger Zurrgurt

Bewegen von Lasten mit Seilzuggeräten

Portable Seilzuggeräte

Im Zivilschutzeinsatz werden vor allem tragbare Seilzuggeräte eingesetzt. Dabei kann grundsätzlich zwischen Handseilzügen und Motorseilzügen unterschieden werden.

Handseilzüge eignen sich für kurze Zugdistanzen und zum Sichern von Objekten. Sie erzeugen keinen Lärm und Veränderungen der Zuglast werden durch die bedienende Person unmittelbar registriert. Gefährliche Situationen (z. B. Überlast, verkeilte Last) werden mit Handseilzügen ebenfalls besser und früher wahrgenommen und können oft noch entschärft werden. Handseilzüge sind besonders für sensible Arbeiten gut geeignet.

Mit Motorseilzügen können Lasten auch über grössere Distanzen (bis ca. 60 m) bewegt werden. Durch die sehr hohe Lärmbelastung ist bei Motorseilzügen die Kommunikation erschwert.

- Seilzuggeräte müssen sich immer frei in die Zugrichtung ausrichten können und dürfen nicht quer belastet werden (Bruchgefahr).
- Seilzuggeräte, welche nur zum Ziehen zugelassen sind, dürfen nie zum Heben oder Senken von Lasten verwendet werden.
- Werden Motorseilzüge in unübersichtlichem Gelände (z. B. Wald) über grössere Zugdistanzen eingesetzt, wird der Einsatz von Funkverbindungen mit Lärmsprechgarnituren dringend empfohlen.

Bei Zug- und Hebearbeiten lohnt es sich nicht, die maximale Zugkraft eines Seilzuggerätes «auszureizen». Besonders bei Handseilzügen wird die Bedienperson stark belastet. Besser ist es, ein stärkeres Gerät oder einen Flaschenzug zu verwenden.

Vor- und Nachteile von tragbaren Seilzuggeräten

Die Zugleistungen liegen zwischen 600 kg (leichter Handseilzug) und 3200 kg (starker Handseilzug) (siehe Tab. 15 und 16).

Handseilzüge	Vorteile	Nachteile
Mit Drahtseil 	– Einfach, sehr robust – Ziehen, Heben, Senken – Theoretisch unbegrenzte Seillänge – Über grössere Distanzen tragbar – Einzelne Modelle für Personentransport zugelassen	– Körperlich anstrengend – Nur für kurze Zugdistanzen

Tab. 15: Vor- und Nachteile von Handseilzügen

Motorseilzüge	Vorteile	Nachteile
Triebachssystem mit Drahtseil 	– Einfach, robust – Hohe Zugleistung – Ziehen, Heben, Senken – Konstante Zugkraft – Theoretisch unbegrenzte Seillänge	– Nur über kurze Strecken tragbar – Um das Seil ausziehen, muss es ausgebaut werden
Trommelsystem mit Draht- oder Faserseil 	– Einfach, robust – Vorhandener Kettensägemotor kann verwendet werden, wenn er zur Trommelwinde passt	– Nur zum Ziehen – Schwer – Mit zunehmender Seillage Abnahme der Zugleistung – Seil kann verklemmen oder gequetscht werden
Spillsystem mit Drahtseil 	– Robust – Hohe Zugleistung – Konstante Zugkraft – Theoretisch unbegrenzte Seillänge – Bedienung ausserhalb der direkten Gefahrenzone – Vorhandener Kettensägemotor kann verwendet werden	– Nur zum Ziehen – Erstellen der Betriebsbereitschaft ist kompliziert
Spillsystem mit Faserseil 	– Hohe Zugleistung – Sehr leichte Ausrüstung – Konstante Zugkraft – Theoretisch unbegrenzte Seillänge – Bedienung ausserhalb der direkten Gefahrenzone	– Meist nur zum Ziehen – Um das Seil ausziehen, muss es ausgebaut werden – Weniger robust – Empfindliches Faserseil

Tab. 16: Vor- und Nachteile von verschiedenen Motorseilzügen

Flaschenzugsysteme

Einfache Flaschenzüge für Seilzuggeräte

Mit Flaschenzügen kann die Zugkraft von Seilzuggeräten vervielfacht werden.

Die zulässige Belastung der Verankerungen, Verbindungsmittel, Verbindungselemente und Umlenkrollen muss den spezifischen Zugkräften des Seilzuggerätes entsprechen.

In der Praxis haben sich Flaschenzüge mit einem Verhältnis von 1:2 oder 1:3 bewährt. Sie erfordern wenig zusätzliche Ausrüstung und sind schnell einsatzbereit.

Umlenkrollen

Der Durchmesser und das Rillenprofil der Umlenkrolle müssen auf das verwendete Zugseil abgestimmt sein.

Faustregel: Bei Drahtseilen muss der Durchmesser der Umlenkrolle mindestens dem zehnfachen Seildurchmesser entsprechen.

Aus jeder Umlenkung resultiert aufgrund der Seilbiegung und der Reibung in der Umlenkrolle ein Verlust der Zugkraft. Ein Flaschenzugsystem mit einem Verhältnis von mehr als 1:4 bringt, besonders bei Drahtseilen, oft keinen echten Zuggewinn mehr, wenn nicht Hochleistungsrollen mit einem hohen Wirkungsgrad verwendet werden. Umlenkrollen mit einfachen Gleitlagern aus Kunststoff (z. B. ZS-Rolle 6 t orange) dürfen nicht für schnelllaufende Seile verwendet werden.

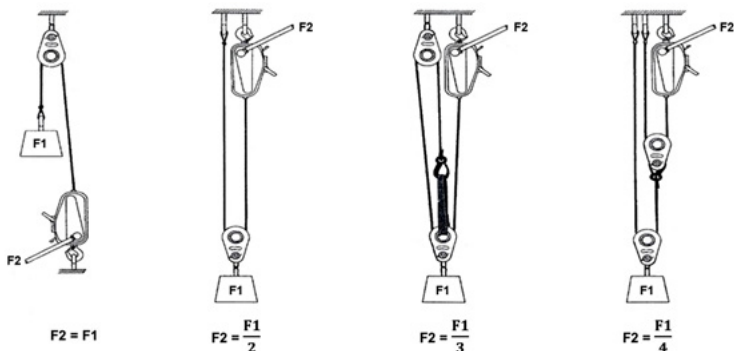


Abb. 35: Einfache Flaschenzugsysteme für portable Seilzuggeräte (F_1 = Gewichtskraft; F_2 = Seilzugkraft)

Ziehen von Lasten (Bodenzug)

Haftreibung und Gleitreibung

Um die Last in Bewegung zu setzen, muss die Haftreibungskraft mit der Zugkraft überwunden werden. Diese hängt von folgenden Faktoren ab:

- Gleiteigenschaften zwischen den beiden in Kontakt stehenden Stoffen (Rauigkeit der Oberflächen)
- Nasser oder trockener Zustand der Last und des Bodens

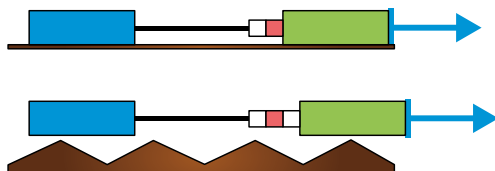


Abb. 36: Erforderliche Zugkraft bei unterschiedlicher Rauigkeit der Oberflächen (BABS)

Auf ebenen Flächen kann die Haftreibungskraft einfach berechnet werden:

$$FH = FG \times \mu H$$

FH = Haftreibungskraft

FG = Gewichtskraft
(Gewicht der Last)

μH = Haftreibungskoeffizient
zwischen den beiden Oberflächen
(tabelliert) (vgl. Handbuch Pionier
Grundlagen)

Beispiel 1:
Ziehen eines Betonblocks auf Kies

Gewichtskraft Betonblock
= 5 kN (500 kg)

Haftreibungskoeffizient
Beton – Kies = 0,6

Haftreibungskraft =
 $5 \text{ kN} \times 0,6 = 3 \text{ kN (300 kg)}$

Beispiel 2:
Ziehen eines Stahlelements auf
Stahl

Gewichtskraft Stahlelement =
5 kN (500 kg)

Haftreibungskoeffizient
Stahl – Stahl = 0,15

Haftreibungskraft =
 $5 \text{ kN} \times 0,15 = 0,75 \text{ kN (75 kg)}$

Stoff	Haftreibungskoeffizient
Holz – Holz	0,5 – 0,65
Holz – Beton	0,3 – 0,6
Holz – Stahl	0,5
Beton – Beton	0,65
Beton – Stahl	0,3
Beton – Kies	0,6
Beton – Lehm	0,3
Beton – Gummi	0,5 – 0,65
Stahl – Stahl	0,15

Tab. 17: Haftreibungskoeffizient bei verschiedenen Stoffen
(bei nassen Bedingungen sind die Haftreibungskoeffizienten kleiner)

Sobald die Haftreibungskraft überwunden und die Last in Bewegung ist, wirkt die Gleitreibungskraft. Sie ist kleiner als die Haftreibungskraft. Die erforderliche Zugkraft nimmt dadurch etwas ab.

Beim Ziehen von Lasten bergab besteht im Bereich des Grenzgefälles nach dem Überwinden der Haftreibungskraft von selber abrutscht.

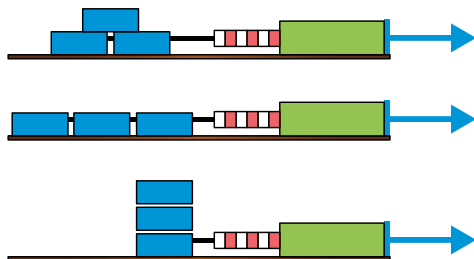


Abb. 37: Haft- und Gleitreibung sind unabhängig von der Grösse der Kontaktfläche (BABS)

Die Haft- und Gleitreibungskräfte hängen nur vom Gewicht und vom Reibungskoeffizient ab, nicht aber von der Grösse der Kontaktfläche.

Stösst die Last an eine Kante oder einen Gegenstand, handelt es sich nicht mehr um Haft- oder Gleitreibung, sondern um Formschluss.

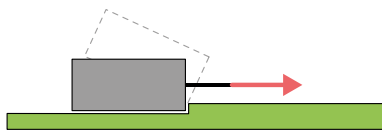


Abb. 38: Formschluss der Last an einer Kante (BABS)

Rollreibung

Werden Lasten über Rollen (Umlenkrollen, Rundhölzer, Rohre usw.) gezogen, wirkt der Rollwiderstand. Er ist wesentlich kleiner als der Haft- und Gleitreibungswiderstand. Beim Einsatz von Rollen gilt der Grundsatz «Hart auf Hart», also die Verwendung möglichst harter Rollen auf möglichst hartem Untergrund (z. B. Stahl auf Stahl, Stahl auf Beton). Auch harter Sand oder Kies zwischen den Schichten können wie Rollen wirken. Es ist Vorsicht geboten, da sich eine Last im schrägen Gelände unerwartet schnell selbstständig machen kann.

Regeln für den Einsatz

- Last wenn möglich über harte Rollen oder harte Gleitschienen ziehen.
- Last immer gegen ungewollte Bewegungen sichern, besonders auf schrägen Flächen.
- Last nicht nach unten, sondern horizontal oder leicht nach oben ziehen.

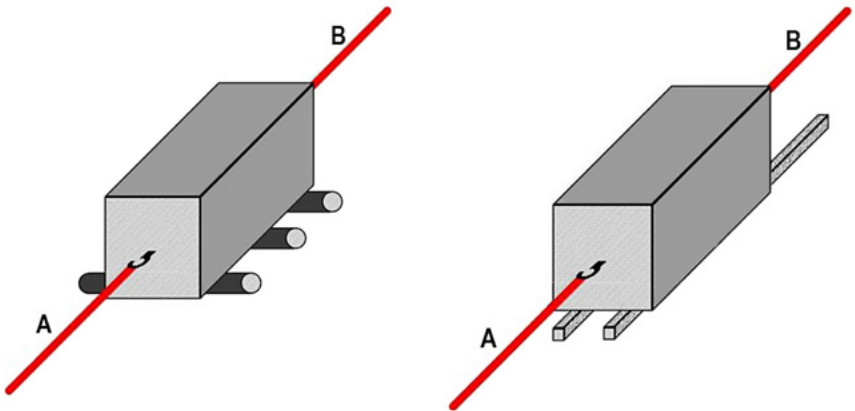


Abb. 39: Verschieben von Lasten auf Rollen (links) und auf Gleitschienen (rechts). Die Last wird durch ein Zugseil (A) bewegt und durch ein Sicherungsseil (B) gesichert.



Abb. 40: Falsches und richtiges Ziehen einer Last

Heben und Verschieben von Lasten mit Drei- oder Zweibeinen

Für das Hochziehen von Lasten wird ein genügend hoch gelegener Anschlagpunkt benötigt. Im Idealfall ist an der gewünschten Stelle bereits eine feste Struktur (Betondecke, Balken, Stahlträger usw.) vorhanden. Meistens muss dieser Anschlagpunkt aber mithilfe von technischen Geräten oder behelfsmässigen Konstruktionen selber erstellt werden.

Mobile Drei- und Zweibeine eignen sich sehr gut zum Heben oder Sichern von Lasten. Sie sind verhältnismässig leicht und die Ausrüstung kann einfach zu Fuss transportiert sowie in schwierigem Gelände auf-

gebaut werden. Die Konstruktionen können freistehend errichtet werden und benötigen keine bestehende Infrastruktur.

Am effizientesten und sichersten sind kommerzielle Drei- und Zweibeine. Sie sind schnell einsatzbereit und die Tragsicherheit wird vom Hersteller garantiert. Im Notfall können aber auch mit vor Ort verfügbaren Mitteln (Rund- oder Kanthölzer, Gerüstrohre usw.) und wenig zusätzlichem Material improvisierte Drei- und Zweibeine konstruiert werden.

Dimensionierung von Stützen aus Rund- oder Kantholz

Durchmesser oder Kantenlänge	Zulässige Druckbelastung von Rund- oder Kantholzstützen in kg bezogen auf eine Länge von						
	2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m
8 cm	1200	800	550	440	300	250	200
10 cm	2700	1900	1300	1000	800	600	500
12 cm	4600	3700	2800	2100	1600	1200	1000
14 cm	7000	6000	4900	3800	2900	2300	1900
16 cm	9700	8600	7400	6200	5000	3900	3200
18 cm	13000	11700	10400	9000	7000	6300	5100
20 cm	16800	15200	13800	12200	10800	9300	7800

Tab. 18: Zulässige Druckbelastung von Stützen aus Rund- oder Kantholz
(bei nicht quadratischen Kanthölzern gilt immer die kürzere Kantenlänge)

Improvisiertes Dreibein

Einsatzmöglichkeiten

Dreibeine können für folgende Aufgaben eingesetzt werden:

- Heben oder Absenken von Lasten
- Portal in einem Seilzugsystem
- Portal bei Überführungen (Kabel, Schläuche usw.)

Konstruktionsprinzipien für ein Dreibein

Faustregel für die Geometrie:

- Das Verhältnis zwischen der Basis b und der Beinlänge a sollte etwa 4:5 betragen. Dies ergibt einen Spreizwinkel von ca. 45° (genau 47°). Diese Geometrie stellt einen guten Kompromiss zwischen der Trag- und der Kippsicherheit dar.

- Schmalere Konstruktionen haben eine höhere Tragfähigkeit, sind jedoch kippanfällig. Breitere Konstruktionen sind kippstabiler, dafür weniger tragfähig.

Keine Dreibeine mit einem Spreizwinkel $< 30^\circ$ oder $> 60^\circ$ einsetzen.

Das Dreibein sollte symmetrisch sein. Die Grundfläche bildet ein gleichseitiges Dreieck (alle Winkel betragen je 60°) und der Dreibeinkopf steht senkrecht über dem Mittelpunkt des Grunddreiecks.

Kippgefahr: Die resultierende Kraft muss immer innerhalb des Grunddreiecks bleiben. Anderenfalls muss das Dreibein zusätzlich abgespannt werden.

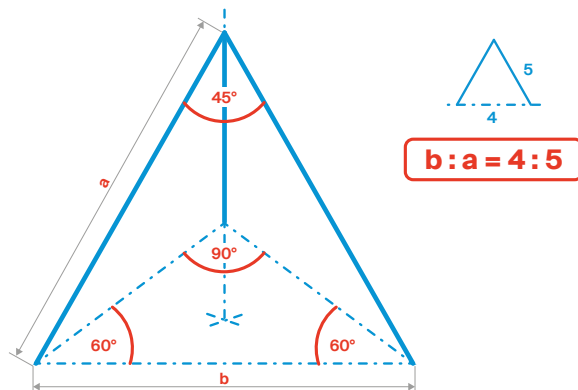


Abb. 41: Prinzipskizze eines Dreibeins (BABS)

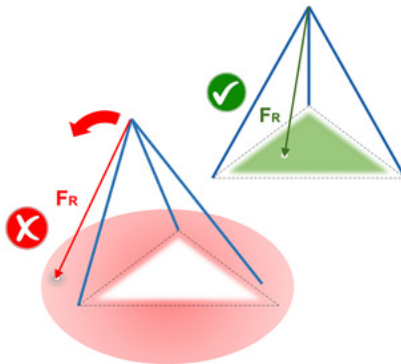


Abb. 42: Kippgefahr bei resultierender Kraft F_R ausserhalb der Grundfläche des Dreibeins

Sicherung der Beine

Die Beine müssen immer mit Seilen, durch Eingraben, Positionieren in Vertiefungen, Verbinden mit Schwenklatten oder Anschrauben gegen Wegrutschen gesichert werden.

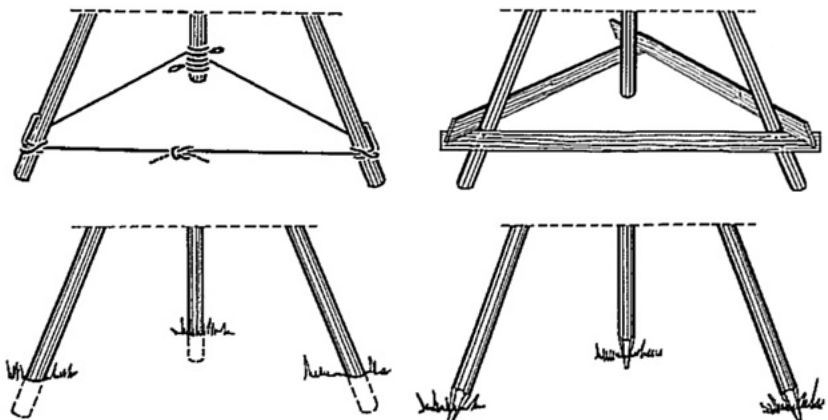


Abb. 43: Methoden zum Sichern der Beine gegen Wegrutschen (THW).

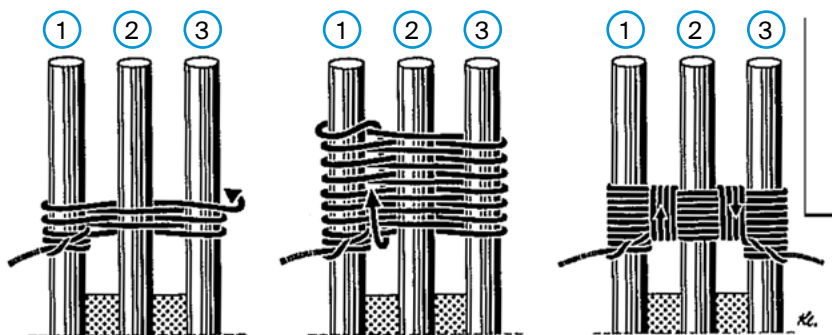


Abb. 44: Dreibeinbund (THW)

Improvisiertes Dreibein mit Rundhölzern und Dreibeinbund

Die Rundhölzer mit einem Zwischenraum von ca. $\frac{2}{3}$ des Rundholzdurchmessers parallel nebeneinanderlegen (Distanzhalter verwenden).

Den Seilanfang mit Mastwurf oder, bei vorhandener Endschleufe, mit einfacher Schnürung befestigen. Das freie Ende der Rundhölzer sollte zuletzt noch ca. 50 cm betragen.

Seil in Achter-Touren je nach Belastung ca. 5 bis 10-mal um die Rundhölzer führen. Um die Klemmwirkung zu verstärken, kann das mittlere Rundholz (2) zuerst auf die Gegenseite gelegt und erst nach zwei bis drei Achter-Touren auf die Seite der Rundhölzer (1) und (3) umgelegt werden.

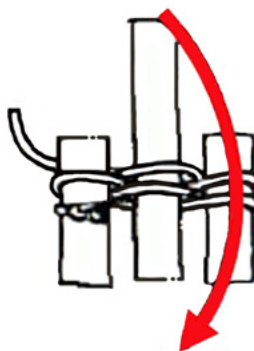


Abb. 45: Umlegen des mittleren Beins nach 2 bis 3 Achter-Touren

Zwischen den Hölzern wird ein Druckbund mit mindestens drei Umwicklungen rund um die Achter-Touren angebracht. Der Bund muss jetzt straff sein.

Das Seilende mit einem Mastwurf oder durch das Verknoten mit dem Seilanfang sichern.

Mittleres Bein (2) anheben, Beine (1) und (3) kreuzen. Dadurch wird der Dreibeinbund zusätzlich gespannt.

Anschlagmittel anbringen und Dreibein aufstellen.

Der Bund darf nicht übermäßig vorgespannt werden, sonst kann er bei der Belastung reißen.

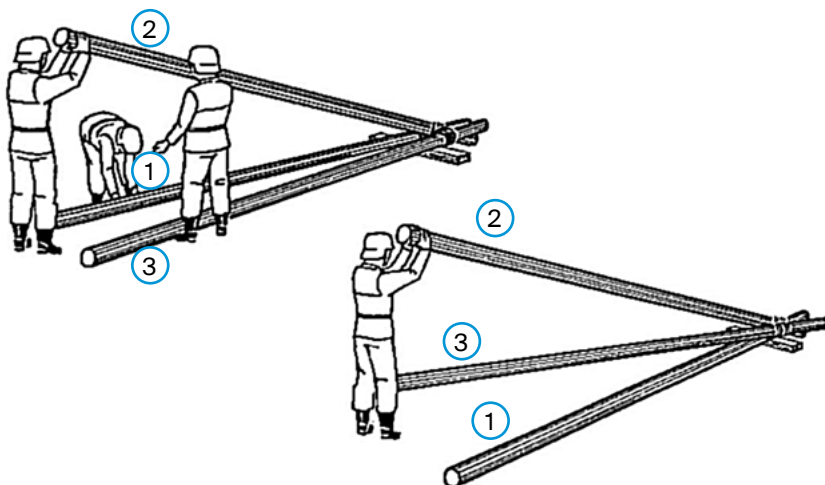


Abb. 46: Vorgehen zur Spannung des Dreibeinbunds (THW)

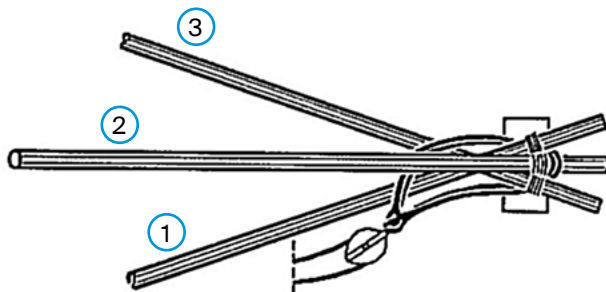


Abb. 47: Anbringen des Anschlagmittels (THW)

Rundschlinge so anbringen, dass der Anhängepunkt möglichst hoch liegt (max. Nutzhöhe) und der Bund nicht zusätzlich belastet, sondern eher verstärkt wird.

Improvisiertes Dreibein mit Gerüstrohren

Mit Gerüstrohren und Gerüstrohrkuppungen aus dem Bausektor können schnell improvisierte Dreibeine konstruiert werden. Die Gerüstrohrkuppungen müssen so angebracht werden, dass das Dreibein symmetrisch ist. Sie sind mit dem vorgeschriebenen Drehmoment festzuziehen.



Abb. 48: Mögliche Anschlagarten von Rundschlingen am Dreibein

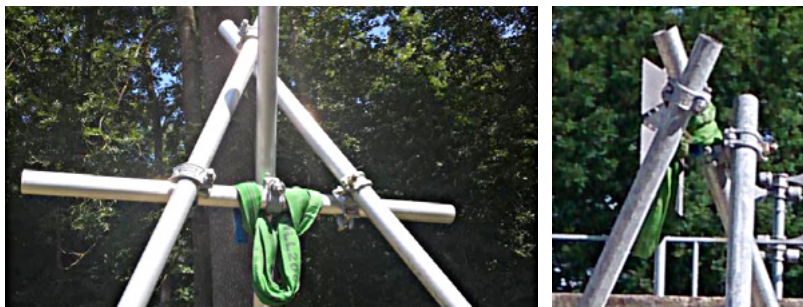


Abb. 49: Improvisierte Dreibeinkonstruktionen mit Gerüstrohren

Improvisiertes Zweibein

Einsatzmöglichkeiten

Zweibeine sind schnell erstellt und können für folgende Aufgaben eingesetzt werden:

Angelehnt an einer Struktur (z. B. Hauswand) zum Heben von liegenden Lasten (welche sich nahe der Struktur befinden)

- Zum Abstützen von Auslegern
- Als Basis für den Zweibein-Kran

Konstruktionsprinzipien für ein Zweibein

Faustregel für die Geometrie:

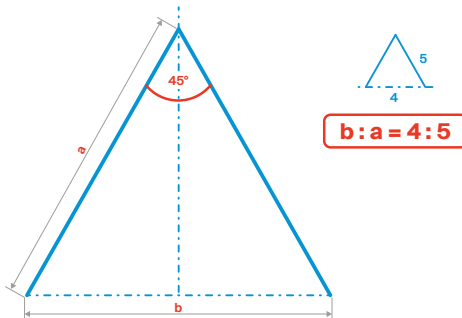


Abb. 50: Prinzipskizze eines Zweibeins

Wie beim Dreibein sollte das Verhältnis zwischen der Basis b und der Beinlänge a 4:5 und der Spreizwinkel somit ca. 45° betragen.

Keine Zweibeine mit einem Spreizwinkel $< 30^\circ$ oder $> 60^\circ$ einsetzen.

Die Sicherung der Beine erfolgt wie beim Dreibein.

Improvisiertes Zweibein mit Rundhölzern und Parallelbund

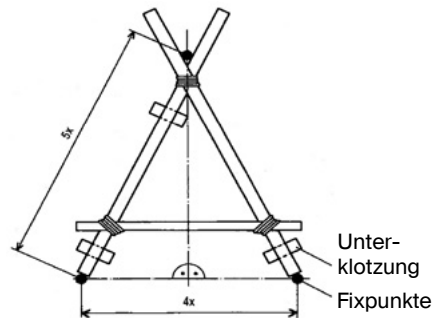


Abb. 51: Improvisiertes Zweibein

Verbinden der Rundhölzer mit dem Parallelbund (je nach Belastung mit ca. 5 bis 10 Umwicklungen).

Rundschlinge so anbringen, dass der Anhängepunkt möglichst hoch liegt (max. Nutzhöhe) und der Bund nicht zusätzlich belastet, sondern eher verstärkt wird.

Improvisiertes Zweibein aus Gerüstrohren



Abb. 52: Beispiele von Zweibeinen aus Gerüstrohren

Heben und Verschieben von Lasten mit einem improvisierten Zweibein-Kran

Beschreibung

Der Zweibein-Lastkran ist ein beidseitig abgespanntes Zweibein, mit dem mithilfe eines Seilzuggeräts Lasten angehoben, durch Schwenken des Zweibeins mittels Abspann- und Sicherungsseil horizontal verschoben und auf der anderen Seite wieder abgesenkt werden können.

Dies ist in vielen Fällen eine einfache und effiziente Transportmethode für kurze Distanzen. Die Komplexität des Systems darf aber nicht unterschätzt werden. Der Aufbau sowie der Betrieb erfordern mehr Sachverstand und bergen grössere Risiken als bei einem Dreibein.

Geometrie des Zweibeinkrans

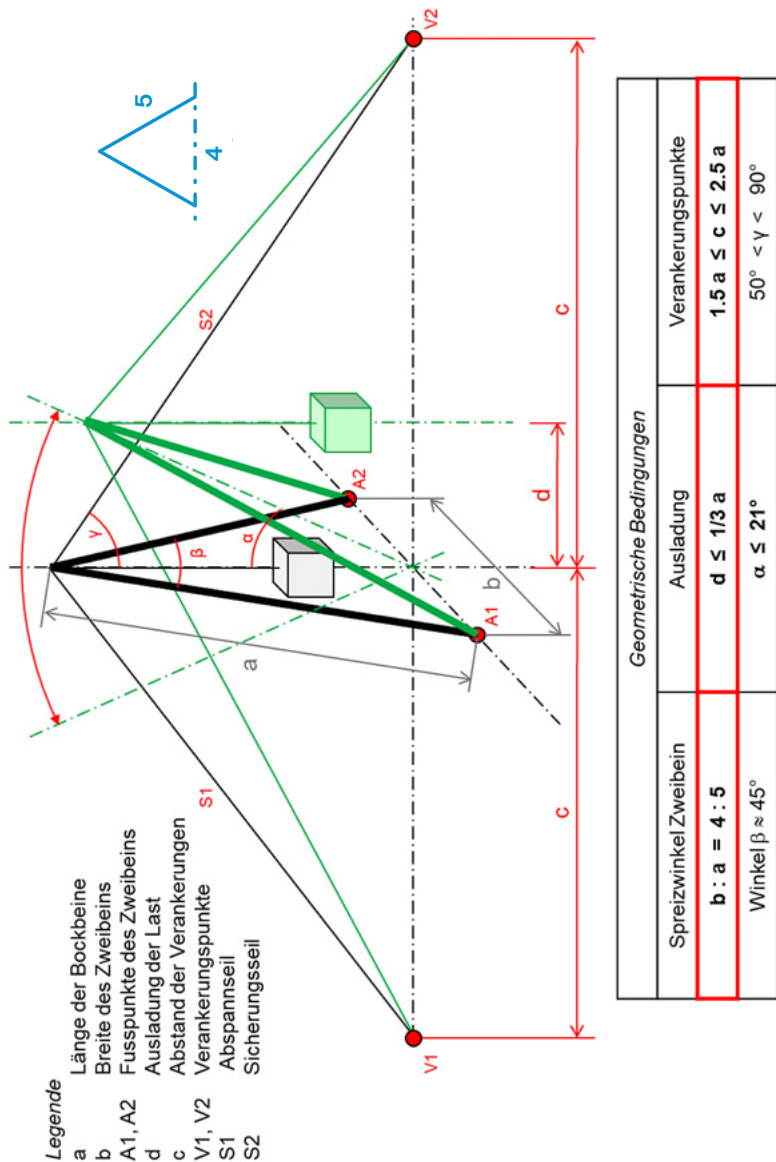


Abb. 53: Geometrische Bedingungen eines Zweibeinkrans

Aufbau und Betrieb

Die dargestellte Geometrie (s. Seite 59) ist als Faustregel für improvisierte Systeme gedacht. Bei fehlenden Herstellerangaben kann sie aber auch für kommerzielle Systeme verwendet werden.

Der gewünschte Schwenkbereich **d** gibt die minimal erforderliche Länge **a** der Beine vor (siehe Rechnungsbeispiel).

Befinden sich die Verankerungspunkte des Abspann- oder Sicherungsseils näher beim Zweibein und / oder wird das Zweibein zu weit ausgeschwenkt, wirken unzulässig grosse Kräfte auf das Zweibein und auf die Seile. Es besteht Bruchgefahr.

Das Abspann- und das Sicherungsseil müssen möglichst rechtwinklig zur Basis **b** des Zweibeins verlaufen. Bei fehlenden Verankerungspunkten ist ausnahmsweise eine leichte Abweichung (max. $\sim 10^\circ$) vom rechten Winkel tolerierbar. Die beiden Seile müssen aber immer eine gerade Linie bilden und dürfen nie auf die gleiche Seite abweichen. Ansonsten besteht Kippgefahr.

Die Beine müssen zwingend gegen Wegrutschen gesichert werden. Dabei genügt das Verbinden der beiden Beine mit Schwenklatten, Seilen usw. alleine nicht. Die Fusspunkte müssen zudem so gesichert werden, dass sie sich im Schwenkbereich noch frei bewegen können.

Schwenkbereich d	Bockbeinlänge a	Abstand Verankerungen c
2-mal 1,6 m (Schwenkbereich total 3,2 m)	5 m	7,5 m – 12,5 m

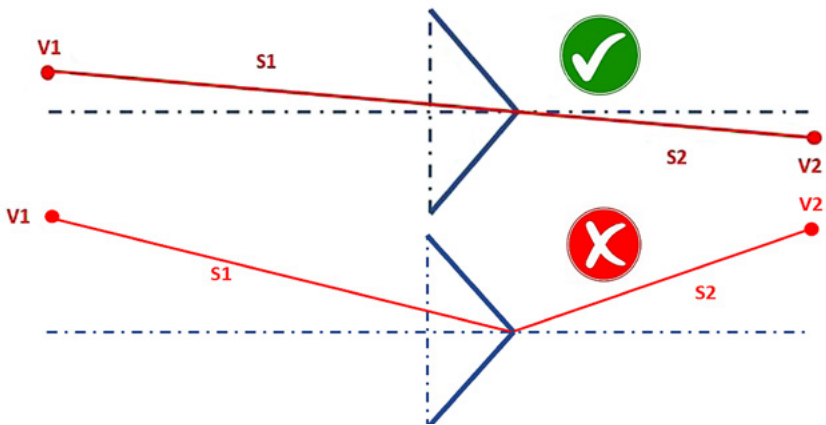


Abb. 54: Abweichungen des Sicherungs- und Abspannseils vom rechten Winkel (Grundriss)

Als Abspann- und Sicherungsseile müssen Seilzuggeräte mit statischen Seilen verwendet werden (am besten Handseilzüge mit Drahtseilen). Die zulässige Zuglast muss mindestens der zu hebenden Last entsprechen.

Als Abspann- und Sicherungsseile dürfen nur statische Seile verwendet werden.

- Das Zweibein kann mithilfe des Abspann- und des Sicherungsseils aufgerichtet werden (Fusspunkte sichern).
- Um ein Drehen der Last kontrollieren zu können, ist es empfehlenswert, an der Last zusätzliche Führungsseile anzubringen.
- Eine Person kommandiert von einem geeigneten, sicheren Standort den Betrieb des Zweibeinkrans.

- Die Seilzuggeräte und die Führungsseile werden durch je eine Person bedient.
- Immer nur eine Bewegung ausführen: Entweder Heben bzw. Senken der Last oder Schwenken des Zweibeins.
- Die Last nur so hoch wie nötig anheben.
- Das Sicherungsseil immer straff nachführen.
- Beim Schwenken über den Mittelpunkt (Totpunkt) des Zweibeins wird das Abspann- zum Sicherungsseil und umgekehrt.

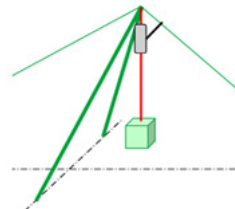
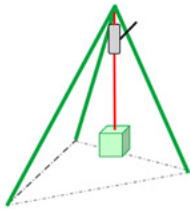
Anschlagen des Zuggeräts am improvisierten Drei- / Zweibein

Das Zuggerät zum Anheben bzw. Absenken der Last kann an verschiedenen Stellen angeschlagen werden. Je nach Anschlagart wirken auf die Konstruktion unterschiedliche Kräfte.

Als Anschlagpunkt für das Zuggerät muss immer das stärkere Bein gewählt werden.

Das Seilzuggerät kann auch (über eine Umlenkrolle geführt) an einem Anschlagpunkt ausserhalb des Drei- oder Zweibeins angeschlagen werden. Die Bedienperson befindet sich damit ausserhalb des Gefahrenbereichs. Auf die Konstruktion können aber zusätzliche, schwer abzuschätzende Kräfte einwirken. Diese Methode wird daher weniger empfohlen.

Direkter Anschlag am Drei- / Zweibeinkopf oder an der Last



Vorteile

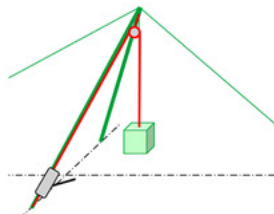
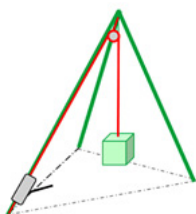
- Sehr einfach
- Gleichmässige Kraftverteilung
- Die Tragfähigkeit der Konstruktion kann optimal genutzt werden

Nachteile

- Die Bedienperson befindet sich im direkten Gefahrenbereich

Weniger empfehlenswert. Geeignet, wenn die Last nur wenige Zentimeter angehoben werden muss und die erforderliche Tragfähigkeit der Konstruktion sichergestellt ist.

Indirekter Seilzug mit Anschlag am Fussteil einer Stütze



Vorteile

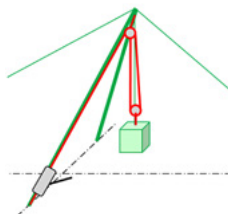
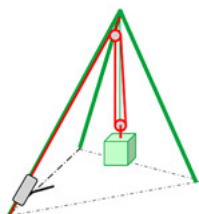
- Einfach
- Die Bedienperson befindet sich ausserhalb des direkten Gefahrenbereichs
- Ergonomische Bedienung des Seilzuggerätes

Nachteile

- Erhöhte Kraft auf das Bein mit dem Zuggerät ($\approx 1,5 \times \text{Last}$)
- Die Tragfähigkeit der Konstruktion kann nicht ausgenutzt werden

Empfehlenswert. Einfache und sichere Lösung. Die reduzierte Belastbarkeit der Konstruktion muss beachtet werden.

Indirekter Seilzug mit Anschlag am Fussteil einer Stütze und Flaschenzug Q/2



Vorteile

- Die Bedienperson befindet sich ausserhalb des direkten Gefahrenbereichs
- Ergonomische Bedienung des Seilzuggerätes
- Die Last kann auch mit einem leichten Seilzug bewegt werden

Nachteile

- Braucht mehr Material
- Erhöhte Kraft auf das Bein mit dem Zuggerät ($\approx 1 \times \text{Last}$)
- Die Tragfähigkeit der Konstruktion kann nicht ganz ausgenutzt werden

Empfehlenswert. Sichere Lösung. Durch den Flaschenzug wird die Tragfähigkeit der Konstruktion weniger stark reduziert als ohne.

Heben von Lasten mit improvisierten Auslegern

Einsatzmöglichkeiten

Mit Auslegern aus Gebäuden können nahe an der Fassade gelegene Lasten gehoben oder gesichert werden.

Ausleger aus Holz

- Wenn möglich Kanthölzer verwenden und diese hochkant einsetzen.
- Beim schrägen Ausleger sollte der Verankerungsteil doppelt so lang sein wie der Lastteil.
- Lastteile, welche mehr als 2 m über den Auflagerpunkt hinausragen, sollten mittels Zweibein abgestützt werden. Das Zweibein muss mit einem Parallelbund am Ausleger gesichert werden.

Dimensionierung der Ausleger

Distanz zwischen Auflagepunkt und Lastaufhängung	Zulässige Biegebelastung in kg bei einer Kantenlänge der Schmalseite von				
	12 cm	14 cm	16 cm	18 cm	20 cm
50 cm	600	980	1450	2050	2850
100 cm	300	480	720	1050	1450
150 cm	210	330	480	690	930
200 cm	150	240	360	510	720

Tab. 19: Belastbarkeit von Auslegern aus Tannenholz
 (bei der Verwendung von Rundhölzern reduziert sich die zulässige Belastung um ca. 50%)

Konstruktionsbeispiele

- 1 Ausleger
- 2 Bauklammer
- 3 Endlosschleife
- 4 Deckendurchbruch
- 5 Querriegel

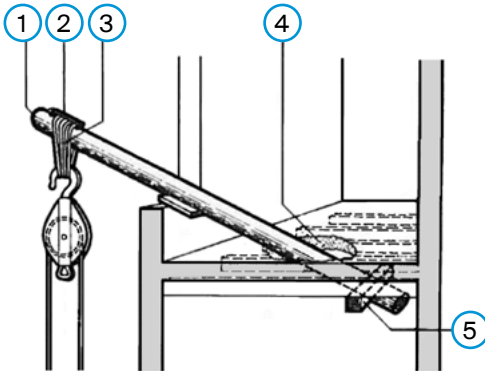


Abb. 56: Schräger Ausleger aus einem Gebäude

Zweibein mit Parallelbund sichern

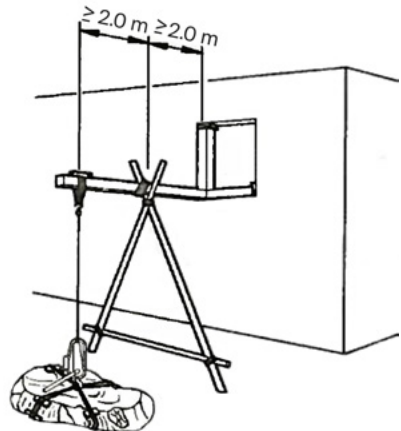


Abb. 55: Horizontaler Ausleger aus einem Gebäude mit Zweibeinabstützung

Ausleger aus Gerüstrohren

Aufgrund der grossen Flexibilität können mit Gerüstrohren und Gerüstzubehör viele verschiedene improvisierte Konstruktionen erstellt werden.



Abb. 57: Beispiel eines Delta-Auslegers (THW)

Bewegen von Lasten mit Hebegegeräten

Mit tragbaren mechanischen, hydraulischen oder pneumatischen Hebegegeräten können, ohne grossen körperlichen Krafteinsatz, enorme Lasten angehoben oder verschoben werden. Je nach Situation werden die Hebegegeräte einzeln oder in Kombination eingesetzt.

Hebegegeräte

Heben mit dem Hebeisen

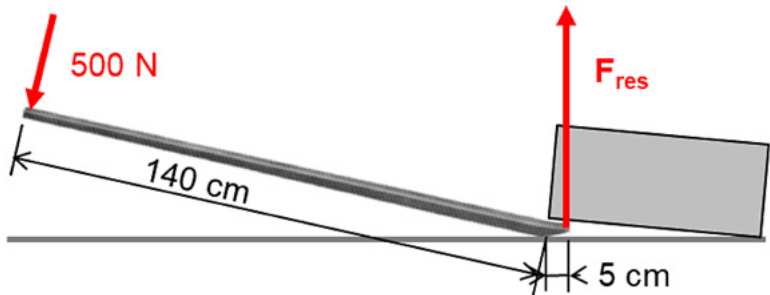
Das einfachste und oft schnellste Mittel zum Anheben einer Last ist das Hebeisen. Es ist multifunktionell einsetzbar und gehört zur Grundausrüstung jedes Pionierzuges.

Hebelgesetz:

An einem Hebel herrscht Gleichgewicht, wenn das Produkt aus Kraft x Kraftarm gleich Last x Lastarm ist.

Regeln beim Arbeiten mit dem Hebeisen:

- Drehpunkt möglichst nahe an der Last wählen.
- Drehpunkt wenn möglich mit Hartholz unterlegen (keine Steine verwenden, da Bruch- und Abrutschgefahr besteht).
- Hebeisen mit beiden Händen kontrolliert neben dem Körper führen.



$$500\text{ N} \cdot 140\text{ cm} = F_{\text{res}} \cdot 5\text{ cm}$$

$$F_{\text{res}} = \frac{500\text{ N} \cdot 140\text{ cm}}{5\text{ cm}} = 14'000\text{ N}$$

Abb. 58: Berechnung der Kräfte beim Anheben einer Last

	Vorteile	Nachteile
Kombigerät (Spreizer) 	– Ideal als «Initialgerät» bei sehr schmalen Zwischenräumen – Benötigt wenig Platz – Multifunktionell	– Bedienperson im Gefahrenbereich – Kippgefahr
Last-/ Wagenheber Stockwinde 	– Einfach und robust – Benötigt keine externe Energieversorgung – Benötigt wenig Platz	– Bedienperson im Gefahrenbereich – Kippgefahr
Hebekissen 	– Bedienperson ausserhalb des Gefahrenbereichs – Grosse Hebekraft – Bei schmalen Zwischenräumen einsetzbar – Passt sich unterschiedlichen Oberflächen an	– Externe Energieversorgung erforderlich – Grosse Hebekissen benötigen viel Platz

Tab. 20: Vor- und Nachteile von Hebeegeräten

Regeln für den Einsatz

Die nachfolgend aufgeführten Regeln ersetzen nicht die Vorschriften der Gerätehersteller, sondern sind ergänzende Hinweise für die Praxis.

Allgemeines

- Die Sicherheits-, Bedienungs- und Einsatzvorschriften der Gerätehersteller müssen eingehalten werden.
- Die Last muss abwechselnd in kleinen Schritten angehoben und lageweise unterbaut werden.
- Die Last nie gleichzeitig anheben und unterbauen.
- Beim Unterbauen: «Hände weg!» Keine Körperteile direkt zwischen der Last und der Unterbauung. Hilfsmaterial verwenden (z. B. Hebeisen, Stangen usw.).
- Methoden für das Unterbauen vgl. Handbuch Pionier Abstützen von Bauwerken und Bauteilen.

Lasten dürfen sich nie ungewollt oder unkontrolliert bewegen und müssen immer gesichert sein.

Einseitiges Anheben von Objekten

- Der Drehpunkt muss immer gesichert sein.

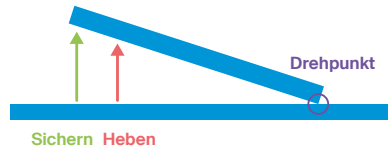


Abb. 59: Skizze eines ungesicherten Drehpunkts (BABS)

- Das Hebeggerät kann bereits bei wenigen Grad Neigung abrutschen und herausgeschleudert werden. Bei Hebern aus Stahl sollten immer Holz oder Kunststoffblöcke als Unterlage verwendet werden.
- **Faustregeln** Abrutschgefahr:
Stahl auf Stahl ab $\sim 10^\circ$
Stahl auf Beton ab $\sim 20^\circ$
Hebekissen ab $\sim 30^\circ$

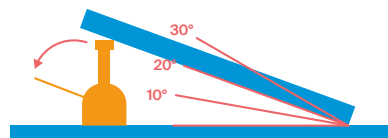


Abb. 60: Rutschgefahr bei verschiedenen Winkeln (BABS)

- Durch das Schrägstellen des Hebege­rät­es wird das Risiko des Abrutschens etwas verringert. Dafür wird zusätzlich zur vertikalen Kraft eine horizontale Kraft erzeugt. Nicht gesicherte Lasten können nach vorne weggleiten.
- Hebege­rät­e mit kleinen Auflage­flä­chen (z. B. Rettungsspreizer) können zur Seite wegkippen und die Last so ungewollt seitwärts bewegen. Bei der Gefahr von seitlichen Bewegungen muss die Last auf beide Seiten gesichert werden (z. B. mit je einem Handseilzuggerät).
- Beim einseitigen Anheben von Lasten mit hohem Schwerpunkt muss unbedingt das Kippmoment beachtet werden. Das Lot auf den Lastschwerpunkt darf nie ausserhalb der Kippkante verlaufen, sonst kippt die Last um. Falls doch erforderlich, sollte die Last mit einem Seilzuggerät gesichert werden.



Abb. 61: Horizontale Kraft bei angewinkeltem Hebege­rät

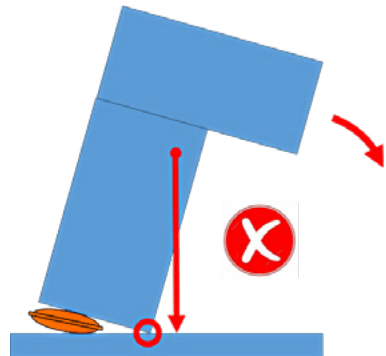


Abb. 62: Kippmoment bei hohem Schwerpunkt

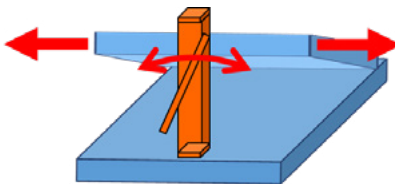


Abb. 63: Horizontale Kraft bei angewinkeltem Hebege­rät

Heben mit Hebekissen

- Mit zunehmender Hubhöhe sinkt die Hubkraft des Hebekissens.
- Hebekissen verhalten sich wie Kugeln, besonders, wenn sie ganz gefüllt sind und zwei Kissen übereinander eingesetzt werden. Bei heiklen Arbeiten darf nur ein Kissen verwendet werden. Ausserdem sollte es nicht ganz gefüllt werden.

Die Last nie auf beiden Seiten gleichzeitig anheben.

- Bei unsicheren Drehpunkten und bei schlanken Lasten ist die Last immer mit Handseilzügen zu sichern. Dabei werden die Seilzüge im Wechsel leicht gelöst und die Last mit den Kissen gehoben, bis die Seile wieder straff sind.
- Beim Einsatz von zwei Hebekissen müssen die Kissen immer zentrisch übereinanderliegen. Werden sie exzentrisch versetzt angeordnet, wird sich die Last mit fortschreitendem Hubvorgang seitwärts bewegen und kann herunterfallen.

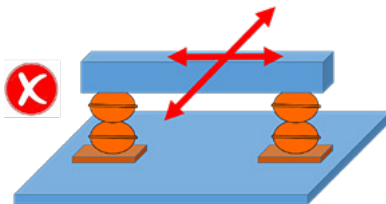


Abb. 64: Kippgefahr bei beidseitigem Anheben einer Last

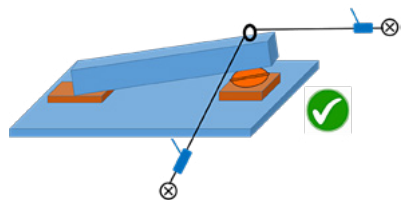


Abb. 65: Korrektes Anheben und Sichern eines Trägers

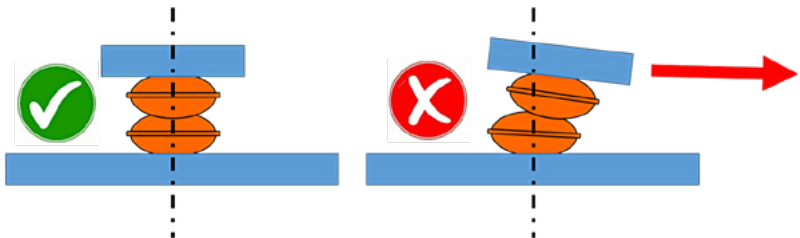
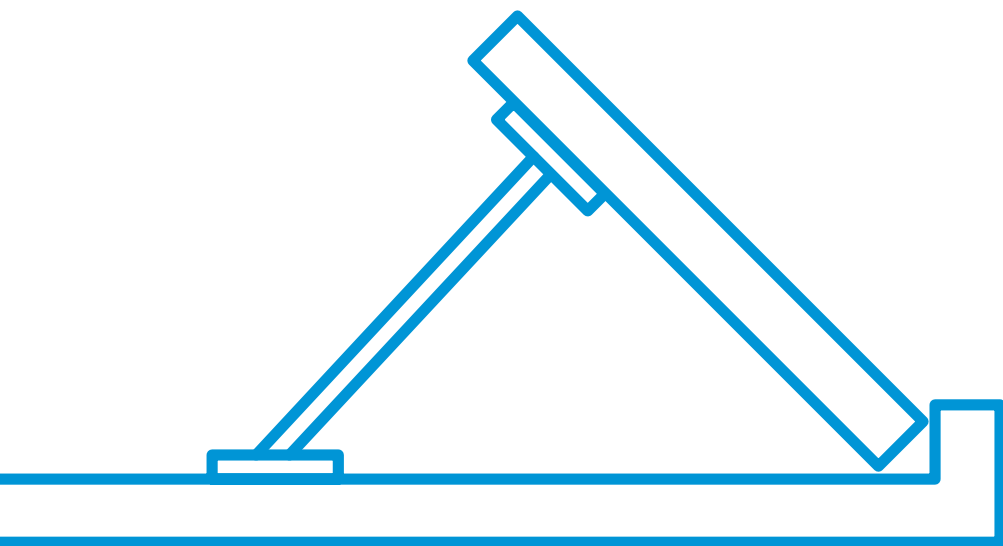


Abb. 66: Zentrisch und exzentrisch angeordnete Hebekissen

Handbuch Pionier

Sichern von Bauteilen und Bauwerken



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Impressum

Herausgegeben vom
Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)
Geschäftsbereich Zivilschutz und Ausbildung

Version 2025-07

Inhaltsverzeichnis

5 Allgemeines

- 5 Einsatz von Sicherungssystemen**
- 5 Differenzieren im Einsatz**
- 5 Improvisierte Sicherungsmassnahmen
- 6 Geplante Sicherungsmassnahmen
- 7 Ausbildung und Ausrüstung**

9 Sicherheit

- 9 Allgemeine Überlegungen**
- 9 Gefahren bei Sicherungseinsätzen**
- 10 Wichtige Sicherheitsregeln**

12 Basiswissen

- 12 Allgemeines Vorgehen für das Sichern von Bauteilen und Bauwerken**
- 12 Beurteilung von Bauteilen und Bauwerken**
- 13 Versagen von Bauteilen und Bauwerken
- 14 Beurteilungskriterien
- 18 Systematik möglicher Sicherungssysteme**
- 18 Abstützsysteme
- 21 Spannsysteme
- 22 Sicherungsmassnahmen mit Baugeräten
- 24 Kraftableitung durch Sicherungsmassnahmen**
- 25 Überwachen von Bauteilen und Bauwerken**
- 25 Einfache Überwachung
- 26 Rissmonitoring
- 26 Überwachung mit Bewegungsmelder
- 27 Überwachung mit optischen Geräten
- 28 Ausrüstung und Material für das Abstützen**
- 28 Abstützen mit Holz
- 29 Abstützen mit Ausrüstungen aus dem Bausektor
- 31 Abstützen mit multifunktionellen Rettungsstützen
- 32 Abstützen mit Kunststoffblöcken aus dem Rettungsssektor
- 32 Zusätzlich erforderliche Ausrüstung
- 33 Regeln für das Abstützen**
- 33 Allgemeine Regeln
- 34 Regeln beim Einsatz von Holz

41 Abstützsysteme «Shoring»

41 Allgemeines

**42 Senkrechte Abstützungen
«Vertical Shore»**

42 Kraftableitung

44 Senkrechte Einzelstützen
«T-Shore»

47 Senkrechte Flächenfachwerke
«N-Post Vertical Shore»

50 Senkrechte Raumfachwerke

52 Kreuzholzstapel «Cribbing»

52 Allgemeines

52 Technische Regeln

57 Alternativen zum Kreuzholz-
stapel

**60 Waagerechte Abstützungen
«Horizontal Shore»**

60 Allgemeine technische Regeln

60 Sprengwerk

62 Sichern von Gräben und
Baugruben

**64 Abstützen von schrägen
Bauteilen
«Sloped Floor Shore»**

64 Allgemeine technische Regel

67 Abstützungen mit der
rechtwinkligen Methode
«Sloped Floor Shore
Perpendicular»

70 Abstützen mit der senkrechten
Methode «Sloped Floor Shore
Friction Type»

**72 Abstützen von Wänden
«Raker Shores»**

72 Allgemeine technische Regeln

75 Strebstützen als Flächen-
oder Raumfachwerke

78 Strebstützbock als Flächen-
oder Raumfachwerk

**81 Abstützen von
Gebäudeöffnungen**

83 Anhang

83 Raum- und Flächenlasten

**84 Ermittlung der Traglast von
Metall-Deckenstützen
(Auszug aus dem
Bauhandbuch der Schweizer
Armee)**

**86 Dimensionierungshilfen für
das Abstützen von Gebäuden
(Auszug aus dem
Bauhandbuch der Schweizer
Armee)**

Allgemeines

Einsatz von Sicherungssystemen

Die Fähigkeit, Bauwerke oder Bauteile mittels Abstützungen, Abspriessungen oder anderen Techniken zu sichern, gehört zu den Kernaufgaben der Pioniere.

Ursachen von einsturzgefährdeten Gebäuden, Gebäudeteilen oder Bauwerken können nachfolgende Ereignisse sein:

- Überschwemmung, Unterspülung
- Erdbeben, Murgang, Felssturz, Lawine
- Rutschen oder Kriechen des Baugrundes
- Schneelast
- Sturm
- Brand, Explosion
- Erdbeben
- Einwirkung von Verkehrsmitteln
- Chemische (z. B. Korrosion) oder biologische (z. B. Insekten, Pilze) Zerstörung der Bausubstanz
- Terroranschläge

Differenzieren im Einsatz

Improvisierte Sicherungsmassnahmen

Im Katastropheneinsatz müssen im Rahmen von Rettungsaktionen oder zur Sicherstellung wichtiger Infrastrukturen Sicherungsmassnahmen oftmals unter Zeitdruck ohne vorhergehende Planung und Vorbereitung ausgeführt werden können. Bei grösseren Schadenlagen können selbst Fachspezialisten in kurzer Zeit und ohne Baupläne nur Abschätzungen vornehmen. Genaue Berechnungen zur Statik sind in der Regel nicht möglich.

Improvisierte Sicherungsmassnahmen

- sind Massnahmen für den Notfall,
- dienen in der Regel nur der punktuellen Sicherung gefährdeter Zonen im Bereich der Einsatzachse,
- dürfen zeitlich nur temporär während des Einsatzes angewendet werden,
- müssen meist mit einfachen, vor Ort verfügbaren Mitteln erstellt werden (Deckenstützen, Gerüstbauteile, Holz usw.).

Die Tragsicherheit und Tauglichkeit dieser Sicherungen können deshalb nur abgeschätzt werden. Sobald es die Lage erlaubt, müssen sie entweder durch ausgewiesene Fachspezialisten überprüft und allenfalls angepasst oder durch geplante Systeme ersetzt werden.

Improvisierte Sicherungsmassnahmen sind besonders bei zeitkritischen, flächendeckenden Ereignissen erforderlich. Bei diesen Ereignissen sind die Ressourcen erfahrungsgemäss stark begrenzt. Ein typisches Beispiel eines solchen Einsatzes sind **Rettungen aus Trümmerlagen** nach einem Erdbeben.

Geplante Sicherungsmassnahmen

Wenn es die Lage erlaubt, sollten zwingend nur geplante Sicherungsmassnahmen ausgeführt werden. Konkret versteht man darunter Folgendes:

- Die Sicherungssysteme werden durch eine ausgewiesene Fachspezialistin / einen Fachspezialisten (Baumeister/in, Bauingenieur/in, Statiker/in, Baufachberater/in usw.) nach den Regeln der Baukunde geplant und bemessen.
- Die Sicherungssysteme werden unter der technischen Leitung einer Fachperson erstellt und überprüft.

Sicherungsmassnahmen müssen insbesondere dann geplant werden, wenn sie über längere Zeit (z. B. bis zum Wiederaufbau) bestehen bleiben oder wenn ganze Gebäude abgestützt werden müssen.

Geplante Sicherungsmassnahmen werden bei nicht zeitkritischen, punktuellen Ereignissen eingesetzt. Bei einem solchen Ereignis können in der Regel von aussen genügend Ressourcen zugeführt werden.

Verfügt der Zivilschutz selber nicht über die erforderlichen Baufachleute, kann er diese tatkräftig beim Erstellen der Sicherungsmassnahmen unterstützen.

Auch bei Rettungsaktionen Abstützungen grundsätzlich immer nur nach Beurteilung und unter Leitung von Fachspezialistinnen/ Fachspezialisten ausführen!

Dieses Handbuch befasst sich ausschliesslich mit **improvisierten, behelfsmässigen** Sicherungsmassnahmen für den punktuellen, temporären Einsatz im Katastrophenfall.

Ausbildung und Ausrüstung

Als Einsatzorganisation muss der Fokus des Zivilschutzes auf der Ausführung von **improvisierten Sicherungsmassnahmen** liegen. Um diese Kompetenz sicherzustellen, ist eine angemessene Ausbildung der Angehörigen des Zivilschutzes erforderlich:

- Die Kader müssen in der Lage sein, einfache, einsturzgefährdete Bauwerke oder Trümmerlagen statisch betreffend Sicherheit, Reststabilität und erforderliche Massnahmen (inkl. Sicherheitskonzept) rudimentär zu beurteilen sowie den Einsatz zu planen und zu leiten.
- Die Pioniere müssen standardmässig definierte Sicherungssysteme schnell und sicher vorbereiten und einbauen können.

Je nach Schadenereignis, Grösse und Zustand des Bauwerks können die Beurteilung des Bauwerks und die erforderlichen Sicherungsmassnahmen mehr oder weniger zeitaufwändig und anspruchsvoll sein.

Anspruchsvolle Situationen sind insbesondere Trümmerlagen nach einem Erdbeben. Die Zerstörungen sind meist schwer und grossflächig. Durch **Nachbeben** können auf die angeschlagenen Gebäude und auf die Sicherungssysteme während des Einsatzes erneut starke Kräfte einwirken. Dabei sind es besonders

Allgemeines

die horizontal einwirkenden Kräfte, welche Gebäude und Sicherungssysteme zerstören. Die Sicherungsmassnahmen müssen diese Kräfte so gut wie möglich aufnehmen können.

Der Pionierzug muss auch über eine geeignete, minimale Ausrüstung zum Erstellen von ersten Sicherungssystemen verfügen. Müssen die Mittel während des Einsatzes

erst noch beschafft werden, kommt der Zivilschutz bei zeitkritischen Einsätzen zu spät. Es besteht die Gefahr, dass der Einsatz ohne Sicherungsmassnahmen trotzdem durchgeführt wird. Einsatzkräfte und betroffene Zivilpersonen werden dabei grossen Risiken ausgesetzt.

Aufgrund dieser Überlegungen wird folgende Ausbildung vorgeschlagen:

Funktion	Fachkompetenz	Ausbildungszeit
Pionier	Erstellen von einfachen, senkrechten Abstützungen Erstellen von einfachen Rahmen- abspriessungen	mindestens 1 Tag
Kader Pionier	Beurteilen von einfachen Situationen und Festlegen geeigneter, einfacher Sicherungsmassnahmen	mindestens ½ Tag

Tab 1: Funktion, Fachkompetenz und Ausbildungszeit

Sicherheit

Allgemeine Überlegungen

Der Einsatz in der Gefahrenzone von angeschlagenen, einsturzgefährdeten Gebäuden oder Bauteilen stellt ein sehr grosses Risiko für alle Einsatzkräfte dar. Rettungseinsätze in Trümmerlagen können Stunden oder gar Tage dauern. Während dieser Zeit sind die Retter den Gefahren ausgesetzt und können selber verletzt oder verschüttet werden. Das Risiko ist besonders in der ersten Phase des Einsatzes sehr hoch, wenn die Reststabilität des Bauwerks nur lückenhaft bekannt ist und die Sicherungsmassnahmen noch aufgebaut werden müssen. Die Einhaltung der Sicherheitsregeln ist daher überlebenswichtig!

Gefahren bei Sicherungseinsätzen

Versagen von Bauteilen und/oder Bauwerken durch

- überlastete Teile/Baustoffe,
- zusätzliche Schwächung tragender Bauteile (durch Feuer, zusätzliche Last, Erschütterungen durch Baumaschinen, Entfernen/Verschieben von Elementen, Grundbruch usw.),
- Nachbeben bei Erdbebeneinsätzen (dabei können auch vermeintlich stabile Gebäude einstürzen!).

Zusätzliche Gefahren durch

- Feuer,
- Gas, Wasser, Elektrizität, Kanalisation,
- weitere, freigewordene Gefahrstoffe (giftige, sauerstoffverdrängende, explosive Stoffe).

Wichtige Sicherheitsregeln

Die wichtigsten Sicherheitsregeln werden in einer Tabelle als zusammenfassende Gesamtübersicht dargestellt. Weiterführende Erklärungen und Hinweise dazu sind in den nachfolgenden Hauptkapiteln enthalten.

Sicherheits-konzept	Sicherungseinsätze sind immer Arbeiten mit besonderen Gefahren Immer ein Sicherheits- und Notfallkonzept erstellen
Fachberater/in	Immer zuerst eine/-n kompetente/-n Baufachberater/-in anfordern
Gebäude-beurteilung	Erste Sicherheitsbeurteilung (mindestens Vier-Augen-Prinzip) immer von aussen (Rundgang), Gefahrenzonen nicht betreten! Reststabilität der Bauteile/des Bauwerks abschätzen, weitere Gefahren lokalisieren Erforderliche Massnahmen definieren
Risikozonen	Risikozonen mit Aufenthaltsberechtigung definieren und markieren bzw. absperren, beispielsweise: Heiss Zone = akute Lebensgefahr, verboten Warme Zone = Gefahr, nur für Einsatzkräfte Kalte Zone = keine Gefahr
Eigene Sicherheit	Die eigene Sicherheit geht vor Im Zweifelsfall «No Go» , Einsatz abbrechen!
Trümmer-wurfbereich	Trümmerwurfbereiche nicht betreten! Sicherheitsabstand einhalten. Faustregel: mindestens 1,5-mal Bauwerkhöhe!
Gebäude-überwachung	Stabilität der Bauwerke/Bauwerkteile permanent mit geeigneten Massnahmen überwachen
Chef/in Sicherheit	Immer eine/-n Chef/-in Sicherheit einsetzen

Einsatzkräfte	Im Gefahrenbereich so wenig Personen und nur solange wie nötig einsetzen
	Sicherungssysteme auf sicherem Rüstplatz vorbereiten
	Persönliche Schutzausrüstung konsequent tragen
	Verbindungen sicherstellen
Defensiv	Immer vom gesicherten in den ungesicherten Bereich vorarbeiten
	Rückzugsweg offenhalten
Schnellabstützungen	Bei zeitaufwendigen Sicherungsarbeiten im Gefahrenbereich als erste Sicherung immer zuerst eine Schnellabstützung (z. B. Schalungsstütze) anbringen
Mikadoeffekt	Erschütterungen vermeiden (Abbauwerkzeuge, Baumaschinen)
	Keine belasteten Bauteile entfernen, bewegen, umlagern oder schwächen
Notfallkonzept	Notalarmierung sicherstellen
	Fluchtwege definieren, freihalten und bei Nacht beleuchten
	Sammelplatz und Sanitätsdienst organisieren

Tab. 2: Sicherheitsregeln

Basiswissen

Allgemeines Vorgehen für das Sichern von Bauteilen und Bauwerken

1. Beurteilung der Bauteile und des Bauwerks.
2. Sicherungsmassnahmen definieren und Skizzen erstellen.
3. Taktisches Vorgehen abgestimmt auf den Gesamteinsatz festlegen (wo, was, wer, in welcher Reihenfolge?).
4. Sicherheitsdispositiv aufbauen (Gebäudeüberwachung, Alarmierung, Fluchtwege, Beleuchtung, Sammelplatz usw.).
5. Bei grosser Einsturzgefahr zuerst Schnellabstützung als erste Sofortmassnahme anbringen.
6. Masse aufnehmen und die einzelnen Elemente der Sicherungssysteme dimensionieren.
7. Bei Bedarf Konstruktionsskizzen, Materiallisten, Stücklisten, Schablonen erstellen.
8. Rüstplatz und Materialdepot an einem sicheren Standort einrichten.
9. Sicherungssysteme auf dem Rüstplatz so weit wie möglich vorbereiten bzw. vorfabrizieren.
10. Sicherungssysteme vor Ort einbauen und sichern, Schnellabstützungen allenfalls wieder entfernen.
11. Sicherungssysteme in regelmässigen Abständen, aber immer nach Veränderungen (Nachbeben, Erschütterungen usw.) überprüfen und, falls erforderlich, optimieren/verstärken.

Beurteilung von Bauteilen und Bauwerken

Nach einem Schadenereignis an Bauwerken und Bauteilen stellt sich ein neues, statisch labiles Gleichgewicht ein, welches sehr empfindlich auf äussere Störungen (Erschütterungen, Vibrationen usw.) reagieren kann. Mit einer Beurteilung muss vor dem Betreten der Gefahrenzonen zwingend abgeklärt werden, über welche Resttragfähigkeit die einzelnen Bauteile und das ganze Bauwerk noch verfügen und mit welchen Sicherungsmassnahmen das statische Gleichgewicht erhalten oder verstärkt werden kann.

Bei der Beurteilung muss auch geprüft werden, ob die Schadenstelle überhaupt betreten werden muss oder ob es eine andere Lösung gibt (bei Rettungsaktionen z. B. einen längeren, aber sicheren Zugang).

Improvisierte Sicherungsmassnahmen werden bei einer einfachen Schadenlage mithilfe von Abschätzungen ohne grosse statische Berechnungen getätigt.

Für eine einfache Beurteilung braucht es ein minimales, baustatisches Verständnis sowie Kenntnisse über Baustoffe, Bauteile und Bauarten. Bei einfachen, überschaubaren Situationen müssen es nicht immer Ingenieurinnen/Ingenieure sein, welche eine Beurteilung vornehmen.

Auch gut ausgebildete, erfahrene Handwerker/-innen oder Polierinnen/Poliere aus dem Hoch- und Tiefbau haben ein zuverlässiges «Augenmass», Erfahrung und Beurteilungsvermögen. In jedem Pionierzug sind Fachleute vorhanden, welche aus ihrer beruflichen Tätigkeit über diese technischen Kenntnisse verfügen. Auf eine Abhandlung über charakteristische Baustoffe, Bauelemente und Bauarten wird aus diesem Grund verzichtet.

Um die Gefahrenzonen nicht unnötig betreten zu müssen und doch eine möglichst aussagekräftige Erkundung durchführen zu können, ist der Einsatz von modernen Drohnen empfehlenswert.

Versagen von Bauteilen und Bauwerken

Bauteile und Bauwerke können grundsätzlich auf folgende Arten versagen:

- brechen, einknicken
(Versagen der Baustoffe)
- umkippen
- abgleiten
- in den Boden einsinken
(Grundbruch)

Beurteilungskriterien

Eine einfache Beurteilung kann anhand der nachfolgenden Kriterien durchgeführt werden:

- Art der Konstruktion?
 - Massivbau (Stahlbeton, Mauerwerk)
 - Holzbau
 - Skelettbau (Stahl, Beton)
- Bauqualität?
- Baugrund, Fundamente?
- Weicher Untergrund, Hanglage?
- Art der Nutzung, Anzahl Stockwerke?
- Schadenklasse?

- Einwirkende Gewichte, Kräfte?
 Sie können meist nur schwer oder nicht berechnet werden (eine Tabelle mit der Dichte wichtiger Baustoffe ist im **Anhang**, Seite 83, aufgeführt).
- Welche Bauteile haben eine statisch tragende Funktion?

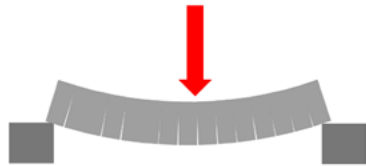


Abb. 1: Kraftableitung in die Fundamente
 (Wellenhofer, THW)

Klasse	Zustand		Zeichen	
1	leichte Schäden		beschädigt	✗
2	moderate Schäden			
3	schwere Schäden		teilzerstört	✖
4	sehr starke Schäden			
5	zerstört		totalzerstört	✖✖

Tab. 3: Schadenklasse

- Wie werden die Lasten in den Boden abgeleitet?
- Schwachpunkte **tragender Bauteile?**
 - Überlastete Bauteile
 - Beschädigte oder ausgefallene Bauteile/Verbindungen
 - Anzeichen von Einsturzgefahr
 - Umlagerung von Bauteilen (z. B. Wände werden zu Decken, Decken zu Wänden)
- Typische Anzeichen von geschwächten Bauteilen (Abb. 2 bis 5):
 - Durchhängen von Bauteilen, Rissbreiten in Stahlbeton > 3 mm
 - Klaffende Risse in Mauerwerk
 - Geschwächte/überlastete Auflager
 - Freiliegende Armierungseisen
- Welche Kräfte können die Bauteile noch selber aufnehmen?
- Welche Kräfte müssen durch Sicherungssysteme aufgenommen werden? Können diese Kräfte mit den verfügbaren Sicherungssystemen aufgenommen werden?
- Hängende, lose oder schief stehende Bauteile?
- Können instabile Bauteile ohne negative Einwirkungen auf das statische Gleichgewicht allenfalls entfernt werden?



Die Stabilität von Stahlbeton ist bereits ab 3 mm breiten Rissen kritisch!

Abb.2: Risse in einer Decke aus Stahlbeton



Abb.3: Gerissene Wand (M. Jordi, VKF)



Abb.4: Ausgefallene / überlastete Auflager



Abb.5: Freiliegende Armierungseisen

Stufe des Bauteilschadens	Art der Schädigung	Sicherungsmaßnahmen
1	Leicht oder nicht geschädigt	Keine erforderlich
2	Erheblich geschädigt	Abstützen entsprechend des Schadens
3	Schwerwiegender Schaden	Volle Abstützung (Das Bauteil verfügt über keine eigene Tragfähigkeit mehr)
4	Funktionsausfall	Volle Abstützung (Das Bauteil verfügt über keine eigene Tragfähigkeit mehr)
5	Totalausfall	Keine Massnahme mehr möglich

Tab. 4: Beurteilung Bauteilschäden

- Beurteilung der einzelnen **Bauteile** nach der 5-Stufen-Methode (nach Dipl.-Ing. Holger Hohage, THW)
- Trümmerwurfbereiche?
- Was kann durch Nachbeben, Erschütterungen, Veränderungen oder Rettungsarbeiten
 - herunterfallen?
 - umkippen?
 - abrutschen?
 - einstürzen?
- Weitere Gefahren (Elektrizität, Gas, Wasser, Gefahrenstoffe, Absturzgefahr usw.)
- Abschliessende Beurteilung der **Resttragfähigkeit des ganzen Bauwerks** (werden einzelne Bauteile mit Stufe 4 oder 5 bewertet, muss nicht zwingend das ganze Bauwerk instabil sein!)
 - Stabil?
 - Instabil?
 - Total instabil?
- Welche Zonen dürfen nicht betreten werden (heisse Zonen, **No-Go-Areas**)?

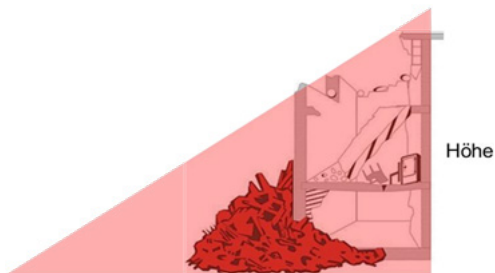


Abb. 6: Trümmerwurfbereich

**Bei längerdauernden Einsätzen
oder bei Veränderungen
müssen die Bauteile und das
Bauwerk immer wieder neu
beurteilt werden!**

Eine gute Informationsquelle sind nicht nur Fachspezialistinnen/Fachspezialisten, sondern auch Eigentümer/-innen und Anwohner/-innen.

Aus dieser Beurteilung werden anschliessend die **erforderlichen Sicherungsmassnahmen** und das weitere Vorgehen abgeleitet.

Systematik möglicher Sicherungssysteme

Abstützsysteme

Lage

Je nach Krafteinwirkung, Situation und Ausrüstung können Abstützsysteme senkrecht, waagrecht (Abspriessen) oder auch schräg eingesetzt werden.

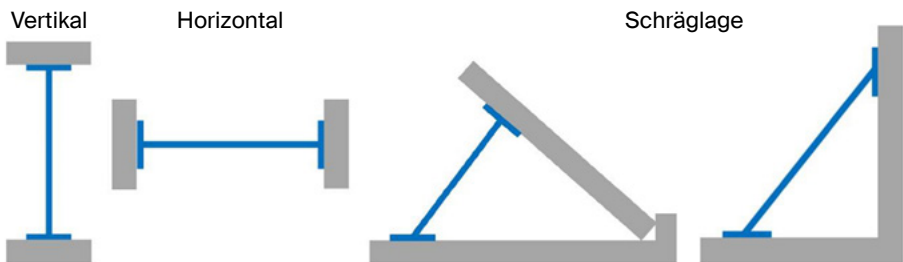


Abb. 7: Lage von Sicherungssystemen (Blockhaus, THW)

Grundkonstruktionen

Abstützsysteme können in drei **Grundkonstruktionen** eingeteilt werden:

Einzelstützen

- Einfachste Art der Abstützung.
- Kann, je nach Stütztyp, senkrecht, waagrecht oder schräg eingesetzt werden.
- Besonders als erste Schnellabstützung geeignet.
- Relativ einfacher Aufbau.

Flächenfachwerke

- Miteinander zu einem Flächenfachwerk verbundene und ausgesteifte Einzelstützen.
- Kann, je nach Typ, senkrecht, waagrecht oder schräg eingesetzt werden.
- Erfordert Fachkompetenz.

Raumfachwerke

- Miteinander zu einem Raumfachwerk verbundene und ausgesteifte Flächenfachwerke.
- Kann, je nach Typ, senkrecht, waagrecht oder schräg eingesetzt werden.
- Erfordert gut ausgebildete Rettungspionierinnen / Rettungspioniere.
- Sehr ausfallsichere Konstruktion; bei Erdbebeneinsätzen die erste Wahl!



Abb. 8: Einzelstützen (THW)

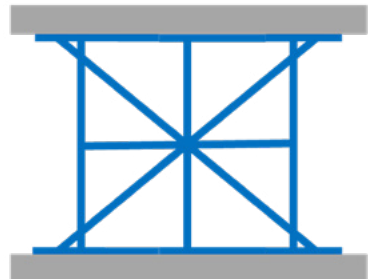


Abb. 9: Flächenfachwerke (THW)

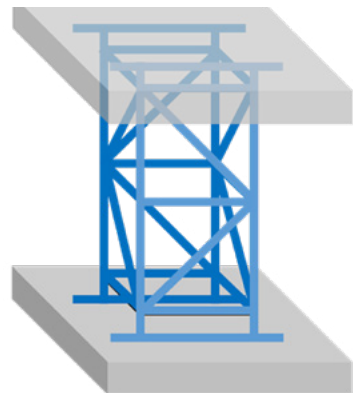
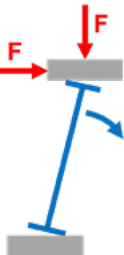


Abb. 10: Grundkonstruktionen von Abstützungen (Blockhaus, THW)

Tragverhalten und Aufbauzeit

Das Tragverhalten und die erforderliche Aufbauzeit hängen wesentlich auch von der verwendeten Ausrüstung ab. Eine einzelne Schwerlaststütze zum Beispiel kann enorme Kräfte aufnehmen.

	Tragsicherheit	Knick-sicherheit	Kipp-sicherheit	Aufbauzeit
				
Einzelstütz	✓	✓	✓	✓ ✓ ✓
Flächenfachwerk	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓ ✓
Raumfachwerk	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓	✓

Tab. 5: Tragverhalten und Aufbauzeit bei identischem Abstützmaterial

Spannsysteme

Bauteile können auch durch Abspannen oder Verspannen mit Drahtseilzügen oder Gewindestangen gesichert werden.

Verspannen/Abspannen

- Sichern von Bauteilen eines Bauwerks durch Zusammen-spannen (Innere Verspannung) oder Abspannen auf eine externe Verankerung.
- Kann waagrecht, schräg oder senkrecht eingesetzt werden.
- Erfordert viel Fachkompetenz.

Skelettieren

- Zusammenspannen von angeschlagenen Wänden (z. B. Mauerwerk) mit Holzbalken und Gewindestangen.
- Erfordert besonders in der Planung viel Fachkompetenz.

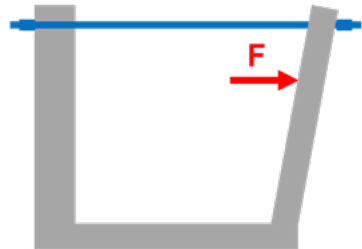


Abb. 11: Innere Verspannung



Abb. 12: Skelettieren

Sicherungsmassnahmen mit Baugeräten

Mit Baugeräten können labile Bauteile sehr schnell gesichert werden, ohne dass sich Personen in die Gefahrenzone begeben müssen. Die Baugeräte eignen sich daher als Sofortmassnahme bestens für erste **Schnell-** bzw. **Notsicherungen**, insbesondere zum Schutz der Einsatzkräfte während des Aufbaus von anderen Sicherungssystemen oder ersten Rettungen. Achtung: Der Einsatz von Baugeräten kann heikel sein. Einige cm zu viel und der Gebäudeteil kann kollabieren!

Allerdings müssen eine Zufahrt gewährleistet und eine genügend grosse Aufstellfläche vorhanden sein sowie ein Sicherheitsabstand zum Schutz der Maschinistin/des Maschinisten eingehalten werden können. Diese Voraussetzungen sind besonders bei Erdbeben-einsätzen oft nicht gegeben.

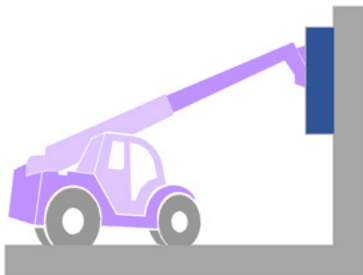


Abb.13: Abstützen mit Teleskopklader

Teleskopklader

- Abstützen von angeschlagenen Bauteilen mit einem Teleskopklader.
- Erfordert viel Fachkompetenz und eine/n professionelle/n Maschinistin/Maschinisten.

Fahrzeugkrane

- Sichern oder abstützen von absturzgefährdeten Bauteilen.
- Entfernen von Gebäudeteilen.
- Für das Anschlagen der Lasten müssen sich Personen in die Gefahrenzone begeben.
- Erfordert grosse Baumaschinen, viel Fachkompetenz und eine/n professionelle/n Maschinistin/Maschinisten.

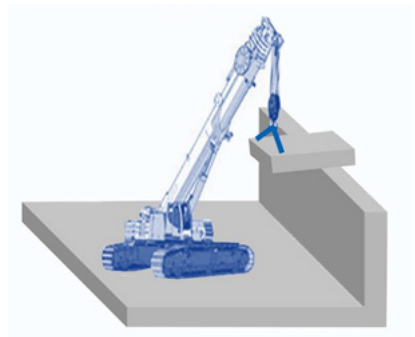


Abb.14: Sichern mit Fahrzeugkran

Baugeräte werden nicht nur zum Sichern oder Entfernen von Bauteilen eingesetzt. Sie sind auch für das Aufstellen und Positionieren von grossen, schweren Sicherungskonstruktionen oder zum Transportieren von Einsatzkräften und Material an hoch gelegene, von unten schwer zugängliche Standorte unentbehrlich.

Neben Teleskopladern und Fahrzeugkranen können auch Bagger, Autodrehleitern, Hubretter und Hubarbeitsbühnen Schlüsselemente für das Sichern von Bauwerken sein.

Baumaschinen nur durch professionelle, erfahrene Maschinenführer/innen bedienen lassen! Die Bedienung durch Laien im Katastrophenfall ist mit sehr grossen Risiken verbunden.

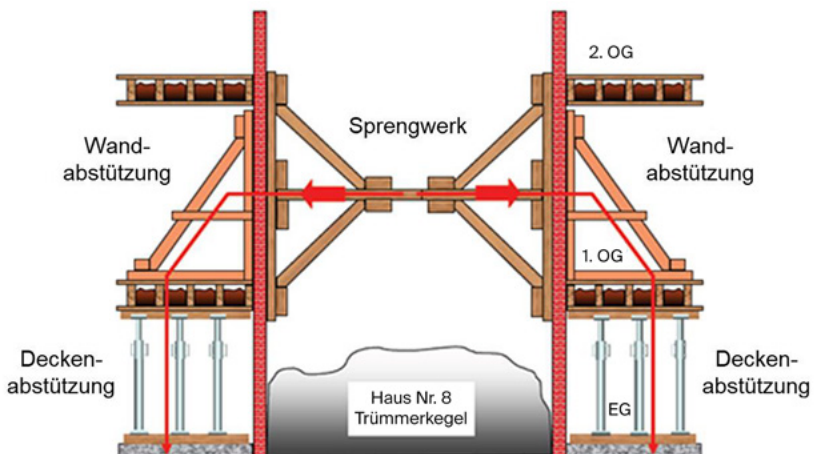


Abb. 15: Kraftableitung beim Sichern von Gebäuden mit einem Sprengwerk (Blockhaus, THW)

Kraftableitung durch Sicherungsmassnahmen

Sicherungsmassnahmen dienen dazu, die Überlast eines angeschlagenen Bauteils über ein trag-sicheres Bauteil in das Fundament bzw. in den Untergrund zu übertragen. Je nach Situation genügt dafür eine einzelne Sicherungsmassnahme nicht, sondern es sind mehrere, aufeinander abgestimmte Sicherungsmassnahmen erforderlich. Dies soll am Beispiel einer Sicherung von zwei gegenüberliegenden Hausfassaden erläutert werden:

- Zwei angeschlagene Fassaden werden mit einem sogenannten «Sprengwerk» von aussen horizontal gegeneinander abgesichert.
- Horizontaler Druck durch eine Fassade wird über das Sprengwerk auf die andere Fassade übertragen. Die Fassaden können horizontale Kräfte nur bedingt aufnehmen (besonders Mauerwerke). Sind die Kräfte zu gross, kann die Fassade einbrechen.
- Aus diesem Grund müssen beide Fassaden innen zusätzlich mit Wandabstützungen gesichert werden.
- Über die Wandabstützungen werden die Kräfte in die Decken eingeleitet. Sind die Decken zu schwach, können auch sie bei Überbelastung einbrechen.

- In einem solchen Fall müssen auch die Decken von unten abgestützt und die Kräfte in das Fundament abgeleitet werden.
- Die Abstützung wird in der Regel von unten (Fundament, Erdreich) nach oben aufgebaut.

Bei der Einsatzplanung müssen die Auswirkung von Kräften und die Kraftableitungs-Pfade nicht nur vor, sondern auch nach der Installation einer Sicherungsmassnahme beurteilen werden!

Überwachen von Bauteilen und Bauwerken

Während des Einbaus von Sicherungssystemen oder des Ausführens von Rettungsarbeiten sind die Einsatzkräfte beim Versagen von Bauteilen oder ganzen Gebäuden extremen Risiken ausgesetzt. Mit einer Überwachung und einer Alarmorganisation (als Teil des Notfallkonzepts) muss sichergestellt werden, dass ein drohendes Versagen noch vor dem Kollaps erkannt wird und den Einsatzkräften genügend Zeit bleibt, um die Gefahrenzone zu verlassen.

Einfache Überwachung

- Beobachten von Veränderungen (Rissbildungen, Bewegungen, Ausrieseln von Steinen und Feinmaterial, Herunterfallen von Putz, übermäßige Verformungen usw.).
- Wahrnehmen von Knackgeräuschen (besonders bei Bauteilen aus Holz ein «gutes» Vorwarnzeichen).
- Bei Erdbeben: Wahrnehmen von Nachbeben.
- Feststellen von überlasteten Abstützungen (Knackgeräusche, Biegen von Stützen und Trägern, Eindrücken von Stützen in den Holzunterzug usw.).

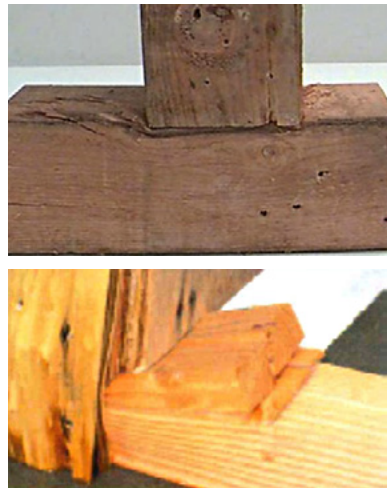


Abb.16: In die Schwelle- oder den Unterzug eingedrückte Stützen zeigen eine Überlastung des Abstützsystems an (FEMA)

Rissmonitoring

Möglichkeiten zur Überwachung von Rissen:

Mit Markierfarbe einen gut sichtbaren Strich über den Riss ziehen. Gegeneinander verschobene Striche zeigen eine Bewegung an. Es muss sich eine Person in den Gefahrenbereich begeben.

Ein Gips- oder Glassiegel mit Schnellgips über dem Riss einbauen. Bricht das Siegel, hat sich das Bauteil bewegt. Es muss sich eine Person in den Gefahrenbereich begeben.



Abb. 17: Überwachung mit Farbstrich
(Regina Wenk)



Abb. 18: Gipsiegel über einem Riss

Überwachung mit Bewegungsmelder

Der speziell für den Rettungsbereich entwickelte Bewegungsmelder wird an einem Bauteil oder an einer Abstützung montiert. Bei Bewegungen oder Vibrationen löst er automatisch Alarm aus. Es muss sich eine Person in den Gefahrenbereich begeben.



Abb. 19: Bewegungsmelder (ZSO Thurgau)

Überwachung mit optischen Geräten

Anvisieren von kritischen Ecken, Kanten, Linien mit einem Tachymeter. Verschiebt sich das Bauteil aus dem Fadenkreuz hat es sich bewegt. Der Tachymeter muss in kurzen, regelmässigen Abständen durch eine Person kontrolliert werden. Es muss sich keine Person in den Gefahrenbereich begeben.

Anbringen von Reflektoren an mehreren kritischen Punkten und automatische Überwachung aller Punkte auf Abweichungen mit einem modernen Laser-Tachymeter. Dafür sind eine spezielle Ausrüstung und in der Vermessung geschultes Personal (Geometer) erforderlich. Für die Gebäudeüberwachung speziell zusammengestellte Geräte lösen automatisch Alarm aus. Es muss sich eine Person in den Gefahrenbereich begeben.

Überwachen von kritischen Punkten mit speziell für Rettungseinsätze entwickelten **Laserüberüberwachungsgeräten**. Verändert sich die Lage der anvisierten Bauteile, lösen die Geräte automatisch Alarm aus. Die Warnschwelle der Geräte kann eingestellt werden. Die Geräte sind miliztauglich und können bereits nach einer kurzen Ausbildung eingesetzt werden. Es muss sich keine Person in den Gefahrenbereich begeben.



Abb. 20: Tachymeter



Abb. 21: Laser-überwachungsgerät (ZSO Thurgau)

Ausrüstung und Material für das Abstützen

Abstützen mit Holz

Holz ist für Abstützungen das am häufigsten verwendete Material. In der Regel wird handelsübliches Bauholz aus Fichte oder Tanne verwendet. Holz wird auch für andere Abstützsysteme als Unterlage oder für Verbindungen zwingend benötigt und ist daher in jedem Abstützeinsatz unentbehrlich.



Abb.22: Wandabstützung aus Holz (FEMA)

Vorteile

- Leicht und doch hoch belastbar
- Kann an fast alle Situationen angepasst werden
- Mit einfachen Werkzeugen bearbeitbar
- Bei genügender Dimensionierung hat das Holz ein **Frühwarnsystem** eingebaut. Es knackt und knirscht (Brechen von schwachen Fasern) bevor es zum Totalversagen der Abstützung kommt.
- Ist regional überall verfügbar

Nachteile

- Benötigt für das Rüsten und Einbauen sehr viel Zeit
- Dadurch längere, ungeschützte Exposition im Gefahrenbereich
- Benötigt Fachleute. Ohne Handwerker/innen aus der Holzbranche (Zimmerleute, Schreiner/innen) oder speziell ausgebildeten Rettungspionieren/-pionieren kann die Tragsicherheit und Tauglichkeit grösserer Abstützsysteme kaum sichergestellt werden
- Holz kann bei längeren Standzeiten schwinden und das System dadurch ausfallen

Abstützen mit Ausrüstungen aus dem Bausektor

- Deckenstützen «Stüper»
 - Normale Ausführung aus Stahl
 - Schwerlaststützen aus Leichtmetall. Dank Zubehör können damit auch Flächen- und Raumfachwerke erstellt werden



Abb. 23: Deckenstützen (Schake)

- Kanalstreben



Abb. 24: Kanalstrebe (be-ettiswil.ch)

- Richtstützen
 - Sind für schräge Abstützungen konzipiert und sowohl druck- als auch zugfest



Abb. 25: Richtstütze (Schake)

- Gerüstmaterial
 - Universalgerüste sind besonders anpassungsfähig, z. B. das Einsatzgerüstsystem EGS des THW



Abb. 26: Raumfachwerk mit dem EGS

Vorteile

- Hohes Lastaufnahmevermögen
- Braucht keine oder wenig Rüstzeit und ist schnell eingebaut
- Dadurch nur kurze, ungeschützte Exposition im Gefahrenbereich
- Einzelteile sind in der Regel von einer Person tragbar
- Erprobte, robuste Ausrüstung für den effizienten Einsatz im Baualltag
- Braucht kein grosses, handwerkliches Geschick
- Ist regional überall verfügbar

Nachteile

- Stützen aus Metall versagen meist ohne Vorwarnung
- Die meisten Systeme sind für parallel oder rechtwinklig zueinanderstehende Bauteile konzipiert. Schräge Abstützungen sind oft nur mit zusätzlichen Anpassungen (Holz) möglich
- Die Pioniere müssen in der Handhabung der Systeme minimal ausgebildet sein

Abstützen mit multifunktionellen Rettungsstützen

Vorteile

- Sehr hohes Lastaufnahmevermögen
- Extrem flexibel, kann an praktisch an jede Situation angepasst werden
- Braucht keine oder wenig Rüstzeit und ist sehr schnell eingebaut.
- Dadurch nur kurze, ungeschützte Exposition im Gefahrenbereich
- Einzelteile sind von einer Person tragbar
- Einfach und miliztauglich
- Viele weitere Anwendung im Rettungseinsatz (z. B. Drei- oder Zweibein) möglich
- Braucht kein grosses, handwerkliches Geschick

Nachteile

- Teuer
- Die Pioniere müssen in der Handhabung der Systeme ausgebildet sein

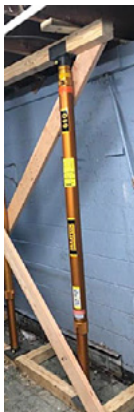


Abb. 27: Abstützungen mit multifunktionellen Rettungsstützen (Paratech)

Abstützen mit Kunststoffblöcken aus dem Rettungssektor

Vorteile

- Sehr hohes Lastaufnahmevermögen
- Flexibel, kann an viele Situationen angepasst werden
- Braucht keine Rüstzeit und ist sehr schnell eingebaut.
- Dadurch nur kurze, ungeschützte Exposition im Gefahrenbereich.
- Besonders geeignet für das Sichern beim Anheben von Lasten mit Hebegeräten
- Einfach und militzuglich

Nachteile

- Nur für kleine, niedere Sicherungen / Abstützungen geeignet

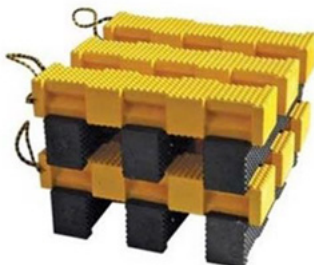


Abb. 28: Kunststoffblöcke und -keile zum Sichern und Abstützen (Holmatro)

Zusätzlich erforderliche Ausrüstung

Nebst der allgemeinen Pionierausrüstung ist die nachfolgend aufgeführte Ausrüstung sicherzustellen.

Messen:

- Doppelmeter, Messband, Lasermessgerät
- Anschlagwinkel, Winkelmesser

Rüsten:

- Motorsäge, Zimmermannssäge, Handsäge
- Nägel oder Holzschrauben (besser sind Schrauben) in den erforderlichen Längen
- Ausrüstung zum Bohren und Einschrauben (Akkuschrauber)
- Material zum Verbinden und Aussteifen (z. B. Bauklammern, Nagelplatten, Holzplatten, Lochbandeisen, Holzbretter, Gerüstrohre mit passenden Rohrkupplungen, Zurrgurte)

Einbauen:

- Wasserwaage
- Holzkeile
- Mehrzweckleitern mit der erforderlichen Länge
- Verankerungsmaterial (Betonanker, Ankerstangen, Erdanker usw.)
- Evtl. Teleskoplader

Regeln für das Abstützen

Allgemeine Regeln

Nie versuchen, Bauteile wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückzudrücken!

Abstützungen grundsätzlich überdimensionieren.

Abstützungen immer kraftschlüssig auf festen Untergrund bzw. direkt auf die tragenden Bauelemente (Betondecke, Balken, Träger, Unterzüge usw.) aufbringen. Nie auf losen Schutt, weiche Zwischenschichten (Isolation, Montageschaum) oder heruntergehängte Decken abstützen.

Bei **Erdbeben** nur ausfallsichere, gegen Kippen stabile Raumfachwerke verwenden oder Abstützung entsprechend verankern.

Bei eingesetzten Raumfachwerken folgende Verhältnisse einhalten:

- Verhältnis Höhe:
Breite ideal = **1:1** (Würfelprinzip)
- Verhältnis Höhe:
Breite maximal = **3:1**

Immer Holz oder Kunststoffblöcke aus dem Rettungssektor als Zwischenlage verwenden. Nie direkt Stahl auf Stahl oder Stahl auf Stein abstützen.

Bei Durchstanzgefahr Krafteinleitung immer mit Schwellen und Unterzügen aus Holz auf eine grosse Fläche verteilen.

Abstützungen immer miteinander (oder gegen Strukturen) verstreben und aussteifen. Dabei kraftschlüssige Dreiecke bilden.

Auch Keile sichern.

Nie Steine als Abstützung verwenden (Bruchgefahr).

Jede Abstützung muss zuletzt belastet bzw. eingespannt sein. Eine dynamische Belastung muss vermieden werden.

Sichern von Bauteilen beim **Anheben** mit Hebeegeräten:

- Last immer sichern, sie darf sich nie ungewollt oder unkontrolliert bewegen
- Für das Sichern eignen sich Kreuzholzstapel (vgl. Seite 52), Kunststoffblöcke aus dem Rettungsbereich und, gegen seitliche Verschiebung, Handseilzüge
- Abwechslungsweise nur wenig anheben und laufend lageweise unterbauen
- Hände weg! Beim Unterbauen nie unter die Last greifen, Hilfswerkzeuge verwenden

Last nie gleichzeitig anheben und unterbauen!

Regeln beim Einsatz von Holz

Nur handwerklich korrekt ausgeführte Zuschnitte gewährleisten eine schlüssige Kraftübertragung!

Dimensionen und Belastbarkeit

Für das Abstützen nur Kant- oder Rundhölzer ab einer Dimension von mindesten 10 x 10 cm, für das Verstreben und Aussteifen Latten ab einer Dimension von 5 x 10 cm verwenden.

Kurze, gedrungene Bauelemente (z. B. flachgelegte Bretter oder Balken) werden nur auf Druck belastet und können einfach dimensioniert werden. Lange, schlanke Holzstützen dagegen versagen durch Knicken bevor die Druckfestigkeit des Holzquerschnitts erreicht ist. Eine einfache Berechnung ist nicht möglich. Dafür stehen dem Anwender geeignete Tabellen zur Verfügung (siehe Tabelle 6).

Durchmesser oder Kantenlänge	Zulässige Druckbelastung von Rund- oder Kantholzstützen in kg bezogen auf eine Länge von						
	2,0 m	2,5 m	3,0 m	3,5 m	4,0 m	4,5 m	5,0 m
8 cm	1200	800	550	440	300	250	200
10 cm	2700	1900	1300	1000	800	600	500
12 cm	4600	3700	2800	2100	1600	1200	1000
14 cm	7000	6000	4900	3800	2900	2300	1900
16 cm	9700	8600	7400	6200	5000	3900	3200
18 cm	13000	11700	10400	9000	7000	6300	5100
20 cm	16800	15200	13800	12200	10800	9300	7800

Achtung: Bei nicht quadratischen Kanthölzern gilt immer die kürzere Kantenlänge.
Bei frischem Holz reduziert sich die Festigkeit um rund 30%!

Tab. 6: Zulässige Druckbelastung von langen, schlanken Rund- oder Kantholzstützen aus Nadelholz (Knicken massgebend)

Zulässige Druckbelastung von kurzen, gedrunghenen Holzelementen aus Nadelholz (Knicken nicht massgebend):

- Zulässige Belastung senkrecht zur Faser: $2,0 \text{ N/mm}^2$ (20 kg/cm^2)
- Zulässige Belastung längs zur Faser: $8,0 \text{ N/mm}^2$ (80 kg/cm^2)

Da bei improvisierten Abstützmassnahmen die einwirkende Kraft oft schwer abgeschätzt werden kann, ist es schwierig, die Dimension einer Holzstütze mit Hilfe einer Lasttabelle zu bestimmen. Für solche Fälle hat die **FEMA** (Federal Emergency Management Agency = Amerikanischer Zivilschutz) eine einfache **Faustformel** zur Dimensionierung von Kantholzstützen entwickelt. Sie beruht auf der Überlegung, dass Holzstützen mindestens so stark dimensioniert sein müssen, dass das «Frühwarnsystem Holz» eine Überbelastung anzeigt (Knackgeräusche durch das Brechen schwacher Holzfasern), bevor die Stütze bricht:

$$L_{\text{Stütze}} \leq x_{\text{Kantenlänge}} \cdot 25$$

Max. Knicklänge einer Stütze $\leq$
Kantenlänge (kürzere Seite) $\times 25$

Die Knicklänge ist in der Regel identisch mit der Stützenlänge. Beispiel: Ein Kantholz mit einem Querschnitt von $10 \times 10 \text{ cm}$ darf bis zu einer **maximalen** Länge von $10 \text{ cm} \times \text{Faktor } 25 = 250 \text{ cm}$ eingesetzt werden. Längere Stützen mit gleicher Querschnittsabmessung können ohne Vorwarnung brechen.

Achtung: Es handelt sich um eine **Faustformel für den Notfalleinsatz**. Sie ist weder wissenschaftlich belegt noch handelt es sich um eine offizielle Norm!

Im Anhang, Seite 85, sind zusätzliche Tabellen für das Dimensionieren genormter Kant- und Rundhölzer der Festigkeitsklasse C24 aufgeführt.

*Elemente zum Verbinden, Fixieren
oder Verspannen von Holzbauteilen*

**Bei Holzverbindungen muss
unterschieden werden, ob sie nur
der Lagefixierung dienen oder der
Übertragung statisch tragender
Kräfte.**

Knagge:

Die Knagge ist ein Widerlager auf
einem Trägerholz für die Aufnahme
der Druckkräfte einer (meist schrä-
gen) Stütze.

Abmessungen einer Knagge:

- Länge: mind. zweimal Breite der Stütze (breitere Seite).
- Breite: identisch mit dem Trägerholz.
- Höhe: gleich hoch wie die Höhe des angeschnittenen Stützenkopfs.

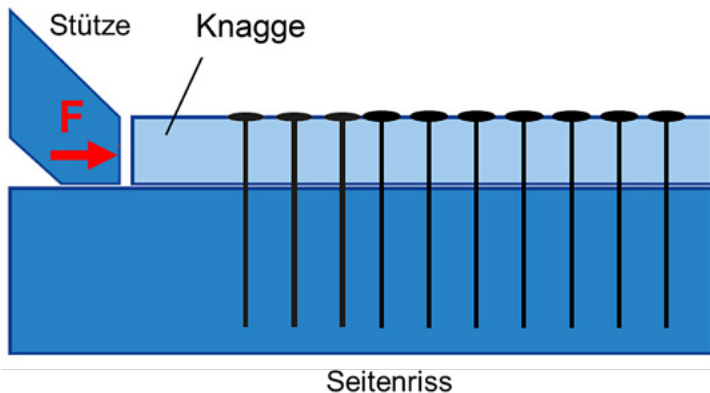


Abb. 29: Konstruktionsprinzip einer Knagge (Blockhaus, THW)

Hilfsmittel zum Fixieren
von Verbindungen:

- Schichtholzplatten (z. B. aus Schalungstafeln) 30 x 30 cm (quadratisch und halbiert als Dreiecke) und 15 x 30 cm
- Lochblech aus dem Holzbau
- Bauklammern
- Lochbandeisen

Diese Hilfsmittel dienen in erster Linie zur Lagefixierung von Verbindungen. Für die Übertragung von statisch wirkenden Kräften sind sie nur bei einfachen, kleineren Abstützkonstruktionen zulässig.

Holzverbindungen
mit Schrauben / Nägeln:

Wenn möglich schrauben
(Akkuschrauber), nicht nageln:

- Erschütterungsfrei.
- Bei engen Platzverhältnissen besser realisierbar.
- Erleichtert nachträgliche Anpassungen oder Demontage.

Ideal sind Spanplattenschrauben mit flachem Tellerkopf und Torx. Sie sprengen das Holz weniger als Senkkopfschrauben.

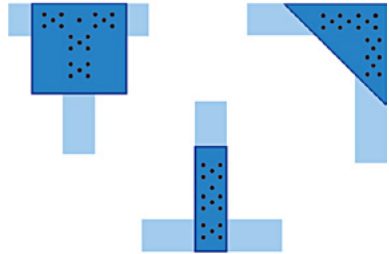


Abb. 30: Schichtholzplatten zum Fixieren von Holzelementen (Blockhaus, THW)

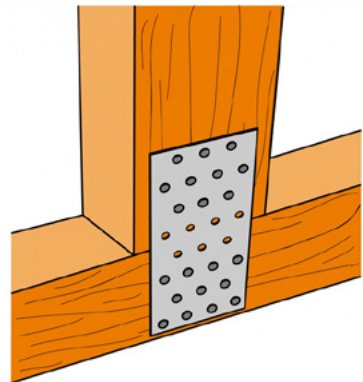


Abb. 31: Platten für Fixierungen (Blockhaus, THW)



Abb. 32: Bauklammern (Blockhaus, THW)



Abb. 33: Lochbandeisen (sanitaerschweiz.ch)

Faustregel für das Schrauben- / Nagelbild am Beispiel einer Kragge:

Das Nagelbild entspricht grundsätzlich einer Fünf, wie die fünf Augen bei einem Würfel. In Abhängigkeit der einwirkenden Kräfte wird eine Verbindung mit einer oder mehreren 5er-Serien erstellt.

$\frac{2}{3}$ der Schrauben- / Nagellänge befindet sich im haltenden Holz.

Beim Randabstand ist zu unterscheiden zwischen einem belasteten oder einem unbelasteten Rand.

Sehr grosse Kanthölzer können auch mit Gewindeschrauben (z. B. Schlossschrauben, Gewindestangen) und Muttern durchgängig verschraubt werden.

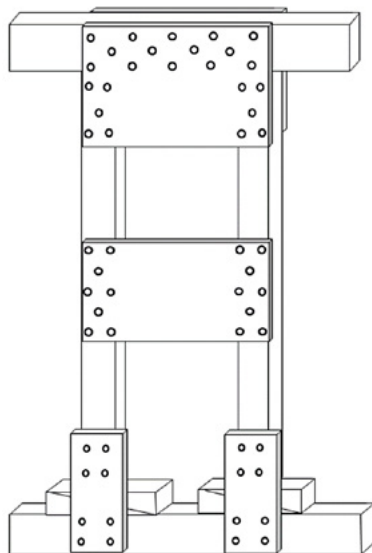


Abb. 35: Nagelbild für die Lagefixierung und Aussteifung eines Linienfachwerks nach amerikanischem Muster (FEMA)

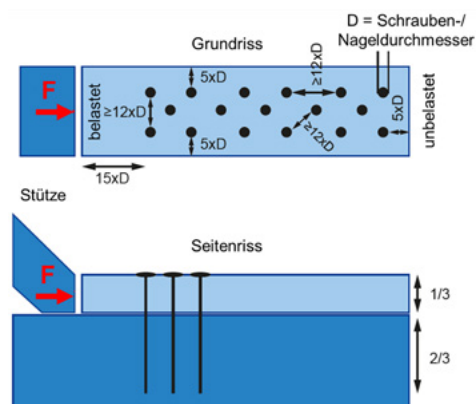


Abb. 34: Nagelbild einer Kragge (Blockhaus, THW)

Einsatz von Bauklammern:

Bauklammern sind Zugverbindungen. Nicht auf Druck belasten.

Stets paarweise einsetzen, damit beide Seiten der zu verbindenden Holzelemente gesichert sind.

Seitliche Verschiebungen durch zwei gegeneinander schräg gestellte Bauklammern verhindern.

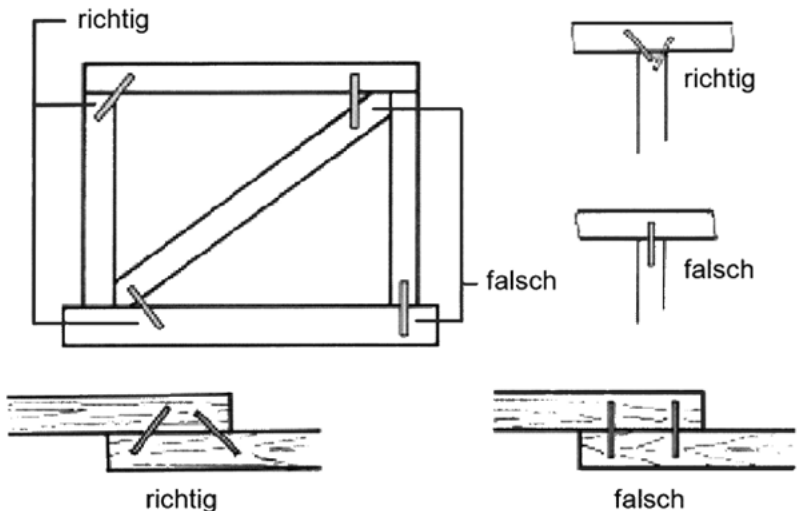


Abb.36: Korrekte Montage von Bauklammern (Schweizer Armee)

Holzkeile:

Holzkeile werden zum Verspannen von Holzstützen (Kraftschluss), zum Ausgleichen von Höhenunterschieden oder für Anpassungen von Stützkonstruktionen an schräge Oberflächen verwendet.

Mit einem Verhältnis Höhe zur Länge von $\sim 1:10$ sind sie selbsthemmend und bewirken eine genügend hohe Spannkraft. Die Standardabmessung für Abstützeinsätze beträgt $L \times B \times H = 300 \times 100 \times 40$ mm. Wird standardmässig Kantholz mitgeführt, sollte die Breite der Keile derjenigen der Kanthölzer entsprechen.

Holzkeile sollten aus Hartholz hergestellt werden.

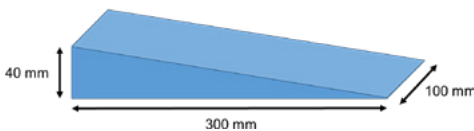


Abb. 37: Abmessungen eines Holzkeils

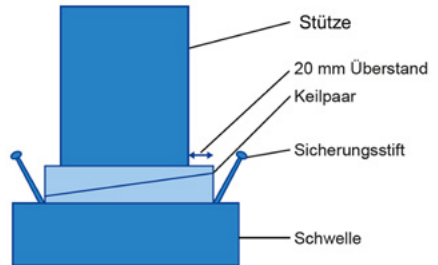


Abb. 38: Verspannen einer Stütze mit einem Keilpaar (Blockhaus, THW)

Zum Verspannen einer Stütze müssen immer zwei Keile paarweise übereinander verwendet werden. Sie sollten mindestens so breit wie die Stütze sein (bei breiten Kanthölzern allenfalls zwei Keilpaare nebeneinander verwenden).

Keile immer sichern!

Die Verkeilung muss eine optimale Kraftübertragung sicherstellen. Keile mit «Luftzwischenraum» sind untauglich. Um das zu vermeiden, muss die Höhe der Keile beim Zuschneiden der Stütze bereits eingerechnet werden.



Abb. 39: Richtige und falsche Positionierung der Keile (Blockhaus, THW)

Abstützsysteme «Shoring»

Allgemeines

Je nach Lage und verfügbarem Abstützmaterial sind viele unterschiedliche Abstützkonstruktionen möglich. Nachfolgend werden die «gebräuchlichsten» Konstruktionen vorgestellt, erläutert und mit Beispielen ergänzt.

Als Basis dienen dabei die Konstruktionen aus Holz. Sie werden etwas ausführlicher behandelt. Das Konstruktionsprinzip von Abstützsystemen mit Ausrüstungen aus dem Bau- oder Rettungsbereich ist grundsätzlich identisch. Diese Konstruktionen werden als mögliche Beispiele jeweils anschliessend an die Holzkonstruktionen aufgeführt. Beim Einsatz von kommerzieller Ausrüstung müssen die Bedienungs- und Sicherheitsvorschriften der Hersteller beachtet werden. Diese werden hier nicht aufgeführt. Sie sind den entsprechenden Bedienungsunterlagen zu entnehmen.

Beim Einsatz von geprüften, kommerziellen Abstützsystemen gelten grundsätzlich die Vorschriften der Hersteller!

Zusammen mit dem Basiswissen stehen dem Anwender damit genügend Grundlagen und Ideen zur Verfügung, um im Einsatz eine geeignete, tragfähige Abstützkonstruktion wählen und aufbauen zu können. Je nach Lage können die Konstruktionen nach eigenem Ermessen zusätzlich verstärkt, abgespannt oder anderweitig gesichert werden. Nebst technischer Fachkompetenz sind bei Notfalleinsätzen auch Kreativität und Erfindergeist entscheidend.

Bei einem grossen, flächendeckenden Ereignis, zum Beispiel nach einem Erdbeben, werden für Rettungen nicht nur nationale, sondern auch internationale Rettungsteams benötigt. Die Standards für solche internationalen Einsätze sind unter der Schirmherrschaft der UNO in den INSARAG-Guidelines (International Search and Rescue Advisory Groupe) festgelegt. Die Fachsprache unter den verschiedenen Rettungsteams ist Englisch. Aus diesem Grund werden bei den Standard-Abstützsystemen nebst den deutschen Bezeichnungen zusätzlich in Klammern auch die englischen Bezeichnungen angegeben.

Senkrechte Abstützungen «Vertical Shore»

Kraftableitung

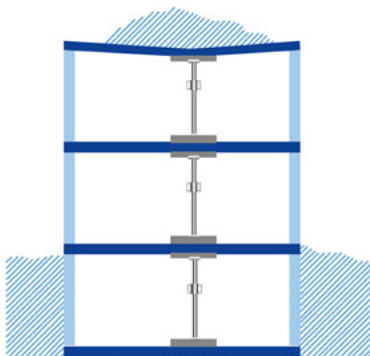


Abb. 40: Kraftableitung von mehrstöckigen Gebäuden (Blockhaus, THW)

Ausgehend von einem angeschlagenen Stockwerk müssen die Kräfte bei mehrstöckigen Gebäuden mit

Abstützungen über alle Stockwerke grundsätzlich bis in den tragfähigen Untergrund abgeleitet werden.

Die Stützkonstruktionen müssen dabei direkt auf die tragenden Bauteile aufgebracht und genau senkrecht übereinander platziert werden.

Im **Anhang** Seite 86 sind Hilfen für Dimensionierung, Stützenraster sowie Konstruktionshinweise für das Abstützen ganzer Gebäude aufgeführt.

Je nach Situation kann mit der Abstützung oben oder unten begonnen werden. Beginnt man unten, bleibt das potentielle Einsturzrisiko der angeschlagenen Decke bis zuletzt bestehen. Beginnt man oben, nimmt dieses Risiko mit jeder zusätzlichen Abstützung kontinuierlich ab.

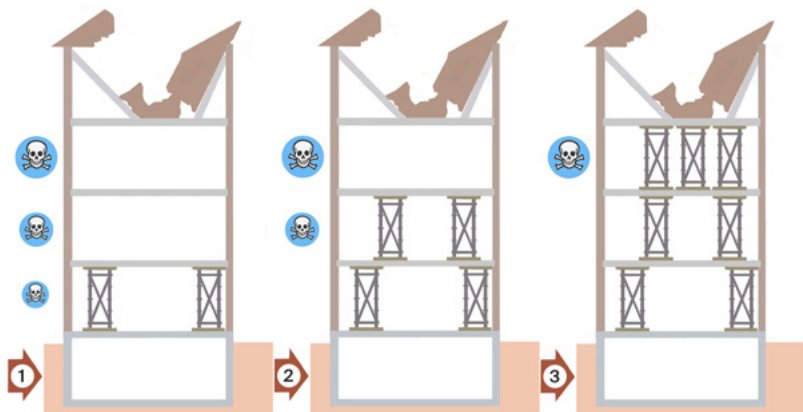


Abb. 41: Bau der Abstützung von unten nach oben (Wellenhofer)

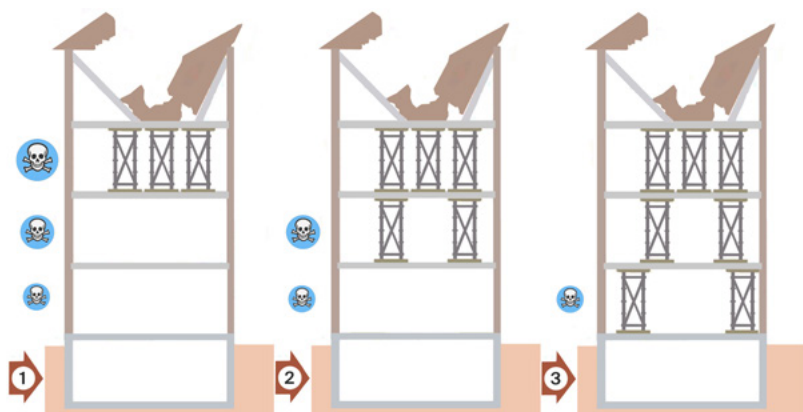


Abb. 42: Bau der Abstützung von oben nach unten (Wellenhofer)

Bei hohen, grossen Gebäuden ist der Aufwand für solche Abstützungen enorm. Bei Rettungseinsätzen geht dabei sehr viel wertvolle Zeit verloren. Aus diesem Grund hat die FEMA eine einfache **Faustregel** für den Notfalleinsatz entwickelt:

- Bei **Holz- oder Skelettbauwerken** trägt **ein** intaktes Stockwerk ein angeschlagenes Stockwerk
- Bei Bauwerken aus **Beton oder Mauerwerk** tragen **zwei** intakte Stockwerke ein angeschlagenes Stockwerk

Achtung: Es handelt sich um eine **Faustregel für den Notfalleinsatz** und ist wissenschaftlich nicht belegt! Eine zusätzliche Belastung der angeschlagenen Decke durch Trümmer oder Schutt ist dabei nicht eingerechnet! Wichtig ist, dass die Kraftableitung auf eine möglichst grosse Fläche verteilt und Durchstanzen verhindert wird.

Die Stützen müssen immer senkrecht stehen und **zentrisch** belastet werden. Bei exzentrischer Belastung nimmt die Tragfähigkeit von Stützen stark ab.



Senkrechte Einzelstützen «T-Shore»

Einzelstütze aus Holz

Schwelle und Unterzug müssen mindestens eine Länge von **fünfmal Kantholzbreite** aufweisen.

Stütze mit Unterzug auf dem Rüstplatz fertig vormontieren. Bei rechteckigen Kanthölzern Unterzug immer hochkant einbauen (höhere Stabilität auf Biegung).

Nach dem Verkeilen Keile sichern und die Verbindung zwischen Stütze und Schwelle ebenfalls fixieren.



Abb. 45: Senkrechte Holzstütze
 (Blockhaus, THW)

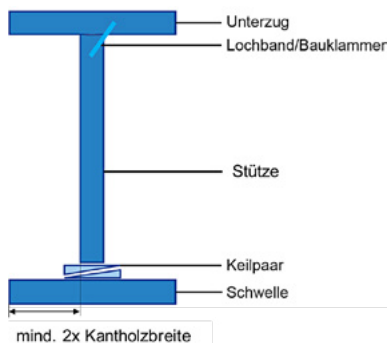


Abb. 43: Konstruktion senkrechte Einzelstütze
 aus Holz (Blockhaus, THW)

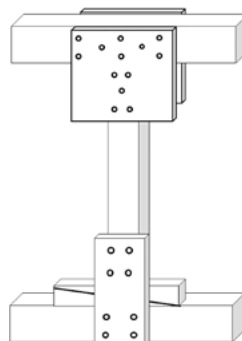


Abb. 44: T-Shore (FEMA)

Einzelstützen aus dem Bau- und Rettungssektor (Beispiele)



Abb.46: Einzelstützen aus dem Bausektor (Blockhaus, THW)



Abb.47: Einzelstütze aus dem Rettungssektor (Paratech)

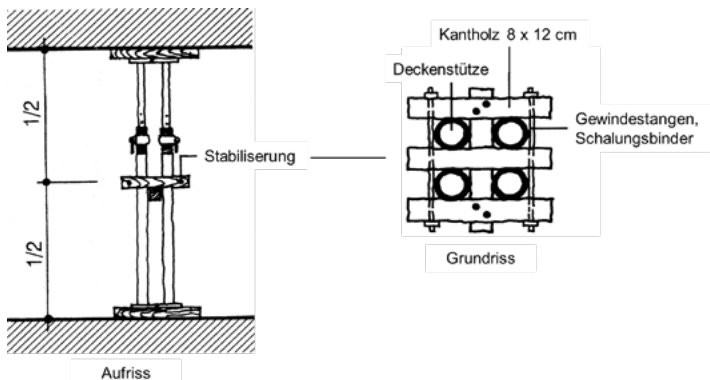


Abb.48: Konstruktionsprinzip einer Schwerlaststütze aus vier Metall-Deckenstützen (Schweizer Armee)

Ist die zulässige Belastung einer Deckenstütze aus Metall nicht bekannt, kann mit der Dimensionierungshilfe im **Anhang** Seite 84 gearbeitet werden.



Abb. 49: Sehr gefährliche und unbrauchbare Abstützung einer auskragenden Deckenplatte
(Rettungskette Schweiz)



Senkrechte Flächenfachwerke «N-Post Vertical Shore»

Flächenfachwerk aus Holz

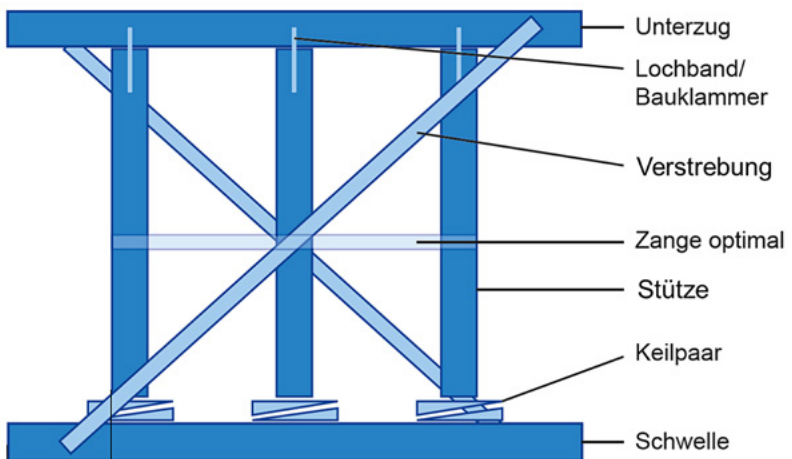
Schwelle und Unterzug müssen auf beiden Seiten um mindestens **zweimal Kantholzbreite** vorstehen.

Stützen mit Unterzug wenn möglich auf dem Rüstplatz fertig vormontieren. Bei rechteckigen Kanthölzern Unterzug immer hochkant einbauen (höhere Stabilität auf Biegung).

Nach dem Verkeilen Keile sichern und die Verbindung zwischen Stützen und Schwelle ebenfalls fixieren.

Stützen in der Mitte wenn möglich mit einer Zange verbinden. Damit kann die Knicklänge der Stützen reduziert werden.

Konstruktion mit diagonalen Streben aussteifen. Dabei die Streben mit der Schwelle, dem Unterzug und den Stützen verschrauben / vernageln.



mind. 2x Kantholzbreite

Abb. 50: Konstruktion senkrechtes Flächenfachwerk aus Holz (Blockhaus, THW)

Die Gesamtbelastbarkeit entspricht der Summe aller Stützen.

Ist bei einem Flächentragwerk ein freier Durchgang erforderlich (z. B. für Rettungsaktionen), kann das Tragwerk anstatt mit zwei gekreuzten Diagonalen mit einer **A-Verstrebung** ausgesteift werden.

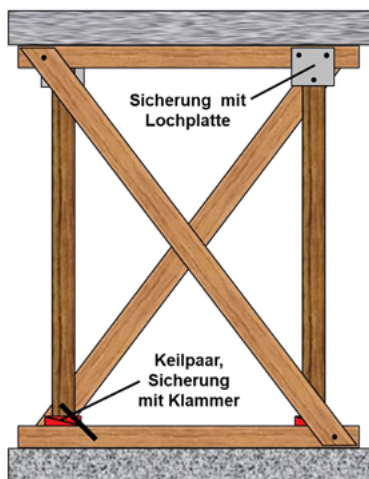


Abb. 51: Einfache Konstruktion mit zwei Stützen



Abb. 53: Aussteifung eines Flächentragwerks mit einer A-Verstrebung

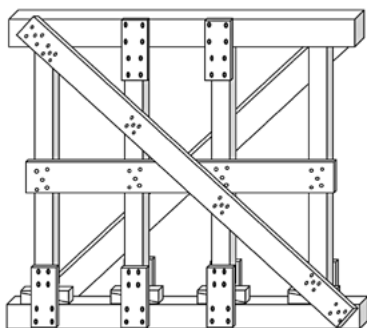


Abb. 52: Konstruktion mit vier Stützen (FEMA)



Abb. 54: Beispiel eines senkrechten Flächentragwerks aus Holz (FEMA)

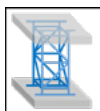
*Flächenfachwerke mit Ausrüstungen aus dem Bau- und Rettungssektor
(Beispiele)*



Abb. 55: Senkrechtes Flächenfachwerk mit Systemstützen aus dem Bausektor (BABS)



Abb. 56: Senkrechtes Flächenfachwerk mit Systemstützen aus dem Rettungssektor



Senkrechte Raumbachwerke

Raumbachwerke aus Holz

Die einfachste Art, ein Raumbachwerk zu erstellen:

Zwei Flächenfachwerke mit zwei Diagonalverstrebungen miteinander verbinden.

Durch zusätzliches Anbringen von Zangen und Aussteifungen kann die Stabilität der Konstruktion weiter erhöht werden.

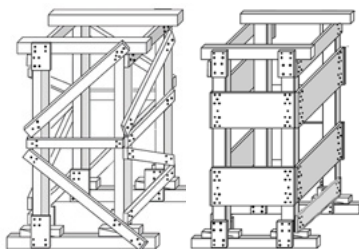


Abb. 58: Senkrechte Raumbachwerke aus Holz nach amerikanischem Muster (FEMA)

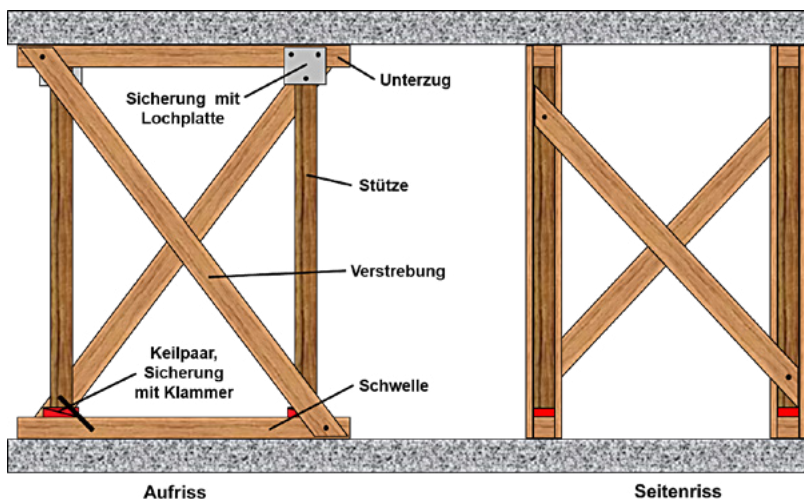


Abb. 57: Konstruktion senkrechtes Raumbachwerk aus Holz

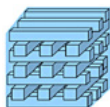


Abb. 59: Beispiel eines senkrechten Raumfachwerks aus Holz

Raumfachwerke mit Ausrüstung aus dem Bausektor (Beispiele)



Abb. 60: Senkrechte Raumfachwerke aus Systemstützen und aus Gerüstbaumaterial



Kreuzholzstapel «Cribbing»

Allgemeines

Ein Kreuzholzstapel «Triste» besteht aus kreuzweise aufeinander geschichteten Kanthölzern. Systematisch gehören Kreuzholzstapel zu den senkrechten Raumbauwerken. Kreuzholzstapel können aber auch leicht schräg aufgebaut werden.

Das Erstellen eines Kreuzholzstapels ist sehr einfach und benötigt kein grosses, handwerkliches Geschick. Zudem benötigt man sehr wenig Ausrüstung. Trotzdem kann ein Kreuzholzstapel enorme Lasten aufnehmen.

Gerade bei Notfalleinsätzen ist der Kreuzholzstapel deshalb wohl das einfachste und oft beste Abstützsystem. Einige fachtechnische Regeln müssen aber zwingend beachtet werden.

Technische Regeln

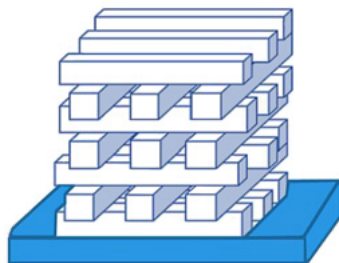


Abb. 61: Kreuzholzstapel mit 3 x 3 Kanthölzern (THW)

Der Kreuzholzstapel muss auf einem stabilen Untergrund aufgebaut werden. Bei Bedarf zuerst eine vollflächige Holzauflage erstellen.

Die Kanthölzer werden in der Regel lageweise um 90° versetzt aufgeschichtet.

Einen seitlichen **Sicherheitsüberstand** von **einmal Kantholzbreite** einhalten.

Die Last wird über die Flächen der Kreuzungspunkte abgetragen und das Holz auf Druck senkrecht zur Faser belastet. Die Kreuzungspunkte müssen für eine optimale Kraftübertragung deshalb exakt und genau **senkrecht** übereinander liegen.

Rechteckige Kanthölzer immer **flachlegen**. Durch die grössere Kreuzungsfläche erhöht sich die Druckfestigkeit und es kann eine grössere Last abgetragen werden. Zudem wird die Kippstabilität der einzelnen Kanthölzer verbessert.

Immer ein **Seiten-Höhen-Verhältnis** von mindestens **1:3**, besser von **1:1** (Würfelprinzip) einhalten.

Keine wackeligen, instabilen «Türme» bauen!

Kreuzholzstapel eignen sich bis zu einer Höhe von ca. einem Meter. Höhere Stapel sind zwar möglich, benötigen aber sehr viel Holz.



Abb. 62: Beispiel instabiler Kreuzholzstapel
(Regina Wenk)



Abb. 63: Beispiel instabiler Kreuzholzstapel
(Regina Wenk)

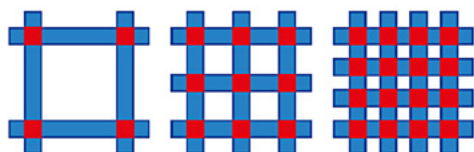


Abb. 64: Kreuzholzstapel mit 2×2 , 3×3 und 4×4 Kanthölzern (Blockhaus, THW)

Grundform ist die « 2×2 »-Methode mit zwei Kanthölzern pro Lage (4 Lastaufnahmepunkte). Bei Kanthölzern aus Nadelholz mit einem Querschnitt von $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ kann jeder Punkt eine Last von $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 20 \text{ kg/cm}^2 = 2000 \text{ kg}$ aufnehmen. Der ganze Kreuzholzstapel kann somit eine Last von 8000 kg tragen.

Bei grossen Lasten können pro Lage mehr als zwei Kanthölzer eingebaut werden, z. B. 3×3 oder 4×4 Kanthölzer. Bei sehr hoher Belastung können sogar vollflächige Kantholzlagen erforderlich sein. Bei weichem Untergrund wird oft die erste Lage vollflächig ausgeführt. Auch bei vollflächiger Verlegung die Lagen immer kreuzweise versetzt anordnen!

Je nach Situation können nicht nur rechtwinklige, sondern auch anderen Grundformen (Parallelogramm, Trapez usw.) eingesetzt werden. Die Regel des Höhen-Seiten-Verhältnisses ist aber immer einzuhalten. Dabei gilt immer die kürzeste Seite.

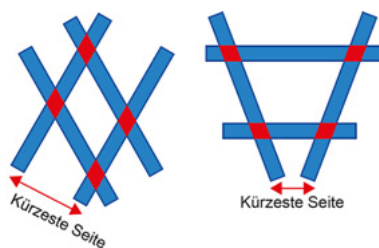


Abb. 65: Kreuzholzstapel Sonderformen (Blockhaus, THW)

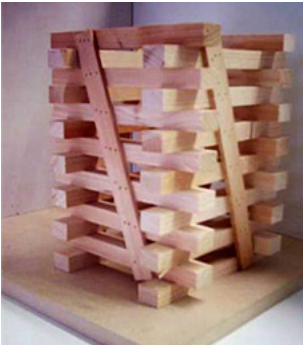


Abb. 66: Sichern von Kreuzholzstapel

Kreuzholzstapel wenn möglich durch Diagonalverstreben mit Brettern/Lochbandeisen oder durch Anbringen von Latten in den Ecken gegen Verrutschen bei horizontaler Krafteinwirkung sichern. Im **Erdbebensatz** und bei **schrägen** Kreuzholzstapeln sind diese Sicherungen **zwingend!**



Mit Kreuzholzstapeln können begrenzt auch leicht schräge Lasten abgestützt werden. Dabei sind folgende Punkte zu beachten:

- Schräges Auflager wenn möglich bereits am Fusspunkt erstellen und anschliessend den Kreuzholzstapel normal aufbauen.
- Auflageflächen beibehalten, Punktlasten vermeiden. Keile verwenden.
- Je nach Situation für die notwendige Schräglage ein Kantholz weglassen.
- Der Durchstosspunkt der resultierenden Kraft muss immer **innerhalb** der Grundfläche bleiben! Optimal sollte er nicht über die **Hälfte** der Grundfläche hinausreichen. Verläuft die Kraftlinie ausserhalb der Grundfläche, kann der Kreuzholzstapel umkippen!

Kreuzholzstapel können keine horizontalen Kräfte aufnehmen!

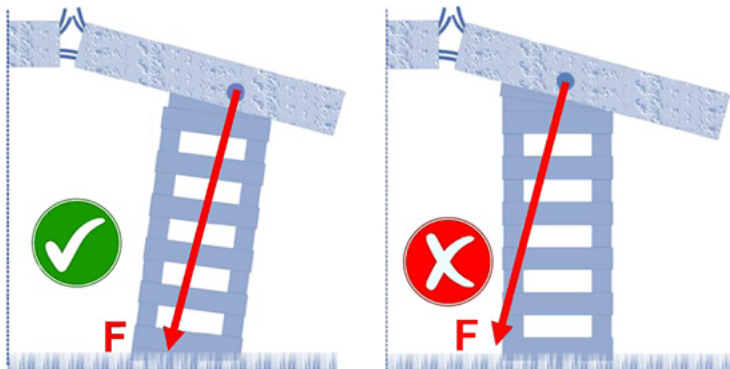


Abb. 67: Kreuzholzstapel für schräge Lasten

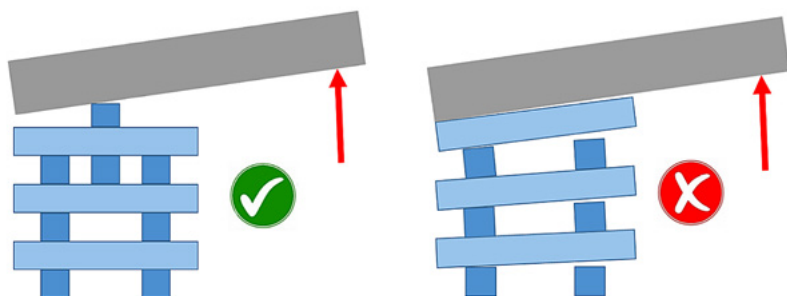


Abb.68: Drehpunkt beim Anheben von Lasten

Wird der Kreuzholzstapel als Drehpunkt beim Anheben von Lasten mit Hebezeugen verwendet, muss der Drehpunkt immer in der Mitte angebracht werden. Beim Drehen der Last über eine Aussenkante wird der Kreuzholzstapel instabil und kann umkippen!



Abb.69: Abstützung mit Kreuzholzstapel im Pentagon nach dem Terroranschlag (FEMA)

Alternativen zum Kreuzholzstapel

Einsatz von Holzpaletten (Europaletten)

Im Notfall können als Alternative zum Kreuzholzstapel auch Europaletten verwendet werden. Sie sind überall verfügbar und mit einem Gewicht von ca. 20 kg von einer einzelnen Person tragbar.

Beim Einsatz ist Folgendes zu beachten:

- Nur unbeschädigte, neuwertige Paletten verwenden.
- Die 9 Holzblöcke müssen aus gewachsenem Massivholz sein, Blöcke aus Pressspan sind nicht geeignet.
- Die Last kann nur über die 9 Blöcke abgetragen werden. Beim Aufeinanderstapeln darauf achten, dass diese Lastaufnahme Punkte genau übereinanderliegen.

- Höhen-Seiten-Verhältnis von ideal 1:1, maximal 3:1 einhalten (maximale Höhe des Stapels = 2,4 Meter)
- Palettenstapel gegen Ver-rutschen mit Diagonalver-strebungen sichern.

Ein korrekt erstellter Palettenstapel kann eine Last von bis zu 27 Tonnen aufnehmen!



Abb. 71: Beispiel eines korrekt aufgebauten Palettenstapels (Blockhaus, THW)

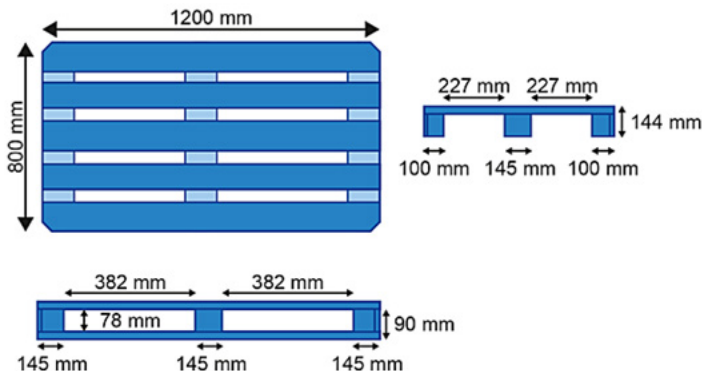


Abb. 70: Abmessungen von Europaletten (Blockhaus, THW)

Abstützsysteme «Shoring»

Einsatz von einfachen Kantholzstapeln

Bei Rettungsaktionen aus Trümmern sind die Platzverhältnisse meist sehr eng und die Einsatzachse muss für die Retter und die geretteten Personen frei bleiben. Es ist deshalb aus Platzgründen nicht immer möglich, optimale, ausfallsichere Abstützungen zu erstellen.



Abb.72: Aufeinandergeschichtete und mit einer Diagonalverstrebung gesicherte Kanthölzer

In solchen Fällen können als Notlösung aufeinandergeschichtete Kanthölzer als einfache Abstützungen verwendet werden. Dabei Folgendes beachten:

- Möglichst lange Kanthölzer verwenden. So ist die Kippstabilität zumindest in einer Achse gewährleistet.
- Rechteckige Kanthölzer immer flachlegen (höhere Tragfestigkeit, kippstabiler).
- Wenn möglich immer ein
- Höhen-Seiten-Verhältnis von mindestens 3:1 einhalten.
- Kantholzstapel immer beidseitig mit Diagonalverstrebungen oder Bauklammern sichern.
- Werden in einem Abstützsystem mehrere Kantholzstapel eingesetzt, sollten sie möglichst abwechselnd um 90° versetzt angeordnet werden. So ist bei horizontalen Krafteinwirkungen (z. B. durch Nachbeben) zumindest eine minimale Kippstabilität des ganzen Abstützsystems gewährleistet.

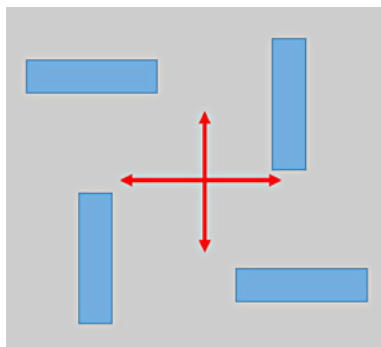


Abb.73: Um 90° versetzte Kantholzstapel (Grundriss)



Abb. 74: Beispiele von einfachen Kantholzstapeln (Regina Wenk)



Waagerechte Abstützungen
«Horizontal Shore»

Allgemeine technische Regeln

Praktisch alle senkrechten Abstützsysteme (Einzelstützen, Flächen- und Raumbachwerke) können auch als waagerechte Abstützungen eingesetzt werden. Die Konstruktionsprinzipien bleiben dabei grundsätzlich die gleichen.

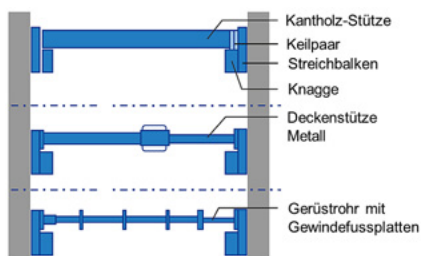


Abb. 75: Konstruktionsbeispiele horizontaler Einzelstützen
 (Blockhaus, THW)

Wichtig ist, dass die horizontalen Stützen mit geeigneten Massnahmen gegen das Herunterfallen zusätzlich gesichert werden (z. B. durch Anschrauben oder mit Knaggen).

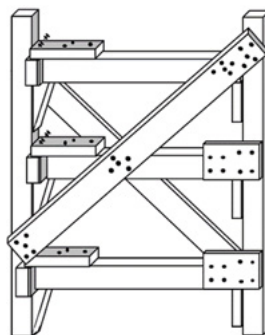


Abb. 76: Beispiel eines horizontalen Flächenfachwerks «Horizontal N-Post Shore» nach amerikanischem Muster (FEMA)

Sprengwerk

Allgemeines

Ein speziell für das horizontale Abstützen von gegenüberliegenden Wänden konzipiertes Flächenfachwerk ist das Sprengwerk. Es wird meist eingesetzt, um beim Ausfall eines Gebäudes innerhalb einer Häuserzeile (z. B. nach einer Gasexplosion) die einsturzgefährdeten Wände der beiden Nachbargebäude gegeneinander abzustützen und zu sichern.

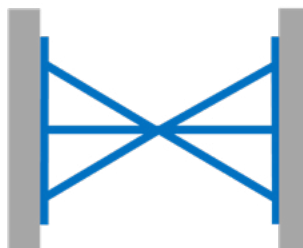


Abb. 77: Prinzip eines Sprengwerks
 (Blockhaus, THW)

Konstruktionsprinzip für Sprengwerke aus Holz

Die Konstruktion ist recht kompliziert und aufwendig. Für einen effizienten Einsatz von Sprengwerken aus Holz werden zwingend erfahrene Zimmerleute und viel Material benötigt.

Bei höheren Gebäuden oder weit auseinanderliegenden Fassaden sind in der Regel auch ein Kran oder ein Teleskoplader sowie Leitern oder, besser, Autodrehleitern / Hubarbeitsbühnen erforderlich.

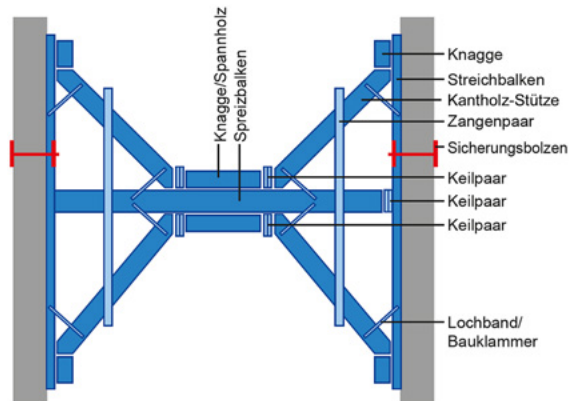


Abb. 78: Konstruktionsprinzip eines Sprengwerks (Blockhaus, THW)



Abb. 79: Beispiel eines Sprengwerks (THW)

Sichern von Gräben und Baugruben

Gefahren und Risiken

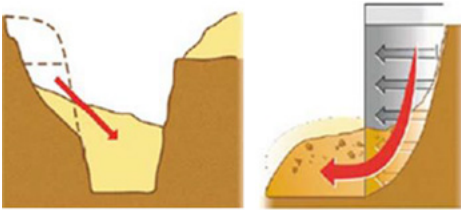


Abb. 80: Einsturzgefahr von Gräben und Baugruben

Im Einsatz kann sich eine Arbeits- oder Durchgangszone im Gefahrenbereich eines Grabens oder einer Baugrubenwand befinden.

Bei Rettungsaktion in Trümmerlagen besteht eine taktische Vorgehensweise darin, von aussen seitlich über das Untergeschoss in ein Gebäude einzudringen. Je nach Situation muss als Zugang zuerst ein genügend tiefer Graben zum Freilegen der Aussenwand ausgehoben werden.

Steile, nicht gesicherte Graben- und Grubenwände bilden eine grosse Gefahr. Sie können jederzeit einstürzen und dabei Personen verschütten. Das Risiko wird meist unterschätzt.

Nicht gesicherte Gräben und Baugruben sind eine tödliche Gefahr!



Abb. 81: Achtung, Lebensgefahr! (FEMA)

Das Retten von verschütteten Personen aus eingebrochenen Baugruben oder Baugruben ist eine komplexe und gefährliche Aktion. Solche Rettungsaktionen dürfen nur durch dafür spezialisierte Einsatzkräfte ausgeführt werden und sind **keine Aufgabe für den Zivilschutz!**

Sichern von Gräben

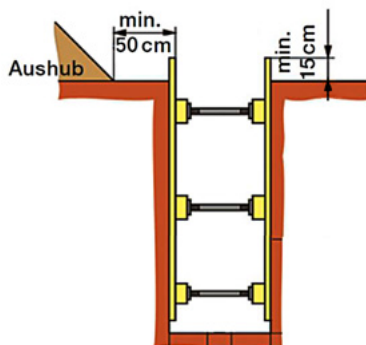
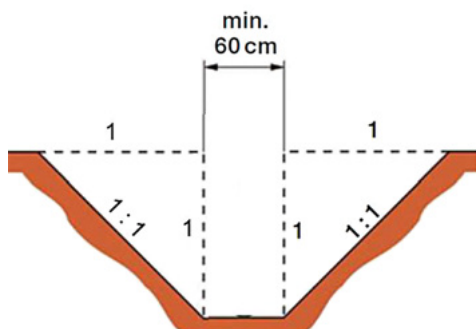


Abb. 82: Sichern von Gräben

Faustregeln zum Sichern von Gräben:

Benötigt Fachwissen. Immer einen kompetenten Baufachmann als Berater beiziehen.

Ab einer Tiefe von **1 Meter** müssen die Grabenwände entweder 45° (1:1) abgeschrägt oder durch Abspriessungen gesichert werden.

Gabenbreite mind. 60 cm.

Nicht abgeschrägte Grabenwände flächendeckend mit Holzbrettern, Balken und (genügend) Grabenspriessen sichern.

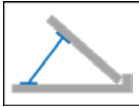
Aushubmaterial mit genügend Abstand vom Grabenrand deponieren.

Keine Erschütterungen oder schwere Maschinen im Bereich des Grabenrandes.

Nach dem Einsatz müssen nicht abgeschrägte Gräben entweder wieder zugeschüttet oder die Sicherungsmassnahmen durch Fachleute überprüft und allenfalls angepasst werden.

Sichern von Baugruben

Baugruben dürfen nur durch ausgewiesene Bauunternehmen oder darauf spezialisierte Einsatzformationen gesichert und erst nach deren Freigabe betreten werden!



Abstützen von schrägen Bauteilen «Sloped Floor Shore»

Allgemeine technische Regel

*Senkrechte oder rechtwinklige
Abstützmethode*

Schräge Bauteile sind mit einer Rutschfläche vergleichbar. Beim Abstützen von schrägen Bauteilen muss die Krafteinleitung durch die Abstützung deshalb immer so erfolgen, dass das Bauteil weder herunterstürzen/brechen noch wegrutschen kann.

Je nach Lage des Bauteils und Zustand des Baugrundes muss entweder die **senkrechte** oder die **rechtwinklige** Methode angewendet werden. Wird die falsche Methode gewählt, ist die Abstützung **nicht sicher!**

Senkrechte Methode
(rutschgefährdete Platte):

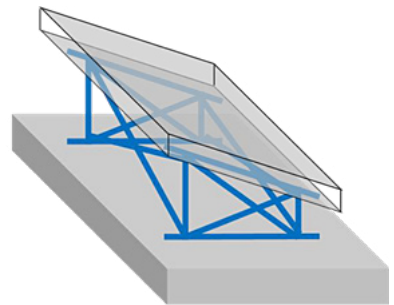
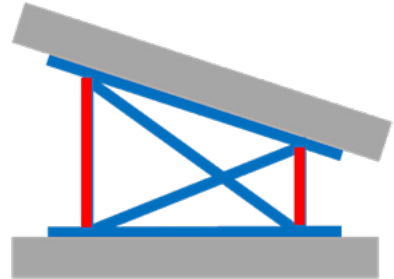


Abb. 83: Prinzip eines schrägen Raumfachwerks mit der senkrechten Methode (Blockhaus, THW)

Ist das Bauteil nicht an einem Widerlager gegen Wegrutschen oder Verschieben genügend gesichert, muss es immer so abgestützt werden, als ob es frei in der Luft schweben würde. Dafür eignen sich **nur Raumfachwerke** mit **senkrecht** eingebauten Stützen. Flächenfachwerke oder gar Einzelstützen sind zu wenig stabil und daher untauglich.

Rechtwinklige Methode:

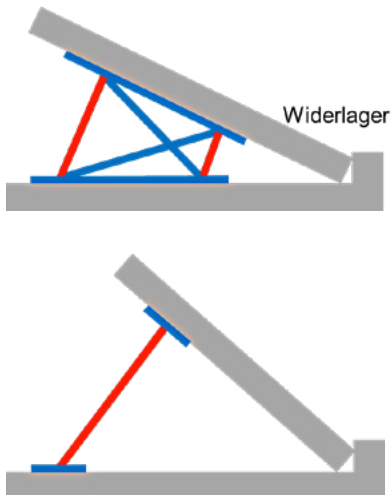


Abb. 84: Prinzip von schrägen Abstützungen mit der rechtwinkligen Methode (Blockhaus, THW)

Ist das Bauteil am Fusspunkt mit einem Widerlager gegen das Wegrutschen gesichert, werden die Stützen immer **rechtwinklig** zum abzustützenden Bauteil eingebaut.

Auch in diesem Fall eignen sich Raumfachwerke am besten. Wirken keine seitlichen Kräfte auf das Bauteil, können auch Flächenfachwerke oder, ausnahmsweise, Einzelstützen eingesetzt werden.

Einachsige oder zweiachsige Schräglagen

Stehen die Standfläche des Abstützsystems und die Fläche des abzustützenden Bauteils nur in einer Achse schräg zueinander, können die Abstützungen meist einfach realisiert werden. Eine Ausnahme bildet der Einsatz normaler Deckenstützen aus dem Bausektor, welche eigentlich nur für die Abstützung paralleler Flächen (Decken) vorgesehen sind. Durch konstruktive Anpassungen mit Holz können sie (mit etwas Aufwand) aber auch schräg eingesetzt werden.

In Trümmerlagen stehen Flächen allerdings oft in zwei nicht parallelen Achsen schräg zueinander. Die Abstützsysteme müssen zusätzlich an diese unterschiedlichen Schräglagen angepasst werden (z. B. durch Unterlegen von Keilen).

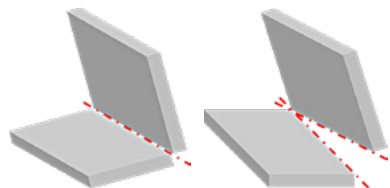


Abb. 85: Einachsige und zweiachsige schräg zueinander stehende Flächen

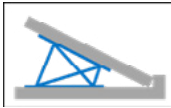
Abstützsysteme «Shoring»

Sehr gut eignen sich in solchen Fällen Stützen aus dem Bau- oder Rettungssektor, die über schwenk- und drehbare Fussplatten verfügen. Diese Fussplatten können schnell an praktisch jede Schräglage angepasst werden. Bedingung ist, dass sie mit geeigneten Massnahmen (z. B. durch Anschrauben) gegen das Wegrutschen gesichert werden.

Aufgrund des sehr schnellen und einfachen Einsatzes eignen sich derartige Stützen besonders als erste Schnellsicherungen.



Abb. 86: Stützen mit schwenk- und drehbaren Fussplatten aus dem Bau-, Gerüstbau- und Rettungssektor



Abstützungen mit der rechtwinkligen Methode «Sloped Floor Shore Perpendicular»

Einzelstützen, rechtwinklige Methode

Für das Abstützen schräger Bauteile sind Einzelstützen in der Regel zu wenig standfest. Sie können nur bedingt und nur für die rechtwinklige Methode eingesetzt werden (der Fusspunkt des Bauteils ist durch ein Widerlager gesichert und kann sich nicht verschieben).

Einzelstützen können allenfalls als erste Schnellabstützung dienen, um einen minimalen Schutz für das Einsatzteam während des Einbaus eines Raumfachwerks zu gewährleisten.

Einzelstütze aus dem Rettungsssektor (Beispiel siehe unten).

Aufgrund ihrer Flexibilität eignen sich Rettungsstützen besonders als erste Schnellsicherungen. Sie sollten anschliessend durch stabilere Raum- oder Flächenfachwerke ersetzt werden.



Abb. 87: Schnellsicherung eines schrägen Bauteils mit einer Rettungsstütze und seitlicher Abspannung mit Zurrgurten gegen Verschiebung

*Flächen- und Raumbachwerke,
rechtwinklige Methode*

Flächenfachwerke eignen sich besonders für die rechtwinklige Methode (das Bauteil kann nicht wegrutschen).

Die Raumbachwerke werden aus zwei miteinander verbundenen und ausgesteiften Flächenfachwerken zusammengesetzt.

Nur anwenden, wenn sich das Bauteil in seiner Lage nicht verschieben kann.

Bauelemente auf dem Rüstplatz so weit wie möglich vorbereiten.

Schwelle immer mit einem Widerlager oder durch Verbolzen in den Untergrund gegen das Wegrutschen sichern.

Für Raumbachwerke zwei Flächenfachwerke miteinander verbinden und mit Diagonalen aussteifen.

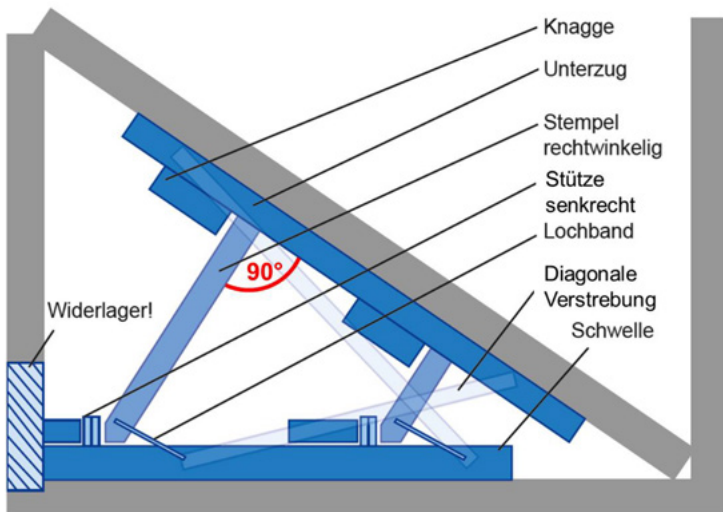


Abb. 88: Konstruktionsprinzip schräges Flächenfachwerk aus Holz (rechtwinklige Methode)
(Blockhaus, THW)



Abb. 89: Modell eines schrägen Flächenfachwerks aus Holz (rechtwinklige Methode) (Blockhaus, THW)



Abb. 90: Schräges Flächenfachwerk mit Systemstützen aus dem Bausektor (rechtwinklige Methode)

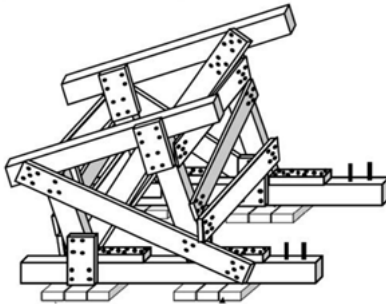


Abb. 91: Prinzip eines schrägen Raumfachwerks aus Holz (rechtwinklige Methode) nach amerikanischem Muster (FEMA)



Abb. 92: Schräges Raumfachwerk aus Holz (rechtwinklige Methode) (FEMA)



Abstützen mit der senkrechten Methode «Sloped Floor Shore Friction Type»

Schräg stehende Bauteile, welche so instabil gelagert sind, dass sie sich potentiell in alle Richtungen bewegen könnten, dürfen nur mit der senkrechten Methode gesichert werden. Um auch horizontal oder schräg auf das Bauteil einwirkende Kräfte aufnehmen zu können, eignet sich als Grundkonstruktion dafür nur

das Raumbachwerk. Ein einzelnes Flächenfachwerk ist zu wenig kippstabil.

Aus diesem Grund wird nachfolgend nur das Raumbachwerk behandelt.

Immer anwenden, wenn sich das **Bauteil in seiner Lage verschieben könnte.**

Bauelemente auf dem Rüstplatz so weit wie möglich vorbereiten.

Unterzug immer mit dem Bauteil verbolzen (Abrutschen des Bauteils auf der Abstützung verhindern).

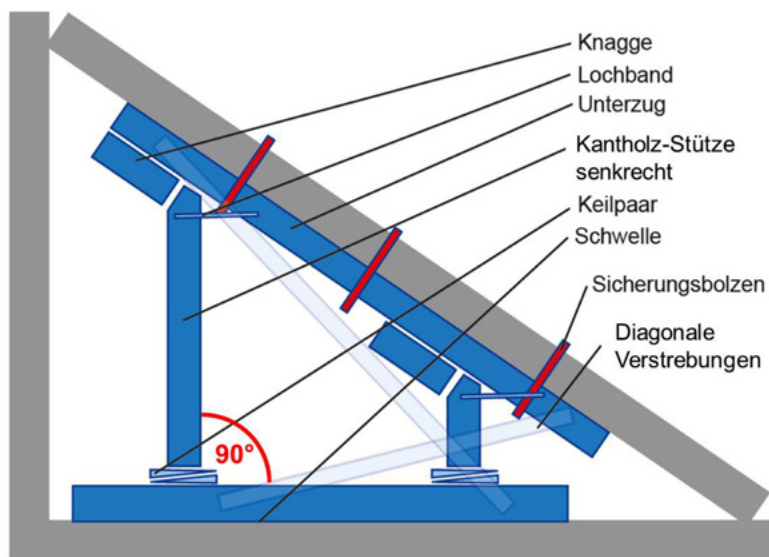


Abb. 93: Konstruktionsprinzip schräges Raumbachwerk aus Holz (senkrechte Methode)
 (Blockhaus, THW)

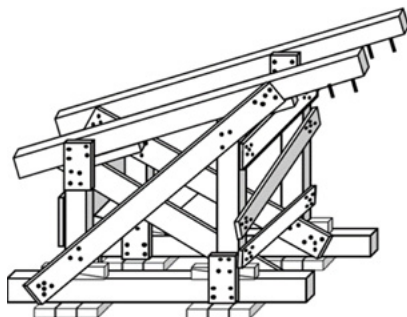


Abb.94: Prinzip eines schrägen Raumfachwerks aus Holz (senkrechte Methode) nach amerikanischem Muster (FEMA)



Abb.95: Schräges Raumfachwerk aus Holz (senkrechte Methode) (FEMA)



Abb.96: Schräges Raumfachwerk mit Systemstützen aus dem Rettungssektor (senkrechte Methode) (Paratech)

Abstützen von Wänden «Raker Shores»

Allgemeine technische Regeln

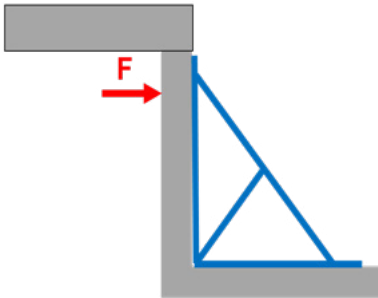


Abb. 97: Funktionsprinzip einer Wandabstützung
(THW)

Zweck und Grenzen von Wandabstützungen

Wandabstützungen dienen dazu

- horizontal auf eine Wand wirkende Kräfte (z. B. durch Schutt oder eingestürzte Bauteile) in den Untergrund abzuleiten, um zu verhindern, dass die Wand kippen und vom Auflager rutschen kann,
- ein «Ausbauchen» der Wand (z. B. bei Wänden aus Mauerwerk) zu verhindern und die Tragsicherheit aufrechtzuerhalten.

Die Wand muss aber als Tragwerk die senkrecht einwirkenden Lasten weiterhin aufnehmen können. Ist sie derart beschädigt oder überlastet, dass sie diese Funktion nicht mehr wahrnehmen kann, bringt eine Wandabstützung **nichts!** In einem solchen Fall muss in erster Linie innen die Decke **abgestützt werden**, um die Wand zu entlasten!

Je nach Situation können Decken- und Wandabstützungen kombiniert eingesetzt werden.

Krafteinleitung und Kraftwirkungen

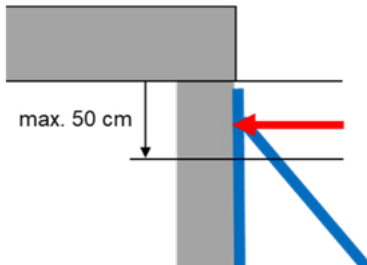


Abb. 98: Position der Krafteinleitung in die Stütze (THW)

Die horizontale Wanddruckkraft wird in zwei Kräfte aufgeteilt. Eine Kraft wirkt über die Stütze in den Boden, die andere Kraft wirkt entlang der Wand senkrecht nach oben (stark vereinfacht, effektiv wirken nicht nur Kräfte, sondern auch Momente). Beispiel bei einem Anstellwinkel der Stütze von 45° : Bei einer Wanddruckkraft von $10,0 \text{ kN}$ wirken eine Kraft von $14,1 \text{ kN}$ auf die Stütze und eine Kraft von $10,0 \text{ kN}$ senkrecht nach oben.

Faustregel für die Einleitung der Kraft in die Stütze:

- Bei Deckenauflagern auf Höhe der Decke, aber nie mehr als 50 cm darunter.
- Bei Ausbauchungen direkt darunter

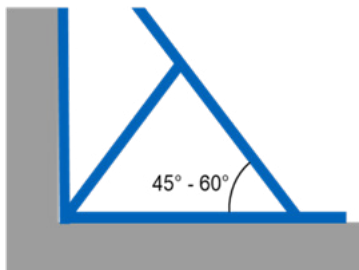


Abb. 99: Anstellwinkel der Stütze (THW)

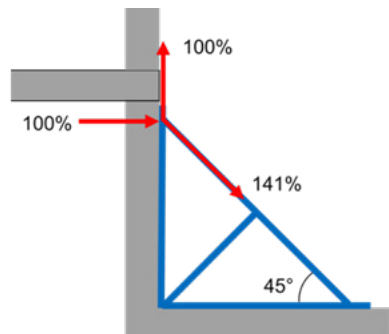


Abb. 100: Krafteinwirkungen auf eine Wandabstützung bei einem Anstellwinkel von 45° (THW)

- Der **Anstellwinkel der Stütze liegt allgemein zwischen 45° und 60°** . In der Regel werden Wandabstützungen entweder mit einer Neigung von 45° oder von 60° konstruiert. Dies erleichtert die Berechnung und den Bau der Konstruktion.

Abstützsysteme «Shoring»

Wird die Wandabstützung gegen diese «Aufgleitkraft» nicht gesichert, kann sie entlang der Wand nach oben gleiten! Einzig das Gewicht der Konstruktion und die Haftreibungskraft zwischen Wand und Streichbalken wirken dieser Kraft entgegen. In der Regel werden Wandabstützungen durch Verbolzen mit der Wand (z. B. mit dem Sortiment Betonanker) gegen diese Aufgleitkräfte gesichert. Um gefährliche Erschütterungen zu vermeiden, sind zum Bohren der Bohrlöcher Diamantbohrer an Stelle von Bohrhämmern zu empfehlen.

Grundformen von Wandabstützungen

Als Wandabstützungen werden Raumbachwerke oder, bei engen Platzverhältnissen, einzelne Flächenfachwerke verwendet. Einzelstützen sind zu unsicher. Sie werden höchstens als erste Schnellsicherungen eingesetzt.

Man unterscheidet zwei Grundformen:

Strebstütze

«Flying Raker Shore»

Einfache Wandabstützung. Sie ist schnell erstellt, aber weniger stabil und weniger aufgleitsicher als ein Strebstützbock. Sie eignet sich besonders bei unebenem Terrain.

Strebstützbock

«Sole Raker Shore»

Sehr solide Konstruktion aus dreieckig geschlossenen Fachwerken. Benötigt wesentlich mehr Zeit und ist bei unebenem Terrain weniger geeignet.

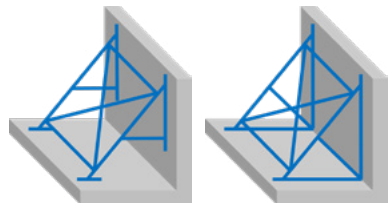


Abb.101: Grundformen der Wandabstützungen:
Strebstütze und Strebstützbock
(Blockhaus, THW)



Strebstützen als Flächen- oder Raumfachwerke

Strebstützen aus Holz

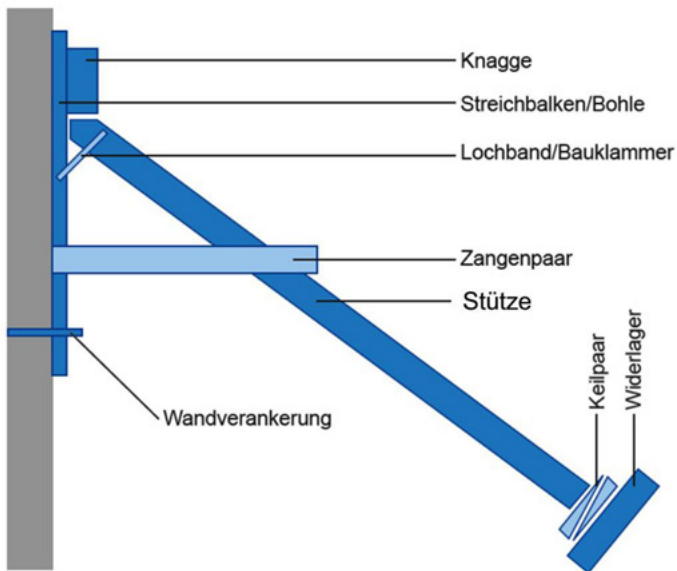


Abb. 102: Konstruktionsprinzip Strebstütze aus Holz (Blockhaus, THW)

Bauelemente auf dem Rüstplatz so weit wie möglich vorbereiten.

Zwischen Stütze und Streichbalken immer beidseitig je eine Zange zur Stabilisierung und Reduktion der Knicklänge anbringen.

Streichbalken immer gegen Aufgleiten sichern.

Bei Raumfachwerken immer zwei oder mehrere Flächenfachwerke verbinden und diagonal aussteifen.
Abstand der Stützen max. 240 cm.



Abb.104: Beispiel Strebstütze aus Holz

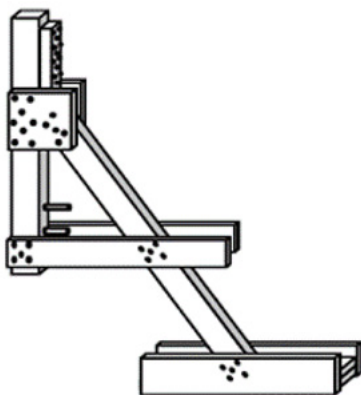


Abb.103: Prinzip einer Strebstütze nach amerikanischem Muster (FEMA)

Strebstützen mit Ausrüstungen aus dem Bausektor (Beispiele)



Abb.105: Einfache Strebstützen mit Systemstützen und mit Richtstützen (ohne Streichbalken) aus dem Bausektor

Strebstützen mit Ausrüstung aus dem Rettungssektor (Beispiele)



Abb.106: Strebstützen mit Systemstützen aus dem Rettungssektor



Strebstützbock als Flächen- oder Raumfachwerk

Strebstützbock aus Holz

Bauelemente auf dem Rüstplatz so weit wie möglich vorbereiten.

Rechtwinklig auf die Stütze beidseitig je eine Zange zur Stabilisierung und Reduktion der Knicklänge anbringen.

Streichbalken immer gegen Aufgleiten sichern.

Bei Raumfachwerken immer zwei oder mehrere Flächenfachwerke verbinden und diagonal aussteifen. Abstand der Stützen max. 240 cm.

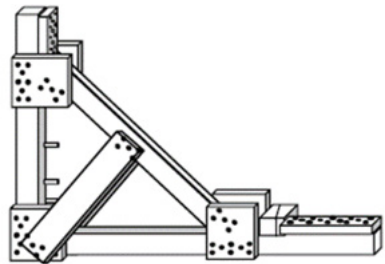


Abb.108: Prinzip eines Strebstützbocks nach amerikanischem Muster (FEMA)

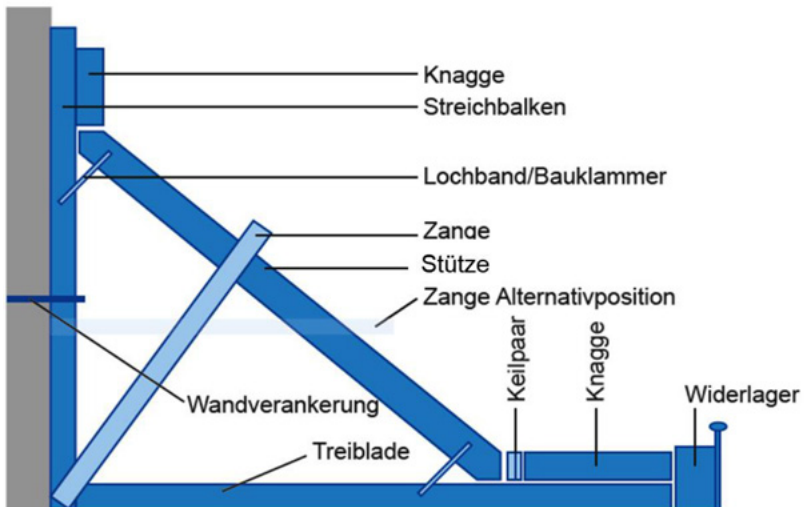


Abb.107: Konstruktionsprinzip Strebstützbock aus Holz (Blockhaus, THW)



Abb.109: Beispiel Strebstützbock aus Holz mit vier Stützen (ZSO Thurgau)



Abb.110: Ungenügend gesicherte Stütze auf der Treiblade (Regina Wenk)

Strebstützbock mit Ausrüstung aus dem Bausektor (Beispiele)



Abb.111: Strebstützböcke aus Systemstützen und aus Gerüstbaumaterial (EGS) (THW)

Strebstützbock mit Ausrüstung aus dem Rettungssektor (Beispiele)



Abb.112: Stützbocke mit Systemstützen aus dem Rettungssektor (Paratech/Airshore)

Abstützen von Gebäudeöffnungen

Türen und Fensteröffnungen sind Schwachpunkte in einer Wand. Nebst anderen Sicherungsmassnahmen ist es deshalb oft erforderlich, diese Öffnungen ebenfalls zu sichern.

Je nach Situation können dafür Holz, Ausrüstungen aus dem Bau-sektor oder aus dem Rettungssektor eingesetzt werden.

Die Konstruktionsart ist abhängig davon, ob die Öffnungen noch als Durchgänge benutzt werden müssen oder nicht. Rettungsöffnungen sollten mindestens eine Abmessung von 60 x 60 cm aufweisen.

Auf die Öffnungen können nicht nur senkrechte, sondern auch waag-rechte Kräfte einwirken. In der Praxis hat es sich deshalb bewährt, die Öffnungen nicht nur senkrecht, sondern kombiniert auch waagrecht ab-zustützen. Nachfolgend wird nur auf diese kombinierte Methode eingegangen.

Kombinierte Abstützung / Abspriessung mit Holz

Passgenaues Arbeiten ist eine wich-tige Voraussetzung für die Trag- und Ausfallsicherheit der Konstruktion.

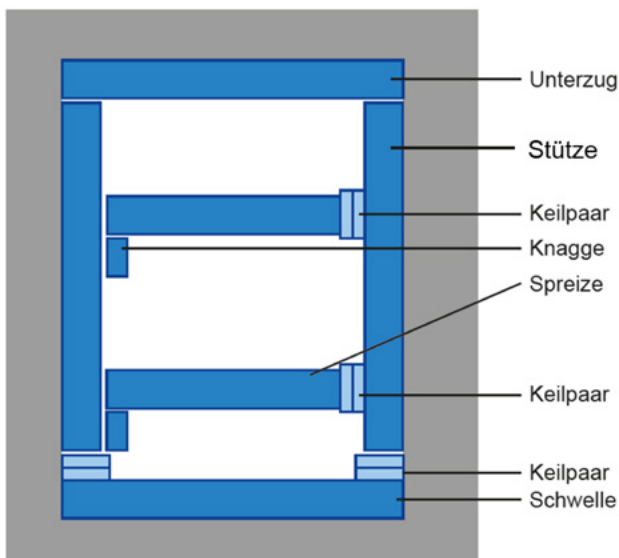


Abb. 113: Konstruktionsprinzip: Kombinierte Abstützung/Abspriessung einer Wandöffnung mit Holz (Blockhaus, THW)

Vorbereiten auf dem Rüstplatz,
Einbau vor Ort.

Bei moderneren Bauten sind die Türen- und Fensterrahmen meist mit Bauschaum montiert. Der weiche Schaum gewährleistet keine kraftschlüssige Verbindung. In diesem Fall müssen die weichen Zwischenräume mit tragfähigen Elementen (z. B. mit Brettern, Holzkeilen) ausgefüllt werden.

Waagrechte Stützen immer gegen das Herunterfallen sichern (z. B. mit Knaggen, Bauklammern usw.).

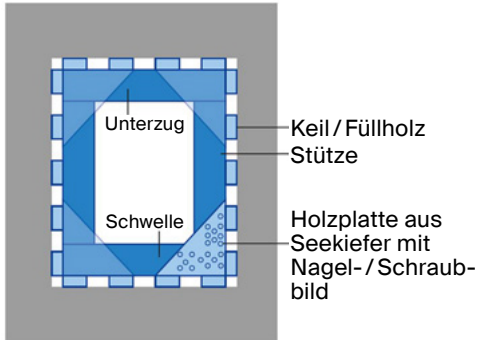


Abb. 114: Einbau eines vorfabrizierten Holzrahmens
(Blockhaus, THW)

Öffnungen können auch mit fertig vorfabrizierten Rahmen gesichert werden. Die vorfabrizierten Rahmen werden anschliessend in der Öffnung mit Füllhölzern und Holzkeilen eingespannt.

Alternative Abstützungen

In einem Notfall steht nicht immer genügend Abstützmaterial (Bauholz, Abstützsysteme) zur Verfügung. Bei einem solchen Ereignis muss kreativ mit auf dem Schadenplatz vorhandenem Material (z. B. Holz aus den Trümmern, Mauersteine, Steine, Metallträger usw.) gearbeitet werden.



Abb. 115: Beispiel alternative Abstützung:
Mit Steinen gefüllte Pneus, gegen seitliche Verschiebung mit Zurring gesichert und mit Hebekissen kraftschlüssig eingespannt
(Rettungskette Schweiz)

Anhang

Raum- und Flächenlasten

Baustoffe	Raumlast kg/m ³
Baustahl	7800
Beton armiert	2500
Beton nicht armiert	2200
Nadelholz	500
Laubholz	800
Natursteinmauerwerk	2700
Backsteinmauerwerk	1800
Zementsteinmauerwerk	2200
Kalksteinmauerwerk	2000
Gasbetonbauteile	700
Bitumöse Beläge	2400
Kiessand	2000
Schotter	1800
Erde nass	2100
Schnee nass	400
Bedachungen, Verkleidungen	Flächenlast kg/m ²
Stahlprofilbleche, Dicke 0,8 mm	12
Eternitdach, Doppeleindeckung	30
Tonziegeldach	65
Verglasung, inkl. Rahmenkonstruktion	35

Ermittlung der Traglast von Metall-Deckenstützen (Auszug aus dem Bauhandbuch der Schweizer Armee)

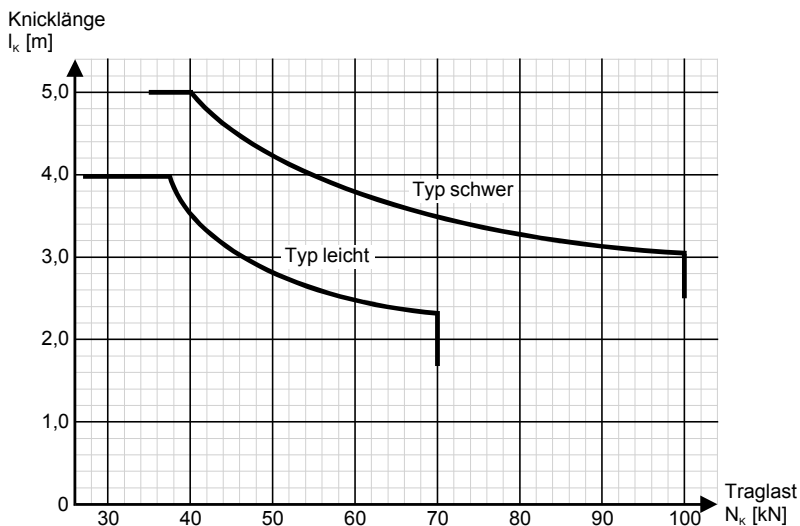


Abb.116: Diagramm zur Bestimmung der Traglast von Metall-Deckenstützen

Anwendungsbeispiel zu Diagramm (Abb. 116):

Aufgabe: Bestimmung der Traglast von Metall-Deckenstützen
Typ leicht

Spriesshöhe: $l_k = 2,40$ m

Resultat: $N_k = 65$ kN Knicktraglast
(Durchstanzen ist bei handelsüblichen
Metall-Deckenstützen nicht massgebend)

Tragfähigkeit von Bauholz C24

Tragfähigkeit Kanthölzer C24 in t ¹⁾														
b/h cm	F cm ²	Stützenlänge in m												
		0.5	0.8	1.0	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0
8/12	96	8.01	7.45	6.89										
10/10	100	8.50	8.10	7.76										
10/12	120	10.2	9.72	9.31	5.39									
10/16	160	13.6	13.0	12.4	7.18	4.97								
12/12	144	12.2	11.9	11.6	8.25	6.07								
12/16	192	16.3	15.9	15.5	11.0	8.09	5.97							
14/14	196	16.7	16.5	16.1	13.0	10.3	7.90	6.09						
16/16	256	21.8	21.7	21.3	18.4	15.7	12.6	10.0	7.96	6.45	5.32			
16/22	352	29.9	29.9	29.4	25.3	21.6	17.4	13.7	10.9	8.87	7.31	5.19		
18/18	324	27.5	27.5	27.3	24.4	21.9	18.6	15.2	12.3	10.1	8.35	5.97		
20/20	400	34.0	34.0	34.0	31.0	28.7	25.4	21.6	18.0	14.9	12.4	8.96	6.72	5.22
22/22	484	41.1	41.1	41.1	38.4	36.2	33.1	29.1	24.9	21.0	17.7	12.9	9.72	7.57
24/24	576	49.0	49.0	49.0	46.4	44.2	41.3	37.5	33.0	28.4	24.3	17.9	13.6	10.6
26/26	676	57.5	57.5	57.5	55.1	53.0	50.2	46.6	42.0	37.0	32.2	24.1	18.4	14.5

Tragfähigkeit Rundholz C24 in t ¹⁾														
d cm	F cm ²	Stützenlänge in m												
		0.5	0.8	1.0	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0	7.0	8.0
10	78.5	6.60	6.21	5.83										
12	113	9.61	9.21	8.86	5.37									
14	154	13.1	12.8	12.4	8.92	6.60								
16	201	17.1	16.9	16.5	13.2	10.4	7.97	6.14						
18	254	21.6	21.6	21.2	18.0	15.2	12.1	9.51	7.56	6.12	5.04			
20	3.14	26.7	26.7	26.4	23.3	20.6	17.2	13.9	11.2	9.13	7.55	5.38		
22	380	32.3	32.3	32.2	29.1	26.6	23.1	19.3	15.8	13.0	10.8	7.78	5.83	
24	452	38.5	38.5	38.5	35.4	33.0	29.7	25.6	21.5	17.9	15.0	10.9	8.17	6.35
26	531	45.1	45.1	45.1	42.3	40.0	36.8	32.7	28.1	23.9	20.2	14.7	11.1	8.68
28	616	52.3	52.3	52.3	49.6	47.4	44.4	40.4	35.7	30.8	26.4	19.5	14.8	11.6
30	707	60.1	60.1	60.1	57.6	55.4	52.5	48.7	43.9	38.7	33.6	25.2	19.2	15.1
32	804	68.4	68.4	68.4	66.0	63.8	61.1	57.4	52.8	47.4	41.8	31.9	24.6	19.3

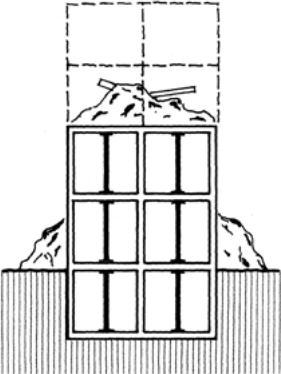
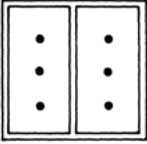
1) Achtung

- Die Tragfähigkeit von Holz gilt nur für luft getrocknetes Holz!
- Bei nassem (der Witterung ausgesetzt) oder frisch geschnittenem (grünem) Holz, beträgt die Tragfähigkeit nur noch 60 % der Tabellenangaben (Faktor 0,6)!

Abb. 117: Diagramm zur Ermittlung der Tragfähigkeit von Bauholz C24 (Auszug aus dem Reglement 62.062 «Sortiment Trümmereinsatz» der Schweizer Armee)

**Dimensionierungshilfen für das Abstützen von Gebäuden
 (Auszug aus dem Bauhandbuch der Schweizer Armee)**

Dimensionierung von Behelfsstützen:

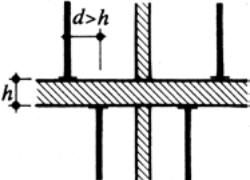
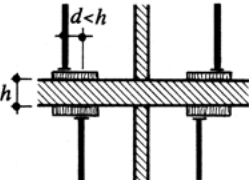
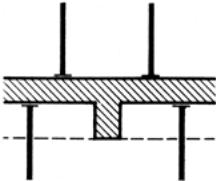
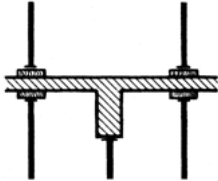
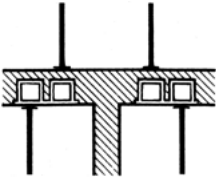
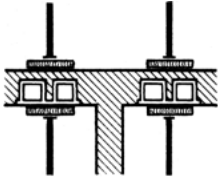
Bautyp	Behelfsstützen	Anordnung																																				
Geschäfts- und Industriebauten in Stahlbeton Raumgrösse: > 35 m ² Raumhöhe: 2,5–4,0 m (Nutzlast 500 kg/m ²)	<table> <tr> <td>Stockwerke</td><td>2 × 2 m</td><td>3 × 3 m</td></tr> <tr> <td>1</td><td>ø 16</td><td>ø 18</td></tr> <tr> <td>2</td><td>ø 16</td><td>ø 20</td></tr> <tr> <td>3</td><td>ø 18</td><td>ø 22</td></tr> <tr> <td>4</td><td>ø 20</td><td>ø 24</td></tr> <tr> <td>5</td><td>ø 20</td><td>ø 26</td></tr> <tr> <td>6</td><td>ø 22</td><td>ø 28</td></tr> <tr> <td>7</td><td>ø 22</td><td>ø 30</td></tr> <tr> <td>8</td><td>ø 24</td><td>–</td></tr> <tr> <td>9</td><td>ø 24</td><td>–</td></tr> <tr> <td>10</td><td>ø 26</td><td>–</td></tr> <tr> <td colspan="3">(Masse in cm)</td></tr> </table>	Stockwerke	2 × 2 m	3 × 3 m	1	ø 16	ø 18	2	ø 16	ø 20	3	ø 18	ø 22	4	ø 20	ø 24	5	ø 20	ø 26	6	ø 22	ø 28	7	ø 22	ø 30	8	ø 24	–	9	ø 24	–	10	ø 26	–	(Masse in cm)			Schnitt: 
Stockwerke	2 × 2 m	3 × 3 m																																				
1	ø 16	ø 18																																				
2	ø 16	ø 20																																				
3	ø 18	ø 22																																				
4	ø 20	ø 24																																				
5	ø 20	ø 26																																				
6	ø 22	ø 28																																				
7	ø 22	ø 30																																				
8	ø 24	–																																				
9	ø 24	–																																				
10	ø 26	–																																				
(Masse in cm)																																						
Wohn- und Bürobauten in Backstein oder Stahlbeton Raumgrösse: < 35 m ² Raumhöhe: < 2,5 m (Nutzlast 200 kg/m ²)	<table> <tr> <td>Stockw.</td><td>2 × 2 m</td><td>3 × 3 m</td></tr> <tr> <td>1</td><td>1 MS</td><td>2 MS</td></tr> <tr> <td>2</td><td>1 MS</td><td>ø 14</td></tr> <tr> <td>3</td><td>2 MS</td><td>ø 16</td></tr> <tr> <td>4</td><td>ø 14</td><td>ø 18</td></tr> <tr> <td>5</td><td>ø 14</td><td>ø 20</td></tr> <tr> <td>6</td><td>ø 16</td><td>ø 22</td></tr> <tr> <td colspan="3">(Masse in cm)</td></tr> </table>	Stockw.	2 × 2 m	3 × 3 m	1	1 MS	2 MS	2	1 MS	ø 14	3	2 MS	ø 16	4	ø 14	ø 18	5	ø 14	ø 20	6	ø 16	ø 22	(Masse in cm)			Grundriss: 												
Stockw.	2 × 2 m	3 × 3 m																																				
1	1 MS	2 MS																																				
2	1 MS	ø 14																																				
3	2 MS	ø 16																																				
4	ø 14	ø 18																																				
5	ø 14	ø 20																																				
6	ø 16	ø 22																																				
(Masse in cm)																																						

Erläuterungen:

Stockwerke:	Anzahl Geschosse inklusive Keller und Dachgeschoss (eingestürzte Geschosse sind mitzuzählen)
Stützenraster:	gegenseitiger Abstand der Behelfsstützen
Rundholzdurchmesser (ø):	mindestens ø16 cm für Geschäfts- und Industriebauten mindestens ø14 cm für Wohn- und Bürobauten
Metaldeckenstützen (MS):	Typ <i>leicht</i> (Stüper, Spriesse wie zum Beispiel Adria, Bühler) nur für Wohn-/Bürobauten (Raumhöhe < 2,5 m)

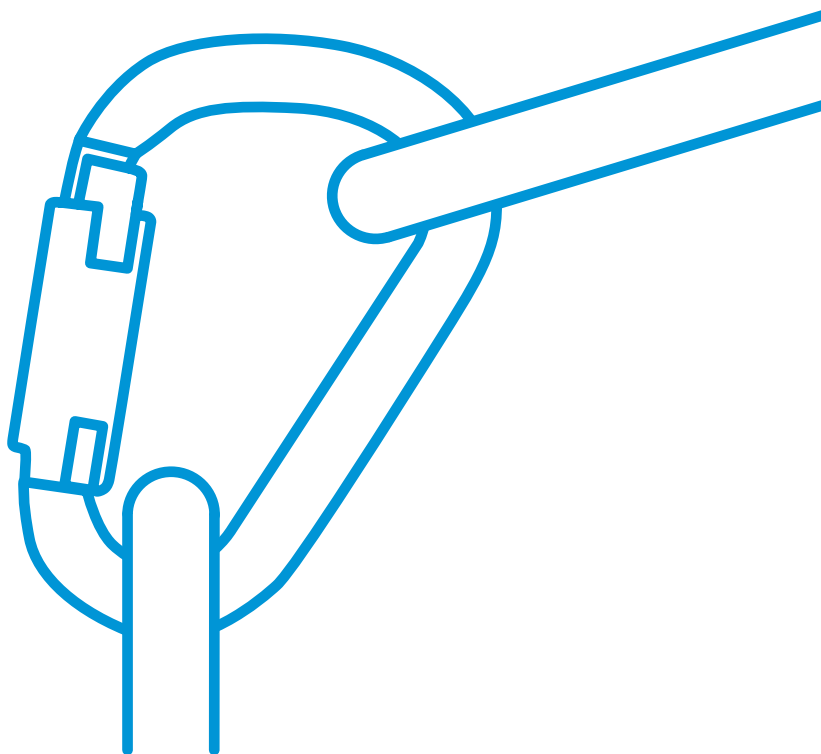
Konstruktive Details beim Einbau von Behelfsstützen:

Stützen: vertikal und genau übereinander einbauen, gut verkeilen und gegen Umfallen sichern. Lastabtragung auf Erdreich, Bodenplatte oder massiven und intakten Unterzug stellen.

Deckentyp	Schlechter Stützeinbau	Günstiger Stützeinbau
Flach- und Pilzdecken (Stahlbetonplatte mit massivem Vollquerschnitt, evtl vorgespannt) Platte in zwei Richtungen tragend, mittlere Spannweiten	Durchstanzgefahr bei versetzter Krafteinleitung in dünne Platten ($h < 20 \text{ cm}$) 	– Hartholzunterlage bei Stützenkopf und -fuss – Stützen vertikal und genau übereinander stellen 
Unterzugdecke (Stahlbetonplatte mit dünnem Vollquerschnitt und massiven Unterzügen) Platte in kurzer Richtung tragend, Unterzug mit grossen Spannweiten	Durchstanzgefahr durch dünne Betonplatte, untergehängte Decke abstützen 	– Unterzüge unterstützen – untergehängte Decke entfernen 
Hourdis-, Kassettendecken (Hohlkörperplatte mit Betonbalken und Ton- oder Leichtbetonzellen) Platte in einer Richtung tragend; kleinere Spannweiten	grosse Durchbruchgefahr in Hohlkörper der Decke 	– nur Betonbalken unterstützen (abklopfen!) – Verteilschwelle, Platte 

Handbuch Pionier

Absturzsicherung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Impressum

Herausgegeben vom
Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)
Geschäftsbereich Zivilschutz und Ausbildung

Version 2026-02

Inhaltsverzeichnis

5 Allgemeines

- 5 Einsatz der Absturzsicherung**
- 5 Schutzmassnahmen gegen Absturz**
- 6 Systematik und Abgrenzung der Absturzsicherung**
- 6 Absturzsicherung
- 7 Arbeiten am hängenden Seil
- 8 Organisierte Rettung
- 9 Ausbildung im Bereich Absturzsicherung**

10 Sicherheit

- 10 Absturzunfälle in der Schweiz**
- 11 Sicherheitsvorschriften WSZS**
- 13 Faustregeln für schräge Flächen**
- 14 Taktische Sicherheitsregeln**
- 15 Weitere Sicherheitsregeln**

16 Basiskompetenzen

- 16 Die drei Hauptelemente der Sicherungskette**
- 16 Ausrüstung**
- 16 Allgemeines
- 18 Übersicht EN-Normen
- 19 Helme
- 20 Personengurte
- 23 Seile
- 26 Karabinerhaken
- 27 Bandfalldämpfer
- 27 Weitere Ausrüstung für die Absturzsicherung
- 30 Sturzphysik**
- 30 Sturfaktor
- 31 Fangstoss
- 33 Sturzraum
- 34 Gefahr Hängetrauma**
- 35 Grundprinzip der Redundanz in der Absturzsicherung**

36	Grundsysteme der Absturzsicherung	62	Sicherungstechniken
36	Rückhaltesysteme	62	Allgemeines
37	Positionierungssysteme	64	Übersicht über die Sicherungstechniken
37	Auffangsysteme	66	Partnersicherung Toprope
38	Improvisierte Rettung	68	Partnersicherung Toprope mit Seileinbau
38	Allgemeines	70	Selbstsicherung mit Y-Bandfalldämpfer
39	Notfallschema	72	Selbstsicherung am mitlaufenden Auffanggerät
40	Einfache Rettungsmethoden	74	Selbstsicherung am Geländerseil (Lifeline)
43	Komplexe Rettungsmethoden	77	Partnersicherung Vorstieg (Alpintechnik)
44	Sicherheitsregeln für den Einsatz	79	Positionieren
44	Gefahr von Materialbeschädigungen	81	Absturzsicherung im Leitungs-Hochbau
46	Pendelsturz und Schlaffseil		
48	Verbindungsmittel	83	Materialkontrolle
48	Fixpunktsicherung	83	Allgemeines
49	Sicherheitscheck	83	Sicherheitskontrolle der Ausrüstung
50	Knoten	83	Prüfintervalle und Prüfberechtigte
50	Allgemeines	84	Prüfung durch den Anwender
50	Achterknoten	84	Reinigung und Lagerung
51	Halbmastwurfsicherung (HMS) und Blockierungsknoten		
52	Mastwurf		
52	Doppelter Spierenstich		
53	Kreuzklemmknoten		
53	Verankerungen		
53	Definition einer Verankerung (Anschlagsystem)		
54	Erforderliche Mindestbruchlast am Anschlagpunkt		
55	Wahl der Verankerungspunkte		
56	Anschlagen von Verbindungsmitteln		
56	Ein-Punkt-Verankerung		
58	Mehr-Punkte-Verankerung		

Allgemeines

Einsatz der Absturzsicherung

Der Einsatz des Zivilschutzes findet zunehmend auch an Standorten mit Absturzgefahr statt. Beispiele:

- Instandstellungs- und Sicherungsarbeiten an/auf Bauwerken oder auf Dächern
- Arbeiten im steilen Gelände
- Auf-/Abbau von Hilfskonstruktionen oder Gerüstsystemen
- Retten von Personen aus Trümmerlagen

Schutzmassnahmen gegen Absturz

Schutzmassnahmen gegen Absturz dienen zum Schutz der Angehörigen des Zivilschutzes. Mögliche Schutzmassnahmen sind:

Kollektive Schutzmassnahmen/technische Mittel

- Absperren der Absturzzone
- Montage von Auffangnetzen
- Montage von Gerüsten oder Geländern
- Einsatz von Hebebühnen

Persönliche Schutzmassnahmen

- Tragen der Persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz PSAgA.

Systempriorisierung

Kollektive Schutzmassnahmen sind den persönlichen Schutzmassnahmen grundsätzlich vorzuziehen!

Der Aufbau von kollektiven Schutzmassnahmen benötigt in der Regel Zeit und dem Standort angepasste Mittel. Kollektive Schutzmassnahmen sind besonders bei planbaren Einsätzen die erste Wahl. Bei Katastropheneinsätzen steht in der Regel keine oder nur eine kurze Vorbereitungszeit zur Verfügung. Die Einsatzdauer ist begrenzt und die Einsatzbedingungen sind im Voraus meist unbekannt. Hier kann oft nur mit der persönlichen Ausrüstung gegen Absturz gearbeitet werden. Sie ist rasch verfügbar und kann flexibel an unterschiedliche Einsatzbedingungen angepasst werden.

In diesem Handbuch wird nur der Einsatz der persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz behandelt. Nachfolgend wird dafür der Begriff «Absturzsicherung» verwendet.

Systematik und Abgrenzung der Absturzsicherung

Absturzsicherung

Sicherung einer Person mit der persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz. Die Sicherung dient der Prävention im Falle von Stolpern, Verlieren des Gleichgewichtes oder Ausgleiten.

Die gesicherte Person ist «gehfähig». Sie muss sich jederzeit selbständig ohne Seilunterstützung kontrolliert fortbewegen können. Abseilen oder am Seil hängend arbeiten sind verboten!

In der Absturzsicherung werden drei Grundsysteme unterschieden:

Rückhaltesysteme

Der Bewegungsbereich wird so eingeschränkt, dass die gesicherte Person daran gehindert wird, Bereiche mit Absturzgefahr zu erreichen (Prinzip «Hundeleine»). Ein Absturz ist damit **ausgeschlossen**.

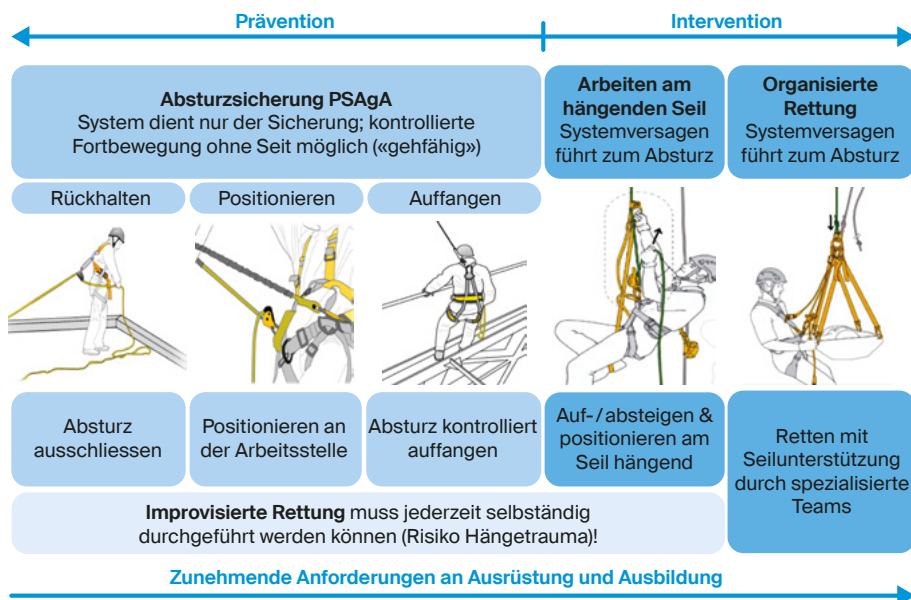


Abb.1: Systematik und Abgrenzung der Absturzsicherung (BABS)

Positionierungssysteme

Temporäres Stabilisieren des Körpers am Arbeitsplatz durch Hineinlehnen in das Positionierungsmittel. Die stabile Position erlaubt das sichere Arbeiten mit beiden Händen. Ein freier Fall wird verhindert. Kann es beim Versagen des Positionierungsmittels zu einem Absturz kommen, ist ein zusätzliches Sicherungssystem (in der Regel ein Auffangsystem) zwingend erforderlich.

Auffangsysteme

Ein freier Fall und Verletzungen sind möglich. Das System fängt die gesicherte Person auf, bevor sie auf den Boden oder ein Hindernis aufprallt. Es begrenzt die Auffangkraft (Fangstoss) auf die Person auf einen medizinisch zulässigen Wert von maximal 6 kN.

Beim Einsatz von Auffangsystemen muss eine improvisierte Rettung von im Sicherungssystem blockierten Personen jederzeit innerhalb von 20 Minuten mit eigenen Mitteln sichergestellt werden können.

**Priorisierung im Einsatz:
Rückhalte- oder Positionierungssysteme sind Auffangsystemen
grundsätzlich immer vorzuziehen!**

Arbeiten am hängenden Seil

Beim Arbeiten am hängenden Seil, auch als «Seilzugangs- und Positionierungsverfahren SZP» bezeichnet, bewegt sich die Person meist freihängend vertikal und horizontal am Seil und wird durch dieses stabilisiert. Ein Systemversagen führt unweigerlich zum Absturz.

Bei diesen Techniken werden sehr hohe Anforderungen an die Anwender gestellt. Je nach Funktion dauert die zertifizierte Ausbildung 1 bis 3 Wochen. Solche Einsätze sind professionellen Fachspezialisten vorbehalten und grundsätzlich kein Aufgabenbereich für den Zivilschutz.

**Arbeiten am hängenden Seil ist
nicht Bestandteil der
Absturzsicherung im Sinne dieses
Dokuments!**

Organisierte Rettung

Bei der organisierten Rettung, auch als technische Rettung bezeichnet, werden **Drittpersonen** mit seilunterstützten Rettungstechniken aus der Höhe oder der Tiefe gerettet. Ein Systemversagen führt unweigerlich zum Absturz. Als Standard gelten die Techniken der Alpinen Rettung Schweiz. Sie lehnen sich an Techniken beim Arbeiten am hängenden Seil an und werden mit zusätzlichen Techniken ergänzt.

Das Ausführen von organisierten Rettungen stellt sehr hohe Anforderungen an die Retter. Im Zivilschutz sind solche Rettungen nur in Trümmerlagen vorgesehen. Für alle anderen Rettungssituationen sind grundsätzlich andere Partnerorganisationen des Bevölkerungsschutzes zuständig. Seilunterstützte Rettungen aus Trümmerlagen dürfen nur durch dafür speziell ausgebildete Rettungsspezialisten ausgeführt werden. Das Beherrschen der Absturzsicherung ist dabei eine Grundvoraussetzung.

Seilunterstützte Rettungstechniken in Trümmerlagen werden im Teil «Ortung und Rettung aus Trümmerlagen» behandelt.

Die organisierte Rettung ist nicht Bestandteil der Absturzsicherung im Sinne dieses Dokuments!

Ausbildung im Bereich Absturzsicherung

Das Arbeiten mit der persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz ist mit grossen Risiken verbunden und gehört zu den Arbeiten mit besonderen Gefahren. Eine umfassende Ausbildung der Anwender durch kompetentes Instruktionspersonal ist zwingend erforderlich. Anwender im Bereich Absturzsicherung dürfen auch bei ausserordentlichen Bedingungen (Wetter, Tageszeit, Einsatzstelle usw.) keine Fehler machen.

Der zeitliche Umfang der Ausbildung richtet sich nach der Anzahl zu beherrschenden Sicherungstechniken und dem Umfang der Ausrüstung. Als **Faustregel** werden folgende Ausbildungszeiten empfohlen:

Nach der Basisausbildung muss die erworbene Fachkompetenz durch regelmässige Trainings aufrechterhalten werden.

Angestrebte Fachkompetenz	Ausbildungszeit
Anwenden einer einfachen Sicherungstechnik (z. B. Rückhalten oder Y-Bandfalldämpfer)	mindestens 1 Tag
Einfaches Materialsortiment	
Anwenden mehrerer Sicherungstechniken	mindestens 2–3 Tage
Umfangreiches Materialsortiment	

Tab. 1: Ausbildungszeiten

Sicherheit

Absturzunfälle in der Schweiz

Abstürze sind die Hauptursache der schweren Unfälle aller Suva-versicherten Personen in der Schweiz.

Hauptursachen von Absturzunfällen sind:

- Keine oder ungenügende Ausbildung
- Keine oder ungenügende Planung, fehlendes Sicherheitskonzept
- Massive Selbstüberschätzung

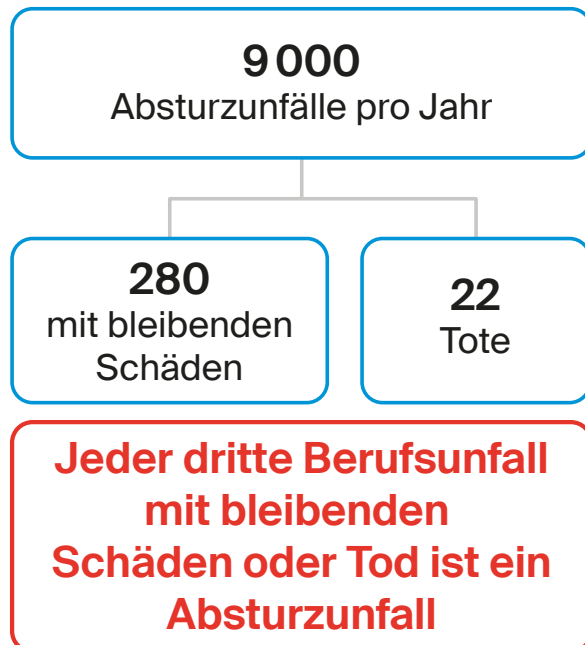


Abb. 2: Absturzunfälle in der Schweiz (Durchschnitt über mehrere Jahre) (Suva)

Sicherheitsvorschriften WSZS

Auszug aus den «Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die Sicherheitsvorschriften im Zivilschutz» WSZS (Arbeitsfassung vom 1.3.2020).

7. Abschn.: Arbeiten im Bereich mit Absturzgefahr

Art. 21 Allgemeines

¹ Es müssen Absturzsicherungsmassnahmen getroffen werden:

- a. wenn Arbeiten näher als 2 m von einer Absturzkante oder einer Absturzzone entfernt ausgeführt werden und;
- b. die Absturzhöhe mehr als 3 m beträgt.

² Bei besonders gefährlicher Arbeitsumgebung müssen auch bei Absturzhöhen von weniger als 3 m Absturzsicherungsmassnahmen getroffen werden.

³ Werden mobile Leitern als Zugang zu Arbeitsplätzen benutzt, müssen Absturzsicherungsmassnahmen ab einer Absturzhöhe von über 5 m festgelegt werden.

Art. 22 Einsatz persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz

¹ Die Verwendung persönlicher Ausrüstung gegen Absturz ist nur zulässig, wenn Kollektivschutz oder der Einsatz von technischen Hilfsmitteln nicht möglich, gefährlicher oder unverhältnismässig sind.

² Das Sicherungssystem muss so ausgelegt sein, dass die maximale Kraft auf den Körper der gesicherten Person (Fangstoss) bei einem Absturz nie grösser ist als 6 kN.

Art. 23 Gesicherte Personen

¹ Die gesicherte Person muss sich jederzeit aus eigener Kraft ohne Seilunterstützung kontrolliert fortbewegen können.

² Die Rettung einer im Sicherungssystem blockierten Person muss innerhalb von zwanzig Minuten mit eigenen, vor Ort vorhandenen Mitteln sichergestellt werden können.

Art. 24 Verankerungen

¹ Die zu sichernde Person muss an einer festen Verankerung (Anschlagssystem) angeschlagen werden. Die direkte Sicherung über eine zweite Person ist verboten.

² Von Schutzdienstpflichtigen für das Sichern einer Person selber erstellte Verankerungen müssen am Anschlagpunkt folgende Mindestbruchkräfte aufweisen:

- a. 12 kN, wenn die maximale Kraft auf den Anschlagpunkt bei einem Sturz höchstens 6 kN beträgt;
- b. 22 kN, wenn die maximale Kraft auf den Anschlagpunkt bei einem Sturz mehr als 6 N beträgt.

³ Bei der Benutzung von durch Dritte erstellte für die Absturzsicherung zugelassene Verankerungen müssen die Vorschriften des Herstellers oder Inverkehrbringers eingehalten werden.

⁴ Der Schutzdienstpflichtige muss die Verankerung vor dem Anschlagen seines Verbindungselements einer Sichtkontrolle unterziehen und den Punkt auf allfällige Schäden überprüfen.

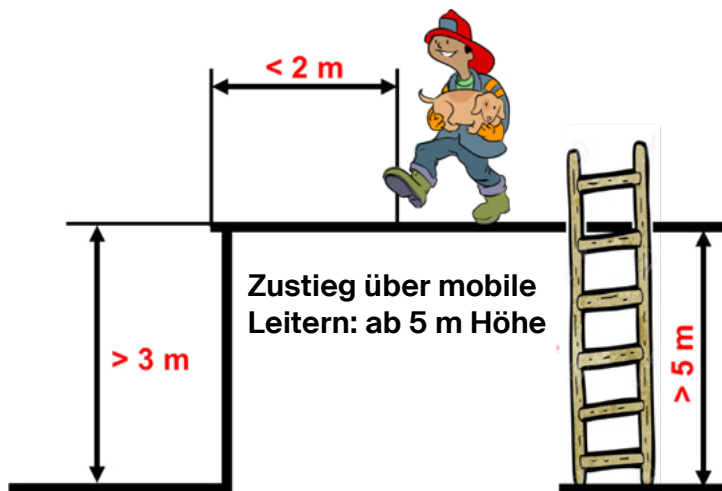


Abb. 3: Wann muss gesichert werden? (BABS)

Erläuterungen:

Art. 22

Einsatz persönlicher
Schutzausrüstung gegen Absturz

Abs. 1

Die Persönliche Schutzausrüstung (PSAgA) schützt nur die damit ausgerüstete, einzelne Person. Sie muss nicht zwingend personifiziert sein (z. B. im Gegensatz zum Schuhwerk). Die erforderliche Anzahl Schutzausrüstungen kann als Korpsmaterial mitgeführt und erst im Anwendungsfall den einzelnen Personen abgegeben werden.

Art. 24 Verankerungen

Abs. 2

Durch Schutzdienstpflichtige selber erstellte Verankerungen sind zum Beispiel selber montierte Betonanker, selber erstellte

Verankerungen an Bäumen oder baulichen Strukturen oder selber erstellte Erdverankerungen. Für ihre Tragsicherheit ist der Zivilschutz verantwortlich. Die Schutzdienstpflichtigen müssen die Festigkeit und Tauglichkeit einer solchen Verankerung kompetent beurteilen können.

Abs. 3

Durch Dritte erstellte für die Absturzsicherung zugelassene Verankerungen sind zum Beispiel fest montierte Anschlagpunkte auf Dächern oder an Bauwerken, mobile Dreibeine und Anschlagpunkte an Gerüsten. Für ihre Tragsicherheit ist der Hersteller, der Montagebetrieb oder Inverkehrbringer verantwortlich. Sind die Nutzungsbedingungen nicht bekannt, müssen diese bei der verantwortlichen Stelle abgeklärt werden. Bei Gebäuden ist dies in der Regel der Besitzer.

Faustregeln für schräge Flächen

Auf schrägen Flächen ist die Neigung nur **ein** Indikator für die Beurteilung der Absturzgefahr. Entscheidend ist auch der **Reibungswert** zwischen der Kleidung und dem Untergrund. Bei sehr glattem Untergrund müssen Personen bereits bei wenigen Grad Neigung gesichert werden.

Achtung: Beim Abgleiten auf sehr glattem Untergrund (z. B. vereiste Flächen) erreicht man bereits ab einer Neigung von 10 bis 20° die Geschwindigkeit und damit die Sturzenergie des freien Falls!

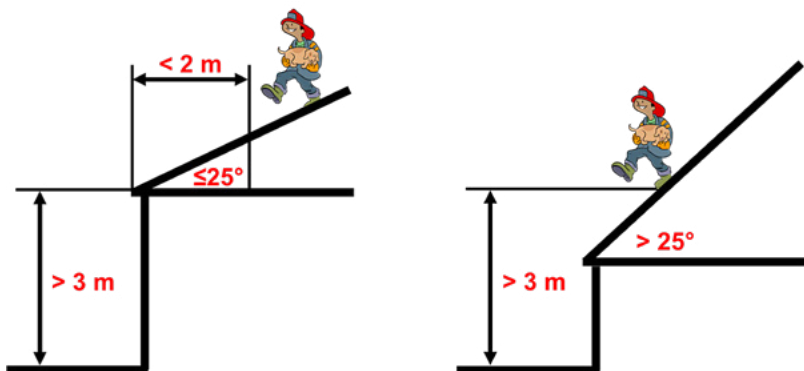


Abb. 4: Wo muss auf schrägen Flächen gesichert werden (Faustregel)? (BABS)

Taktische Sicherheitsregeln

Doktrin und Planung

- Arbeiten in der Höhe müssen geplant werden.
- Immer ein Sicherheits- und Notfallkonzept (inkl. improvisierte Rettung!) erstellen.
- Priorisierung der verschiedenen Schutz- und Sicherungssysteme beachten.
- Einsatzgrenzen kennen, respektieren und durchsetzen. Die eigene Sicherheit hat erste Priorität!
- Die Kombination von Arbeiten mit besonderen Gefahren (z. B. Arbeiten mit der persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz und Arbeiten mit der Motor-kettensäge) ist mit extrem hohen Risiken verbunden. Wenn überhaupt, dann solche Spezialaufgaben nur durch ausgewiesene Fachspezialisten ausführen lassen!
- Bei schwierigen Situationen Spezialisten beiziehen (Höhenarbeiter, Bergführer, Höhenretter, Berufsfeuerwehr, Alpine Rettung Schweiz, Gebirgsspezialisten der Armee).
- Schutz von Drittpersonen sicherstellen. Einsatzstelle absperren.

Personal

- Nur nachweislich ausgebildete Personen einsetzen.
- Personen mit medizinischen, psychischen oder physischen Kontraindikationen (z. B. Diabetes, Schwindelanfälle, Höhenangst, Drogen usw.) dürfen nicht eingesetzt werden.
- Immer einen Chef Sicherheit bestimmen.
- Keine Alleinarbeit. Die Personen müssen sich immer gegenseitig überwachen und Hilfe leisten können.
- Personen nie zu solchen Einsätzen zwingen.

Ausrüstung

Nur geprüfte, für die definierten Sicherungssysteme zugelassene Ausrüstung bereithalten.

Ausbildung

- Die Ausbildung im Bereich Absturzsicherung darf nur durch fachkundiges, erfahrenes Instruktionspersonal durchgeführt werden.
- Auch für den Ausbildungsstandort ist ein Sicherheits- und Notfallkonzept zu erstellen.
- Im Notfall muss die gesicherte Person immer auf eine sichere, für den Rettungsdienst zugängliche Fläche abgeseilt werden können.
- Es wird empfohlen, die maximale Höhe der Ausbildungsinfrastruktur auf 12 Meter zu begrenzen.

Weitere Sicherheitsregeln

Weitere wichtige Sicherheitsregeln sind laufend in die nachfolgenden Kapitel integriert.

Basiskompetenzen

Die drei Hauptelemente der Sicherungskette

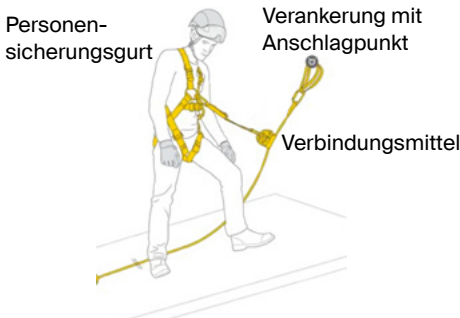


Abb. 5: Sicherungskette (Petzl, BABS)

Alle drei Elemente müssen für das gewählte Sicherungssystem (Rückhalte-, Positionierungs- oder Auffangsystem) zugelassen und für den spezifischen Einsatz geeignet sein.

Das Verbindungsmittel kann, je nach Sicherungssystem, wiederum aus verschiedenen Komponenten zusammengesetzt sein:

- Verbindungsmittel (z. B. Seile, Bänder)
- Verbindungselemente (z. B. Karabinerhaken)
- Sturzdämpfende Elemente (z. B. Falldämpfer, Dynamikseil, Halbmastwurfsicherung)
- Geräte (z. B. Seilkürzer, Auffanggerät)

Ausrüstung

Allgemeines

Die nachfolgenden Ausführungen geben nur einen groben Überblick über die Ausrüstung und zeigen Zusammenhänge auf. Zweck, korrekte Bedienung und korrekter Umgang mit der Ausrüstung sind in anderen Fachunterlagen (Bedienungsunterlagen des Zivilschutzes und der Hersteller) aufgeführt.

Grundsätzlich gelten immer die Sicherheits- und Bedienungsvorschriften der Hersteller!

Die Ausrüstung sollte aufgrund der Leistungsaufträge und der zu erwartenden Einsatzsituationen ausgewählt werden. Wichtig ist dabei die Miliztauglichkeit. Der Umfang und die Komplexität der Ausrüstung sollten so klein wie möglich gehalten werden.

Grundsatz für die Ausrüstung:

wenig
einfach
sicher
multifunktional

Mehr Material bedeutet nicht automatisch mehr Sicherheit und Flexibilität. Jedes zusätzliche Gerät muss ausgebildet werden und kann, auch wenn es noch so einfach erscheint, falsch angewendet werden. Dadurch können zusätzliche Risiken entstehen.

Ein einfaches, multifunktionelles Sortiment für die Absturzsicherung ist der sogenannte «Gerätesatz Absturzsicherung».

Er wurde speziell für die Einsatzformationen des Bevölkerungsschutzes zusammengestellt und wird von verschiedenen Firmen angeboten.

Die Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz darf nur für Personen und nie für andere Zwecke (z. B. Heben von Lasten) verwendet werden!

Viele Ausrüstungsgegenstände aus dem Sportbereich (z. B. Bergsport) sind in der Arbeitssicherheit nicht zugelassen!



Abb. 6: Gerätesatz Absturzsicherung (Petzl)

Übersicht EN-Normen

Die auf dem Markt angebotene Ausrüstung für die Absturzsicherung muss in der Schweiz den EN-Normen entsprechen. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Normen aufgeführt.

Wichtig: Die auf den Produkten angegebenen Lasten (in N oder kN) sind, im Gegensatz zu Hebezeugen, keine zulässigen Gebrauchslasten (WLL), sondern **Mindestbruchlasten** (MBL). Die Produkte dürfen **nie** bis zur Mindestbruchlast belastet werden!

Zusammenstellung wichtiger EN-Normen für die Absturzsicherung

Helm mit Kinnband	EN 397 + EN 12492
Haltegurte und Verbindungsmittel für Haltegurte	EN 358
Sitzgurte	EN 813
Auffanggurte	EN 361
Verbindungsmittel	EN 354, EN 358, EN 566
Verbindungselemente (Karabinerhaken)	EN 362, EN 12275
Dynamikseil	EN 892
Halbstatikseil mit geringer Dehnung	EN 1891
Anschlageinrichtungen	EN 795
Mitlaufendes Auffanggerät	EN 353-2
Falldämpfer	EN 355
Höhensicherungsgerät	EN 360
Persönliche Absturzschutzsysteme (Komplettsysteme)	EN 363
Rettungshubgeräte	EN 1496
Abseilgeräte (für die Rettung)	EN 341

Tab. 2: Zusammenstellung wichtiger EN-Normen für die Absturzsicherung

Helme

In der Absturzsicherung muss immer ein Helm mit einem **Kinnband** getragen werden. Je nach Einsatzspektrum kommen unterschiedliche Helme in Frage.

Aus Sicht der Absturzsicherung betrachtet, eignet sich der Bergsteigerhelm besonders gut. Letztlich muss aber die Gefährdungsermittlung des ganzen Einsatzbereiches einer Zivilschutzorganisation entscheiden, welcher Helm am besten geeignet ist.

	Bergsteigerhelm	Industrieschutzhelm	Hochleistungs- Industrieschutzhelm
Norm	EN 12492	EN 397	EN 14052
Kinnband- festigkeit	< 50 dN	15 bis 25 dN	15 bis 25 dN
Eigenschaften	Schützt gegen vertikale und horizontale Stösse Bleibt während des Sturzes fest auf dem Kopf	Schützt nur gegen vertikale Stösse Verhindert Strangulation	Schützt gegen vertikale und horizontale Stösse Verhindert Strangulation

Tab. 3: Geeignete Helme für die Absturzsicherung

Personengurte

Übersicht



Haltegurt EN 358



Sitzgurt EN 358 + EN 813



Auffanggurt EN 361



Auffang-, Halte- und Sitzgurt
EN 358 + EN 361 + EN 813

Abb. 7: Übersicht Personengurte

Einsatzbereiche

Mit einem kombinierten Auffang-, Halte- und Sitzgurt können alle im Zivilschutz erdenklichen Einsätze abgedeckt werden (Absturzsicherung inkl. Leitungsbau und seilunterstützte Rettung).

Aus Sicherheitsgründen (Fehlertoleranz) nur Auffanggurte oder kombinierte Auffanggurte verwenden!

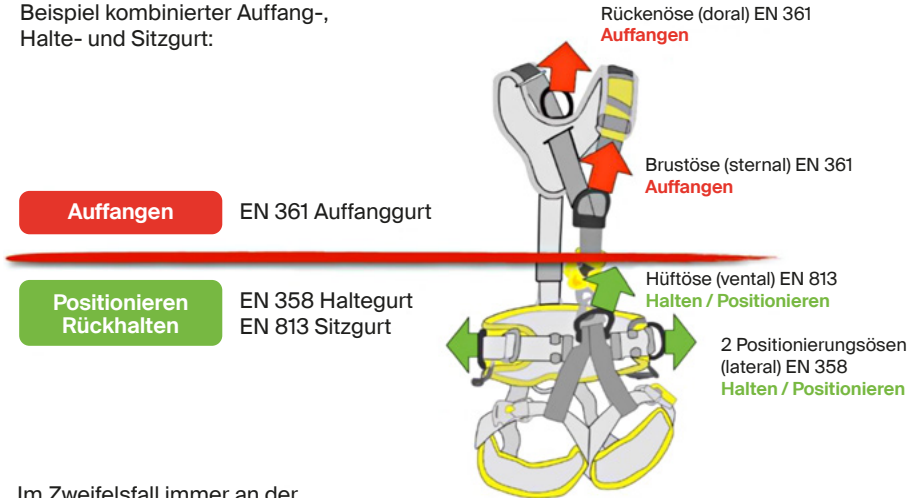
Die Brust- und Rückenbindung direkt mit dem Seil darf nur in absoluten Not- und Ausnahmesituationen und nach Abwägung aller Auswirkungen verwendet werden. Sie darf nie in Auffangsystemen eingesetzt werden!

EN-Norm des Gurtes	Absturzsicherung				Einsatz am Seil hängend	
	Rückhalten	Positionieren	Auffangen	Improvisierte Rettung	Organisierte Rettung	Hängendes Arbeiten
EN 358	✓	✓				
EN 361	✓	(✓)	✓	✓		
EN 358 EN 361	✓	✓	✓	✓		
EN 358 EN 813	✓	✓		✓		(✓)
EN 358 EN 361 EN 813	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tab. 4: Einsatzbereiche Gurten

Anschlagpunkte am Personengurt

Beispiel kombinierter Auffang-,
 Halte- und Sitzgurt:



Im Zweifelsfall immer an der
Brustöse EN 361 einhängen!

Abb. 8: Anschlagpunkte am Personengurt (Gantner / Merkt)

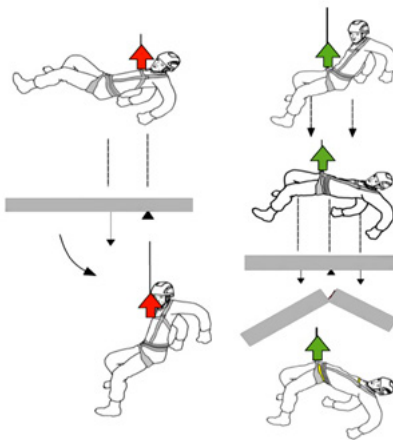


Abb. 9: Unterschiede beim Sturz
 in eine Auffangöse oder in eine Hüftöse
 (ventrale Halteöse) (Petzl)

Bei Auffangsystemen darf das Verbindungsmittel nur in eine Auffangöse (meist mit einem A bezeichnet) eingehängt werden. Dies garantiert bei einem Sturz eine optimale Übertragung der Kräfte auf den Körper und eine aufrechte, sitzende Position beim anschliessenden Hängen. Beim Sturz in eine Hüftöse (ventrale Halteöse) besteht die Gefahr von Schäden an der Wirbelsäule.

Hüftöse oder seitliche Positionierungsösen nie als Auffangösen verwenden!

Auf dem Markt gibt es Kombigurte, welche anstelle einer ventralen Hüftöse (EN 813) über eine sogenannte «Steigschutzöse» (EN 353-1) verfügen. Diese ist für das vertikale Fortbewegen an einem schienen- oder drahtseilgeführten System konzipiert. Bei einem Sturz reisst ein Band auf und verschiebt die Öse auf Brusthöhe. Solche Ösen dürfen in der Regel nicht zum Positionieren oder zum freihängenden Arbeiten verwendet werden.

Anziehen des Personengurtes

Wichtigste Punkte:

- Taschen leeren (Verletzungsgefahr).
- Gurte / Schnallen lösen und Gurt anziehen.
- Auf richtige Position der Gurte und Anschlagpunkte achten:
 - Brust-Auffangöse auf Brusthöhe
 - Rücken-Auffangöse zwischen den Schulterblättern
 - Hüftgurt über dem Becken
- Schnallen schliessen
- Gurte fest, aber nicht zu fest anziehen. Die flache Hand muss noch zwischen Gurt und Körper geschoben werden können.
- Kontrolle (Partnercheck nach GKKG.COM, vgl. Seite 49).

Seile

Allgemeine Grundsätze

- Seile gehören zu den Verbindungsmitteln.
- Nur Seile verwenden, welche für die Absturzsicherung und das verwendete Sicherungssystem zugelassen sind.
- Für die Absturzsicherung eignen sich Seile mit einer Länge von 50 bis 60 Metern. Bei kürzeren Seilen ist es oft nicht möglich, die improvisierte Rettung direkt in das Sicherungssystem zu integrieren.
- Nur Seile mit einem Durchmesser von mindestens **10,5 mm** verwenden. Dünnere Seile (z. B. aus dem Bergsport) sind zu wenig robust.
- Seil grundsätzlich immer **direkt** mit einem Achterknoten und nicht mit einem Karabinerhaken mit dem Personengurt verbinden (besonders wichtig bei Auffangsystemen). Karabinerhaken können fehlbelastet werden und brechen. Ausnahmen:
 - Der Karabinerhaken ist fest mit dem Seil verbunden und vom Hersteller für das Einhängen in den Personengurt vorgesehen
 - Der Karabinerhaken ist fester Bestandteil des Personengurtes

- Werden trotzdem Karabinerhaken verwendet, nur Stahlkarabinerhaken oder redundant zwei Alukarabinerhaken verwenden.
- Jedes Seilende muss **gesichert** sein (mit Achterknoten oder an einem Fixpunkt angeschlagen).
- Nach einem harten Sturz muss das Seil **ausgesondert** werden.

Seile für die Personensicherung

Dynamikseil EN 892:

- Kernmantelseil.
- Verhält sich bei einem Sturz dynamisch und begrenzt den Fangstoss auf einen definierten Wert. Kombiniert mit einer dynamischen Sicherung (Halbmastwurfsicherung HMS oder geeignetes Sicherungsgerät) kann der Fangstoss so auf weniger als 6 kN begrenzt werden.

	Absturzsicherung				Einsatz am Seil hängend	
EN-Norm des Seils	Rückhalten	Positionieren	Auffangen	Improvisierte Rettung	Organisierte Rettung	Hängendes Arbeiten
Dynamik- seil EN 892 	✓	(✓)	✓	✓		
Halb- statikseil EN 1891A 	✓	✓		✓	✓	✓
Multi- normseil EN 1891A EN 892 	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tab. 5: Einsatzbereiche Seile

- Muss **immer** verwendet werden, wenn ein Sturz ins Seil nicht ausgeschlossen werden kann.
Ausnahmen:
 - Bei Geländerseilen
 - Wenn der Hersteller von Auffangsystemen ein anderes Seil vorschreibt

Halbstatikseil EN 1891 A:

- Kernmantelseil.
- Verhält sich bei normaler Belastung statisch.
- Bis zu einem maximalen Sturzfaktor von 0,3 wird der Fangstoss bei einem Sturz auf 6 kN begrenzt.
- Nur für straffes Rückhalten oder Positionieren geeignet.
- Darf **nicht** für das Auffangen eines Sturzes verwendet werden.
Ausnahmen:
 - Beim Einsatz als Geländerseil
 - Wenn der Hersteller von Auffangsystemen ein Halbstatikseil vorschreibt
 - Wenn das Seil direkt in der Falllinie über der Person angeschlagen ist und so straff gehalten wird, dass bei einem Sturz keine Fallenergie entstehen und die Person sofort gestoppt werden kann

Multinormseil EN 1891 A + EN 892:

- Kernmantelseil.
- Verhält sich bei normaler Belastung wie ein Halbstatikseil.
- Verhält sich bei Überlast wie ein Dynamikseil.
- Nach einem harten Sturz gehen die halbstatischen Eigenschaften verloren.
- Kann für alle Sicherungssysteme der Absturzsicherung verwendet werden. Ausnahme:
Wenn der Hersteller eines Sicherungssystems ein anderes Seil vorschreibt.

Ohne Kennzeichnung ist nicht ersichtlich, um welche Art Seil es sich handelt. Nur aufgrund der Seilfarbe oder der Seilmusterung kann nicht oder nur bedingt auf die Art des Seils geschlossen werden!

Multinormseile sind fehlertolerant und damit besonders miliztauglich. Es besteht keine Verwechslungsgefahr. Bei Überlast verhalten sie sich immer dynamisch und begrenzen auch bei einem nicht geplanten Sturz den Fangstoss. Sie können zudem für praktisch alle Anwendungen im Zivilschutz eingesetzt werden.

Werden im Einsatz unterschiedliche Arten von Seilen mitgeführt, besteht bei einer Verwechslung die Gefahr von gefährlichen Fehlanwendungen!

Karabinerhaken

Allgemeine Grundsätze

- Karabinerhaken sind Verbindungselemente und müssen der Norm EN 362 entsprechen.
- Nur Karabinerhaken mit automatischer **Dreifach-Sicherung** (triact-lock) verwenden. Alle anderen Verschlussicherungen sind fehleranfällig.
- Karabinerhaken dürfen nur in der dafür vorgesehenen Achse belastet werden. Gefährliche Fehlbelastungen müssen vermieden werden (siehe Abb.10).
- An allen zentralen Anschlagpunkten wenn möglich nur Stahlkarabinerhaken verwenden. Sie sind robuster und bei Biegebelastungen weniger anfällig als Alukarabinerhaken. Diese können ohne Vorwarnung brechen.

Achtung: Bei Verschmutzung der Verschlusshülse (Sand, Erde) kann auch der automatische Verschluss einer Dreifach-Sicherung ausfallen!

Für die Halbmastwurfsicherung nur birnenförmige HMS-Karabinerhaken verwenden!

				
Typ	oval	birnenförmig	trapezförmig	grosse Öffnung
(Haupt-)anwendung	universal	HMS-Sicherung	Geräte fixieren	Gerüstrohre

Tab. 6: Einsatzbereiche Karabinerhaken



Abb.10: Fehlbelastungen bei Karabinerhaken (Petzi)

Bandfalldämpfer

- Bandfalldämpfer werden in Auffangsystemen als sturzdämpfende, dynamische Komponente in das Verbindungsmittel der Sicherungskette eingebaut.
- Durch Aufreißen der zusammengeführten Bänder wird die Sturzenergie abgebaut und der Fangstoß auf maximal 6 kN begrenzt.
- Die maximal zulässige Länge des Verbindungsmittels beträgt in der Regel 200 cm.
- Der maximal zulässige Sturzfaktor beträgt 2 (Berechnung siehe Seite 30). Die Hersteller empfehlen allerdings, einen Sturzfaktor von 1 nicht zu überschreiten.
- Falldämpfer sind **nicht** für das Positionieren zugelassen.

Zusätzliche Informationen zum Bandfalldämpfer sind auf Seite 70 «Selbstsicherung Y-Bandfalldämpfer» aufgeführt.

Weitere Ausrüstung für die Absturzsicherung

Weitere, wichtige Ausrüstungsgegenstände oder -systeme für die Absturzsicherung werden in diesem Kapitel nur kurz behandelt. Detailliertere Informationen sind, soweit nötig, in den nachfolgenden Kapiteln enthalten.



Abb. 11: Bandfalldämpfer nach EN 355 (Petzl)

Sicherheitsrelevante Ausrüstung



Band-, Seil- und Drahtseilschlingen
als Verbindungs- oder Verankerungsmittel



Höhsicherungsgeräte als Auffangsystem



Einstellbare Verbindungsmittel zum
Positionieren oder Rückhalten



Verankerungsmaterial für Beton
und Fels



Mitlaufende Auffanggeräte



Rettungsgeräte inkl. Teleskopstange für die
improvisierte Rettung



Sicherungsgeräte zum Sichern und für die
improvisierte Rettung

Abb. 12: Sicherheitsrelevante Ausrüstung

Hilfsmaterial



Seilwurfausrüstung für den Seileinbau
von unten



Kantenschutzmaterial für den Schutz
von Seilen und Schlingen



Reepschnurschlinge als Trittschlinge
zur Verhinderung eines Hängetraumas

Abb.13: Hilfsmaterial

Sturzphysik

Sturzfaktor

Der Sturzfaktor ist ein Vergleich zwischen der Sturzenergie und der Elastizität des Verbindungsmittels. Jedes Verbindungsmittel verhält sich bei Belastung mehr oder weniger elastisch (vergleichbar mit einer Feder).

- Bei gleicher Sturzhöhe dehnt sich ein langes Seil mehr als ein kurzes. Damit wird der Bremsweg länger und die Krafteinwirkung auf die Person kleiner.
- Bei gleich langem Seil wird die Krafteinwirkung mit zunehmender Sturzhöhe grösser.

Auffangsysteme sollten immer so eingerichtet und bedient werden, dass der Sturzfaktor nie grösser als 1 ist!

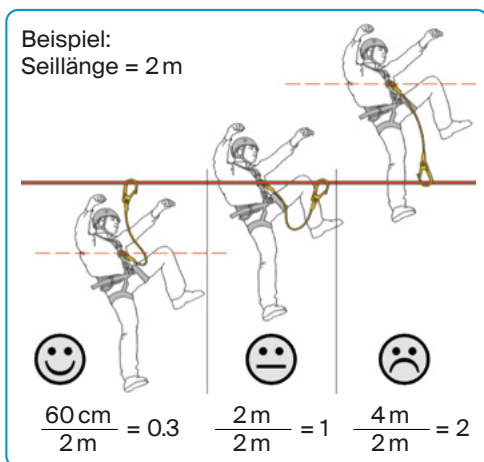


Abb. 14: Definition Sturzfaktor (BABS)

$$\text{Sturzfaktor} = \frac{\text{Sturzhöhe}}{\text{Seillänge}}$$

Je grösser der Sturzfaktor,
desto härter der Sturz

Ein Sturzfaktor > 0,3
gilt als «**harter**» Sturz

Fangstoss

Der Fangstoss ist die auf eine Person und auf die Sicherungskette einwirkende **Kraftspitze** beim Auf-
fangen eines Sturzes (maximale Bremskraft, «Ruck»). Er ist abhängig vom Gewicht der Person, von der Sturzhöhe, vom Sturfaktor und von der Elastizität aller Elemente der Sicherungskette.

In der Absturzsicherung darf die Fangstosskraft auf die gesicherte Person nie grösser als 6 kN sein!



Abb. 15: Fangstoss beim Auffangen eines Sturzes (BABS)

Fangstoss	Bedeutung
6 kN	Maximal zulässiger Fangstoss in der Absturzsicherung Maximal zulässiger Fangstoss für ein Halbstatikseil EN 1891 A bei einem Sturfaktor 0,3 ¹⁾
> 6 kN	Gefahr von gravierenden Verletzungen
≥ 15 kN	Tödlich!
12 kN	Maximal zulässiger Fangstoss für ein Dynamikseil EN 892 bei einem Sturfaktor ~2 (Sturz statisch, ohne zusätzlich dämpfende Elemente) ¹⁾

1) grobe Zusammenfassung, die genauen Prüfkriterien sind der Fachliteratur zu entnehmen.

Tab. 7: Charakteristische Fangstosskräfte

Mögliche Lösungen, um in einem Auffangsystem den maximal zulässigen Fangstoss von 6 kN einhalten zu können:

- Keine Sturzenergie aufbauen – Sturz sofort stoppen

Beispiele: Seil von oben straff nachführen (mit HMS oder Sicherungsgerät),
Anschlagpunkt lotrecht über der Person;
Höhensicherungsgerät

- Sturz mit dynamisch wirkenden Komponenten kontrolliert abbremsen

Beispiele: Dynamikseil kombiniert mit einer dynamischen Sicherung (HMS oder Sicherungsgerät); Mitlaufendes Auffanggerät kombiniert mit einem dafür zugelassenen Seil; Bandfalldämpfer; Dynamische Komponenten in Verankerungen oder Personengurten

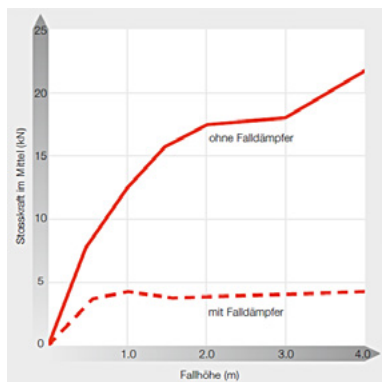


Abb.16: Fangstoss in Abhängigkeit der Fallhöhe (Versuche Suva)

Sturzraum

In einem Auffangsystem muss ein Sturz vor dem Anprallen auf den Boden oder auf einen Gegenstand rechtzeitig aufgefangen und gleichzeitig der maximale Fangstoss auf 6 kN begrenzen werden. Dafür ist immer ein genügend hoher, freier Sturzraum erforderlich.

Je nach verwendetem Auffangsystem kann der erforderliche, freie Sturzraum unterschiedlich sein.

Beim Einsatz von Auffangsystemen muss der freie Sturzraum bekannt sein und eingehalten werden!

Die erforderliche freie Höhe des Sturzraumes setzt sich wie folgt zusammen:

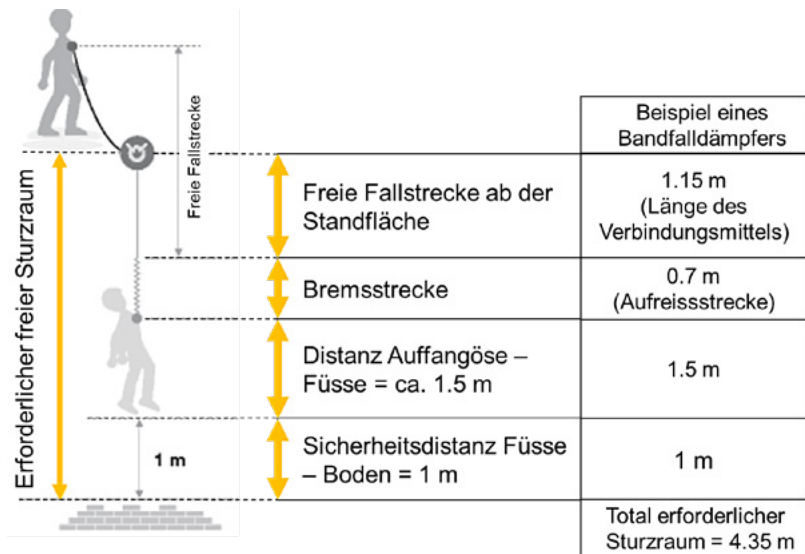


Abb.17: Berechnungsbeispiel des erforderlichen, freien Sturzraumes

Gefahr Hängetrauma



Abb.18: Regungsloses Hängen
im Auffanggurt (Petzl)

Massnahmen

Präventiv:

- Das Verbindungsmittel wenn immer möglich an der Brust-Auffangöse einhängen, nicht an der Rücken-Auffangöse.
- Am Auffanggurt immer eine genügend lange Trittschlinge aus Reepschnur oder Bandmaterial mitführen.
- Selbstentlastung im Rahmen der Ausbildung praktisch üben.
- «Rig for Rescue», improvisiertes Rettungssystem bereits in das Sicherungssystem integrieren.
- Improvisierte Rettung und Notfallkonzept vorbereiten.

Beschreibung

- Das Hängetrauma ist eine potenziell **tödliche** Gefahr!
- Tritt bei längerem, passivem Hängen im Auffanggurt ein.
- Besonders betroffen sind verletzte oder bewusstlose, bewegungsunfähige Personen.
- Durch Einschnüren der Gurte wird der Blutrücklauf aus den Beinen behindert. Das Blut sackt in die Beine ab.
- Die Folgen können Blutmangel, Kreislaufschock, Bewusstlosigkeit und letztlich ein Kreislaufversagen sein.
- Kann bereits nach **10–20 Minuten zum Tod** führen!

Nach einem Sturz:

- Sich bewegen, Beine abwechselnd entlasten, wenn möglich auf Strukturen stehen.
- Trittschlinge am Verbindungsmittel oder mit Klemmknoten direkt am Seil befestigen und abwechselnd Beine entlasten.
- Gestürzte Person so schnell wie möglich retten, am einfachsten durch Ablassen auf sicheren Untergrund. Funktioniert das nicht sofort, immer zuerst alarmieren und professionelle Rettung anfordern (Höhenretter, REGA).
- Nach der Rettung erste Hilfe leisten. Gurte lockern und Person in sitzender Position lagern (keine Schocklagerung!).
- Person überwachen und immer durch einen Arzt untersuchen lassen.

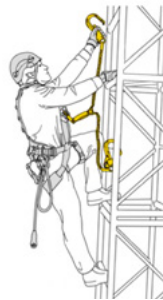


Abb.19: Entlasten der Beine mit einer Trittschlinge (Petzl)

Grundprinzip der Redundanz in der Absturzsicherung

In der Absturzsicherung muss die gesicherte Person immer mit **zwei unabhängigen** «Elementen» gesichert sein. Sie ist jederzeit «gehfähig» und kann sich ohne Seilunterstützung fortbewegen.

Fall A



1. Element

Füsse und Hände (Gehen, Klettern)

2. Element

Auffangsystem (Y-Bandfalldämpfer) – kommt erst zum Tragen, wenn die Person den Halt verliert und stürzt

Fall B



1. Element

Positionierungsmittel und Füsse (Körper wird durch Hineinlehnen in das Positionierungsmittel stabilisiert, so dass die Hände zum Arbeiten frei sind)

2. Element

Auffangsystem (Y-Bandfalldämpfer) – kommt erst zum Tragen, wenn das Positionierungsmittel ausfällt und die Person stürzt

Abb.20: Redundanz in der Absturzsicherung (Petzl)

Grundsysteme der Absturzsicherung

Rückhaltesysteme

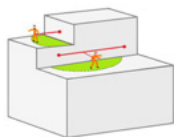


Abb. 21: Rückhaltesystem (Petzl)

Durch straffes Zurückhalten mit einem Verbindungsmittel wird ein Absturz, auch bei einem Stolpern, ausgeschlossen!

- Kein freier Fall oder Abgleiten möglich.
- Kein Aufbau von Sturzenergie möglich.
- Kein freies Hängen im Personengurt möglich.

Grenzen beim Rückhalten:



Absturz
ausgeschlossen –
Rückhaltesystem
in Ordnung



Absturz möglich –
Auffangsystem
erforderlich!

Abb. 22: Grenzen beim Rückhalten

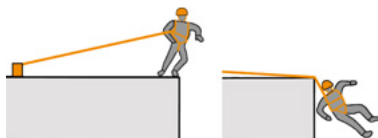


Abb. 23: Grenzen beim Rückhalten (Petzl)

Beim Einsatz auf Bauwerken ist die Absturzkante meist klar erkennbar. Dort kann die Grenze zwischen «Rückhaltezone» und «Sturzzone» genau definiert und markiert werden. Beim Einsatz im natürlichen Gelände (z. B. an steilen, kuppigen Hängen) ist der Übergang meist fließend und kann innerhalb weniger Meter ändern. Eine genaue Abgrenzung der Zonen ist oft schwierig.

Aufgrund der Sicherheit und Fehlertoleranz auch beim Rückhalten immer nur Systeme einsetzen, welche auch für das Auffangen eines Sturzes zulässig sind.

Positionierungssysteme

Stabilisieren des Körpers an der Arbeitsstelle, um Arme und Hände zum Arbeiten frei zu haben!

- Wird nur temporär an der Arbeitsstelle eingesetzt.
Die Person kann die Arbeitsstelle selbstständig ohne Seilunterstützung erreichen und verlassen.
- Die Person steht mit den Füßen immer auf einer stabilen Struktur (Absatz, Leitersprosse usw.) – kein freies Hängen.
- Ab 3 Metern Höhe ist zusätzlich ein Auffangsystem erforderlich.

Ausnahme: Im **Leitungs-Hochbau** mit einer **Leiter** ist auch beim Arbeiten auf einer Höhe von mehr als drei Metern **kein** zusätzliches Auffangsystem erforderlich (gemäss SUVA)! Es genügt das Positionieren am Mast mit einem Haltegurt und einem Positionierungsmittel nach EN 358. Dies ist eine Ausnahme im Sinne einer «Branchenlösung» im Freileitungsbau.

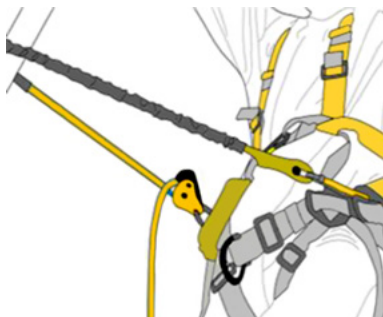


Abb. 24: Positionierungssystem (Petzl)

Auffangsysteme



Abb. 25: Auffangsystem (Petzl)

Auffangen einer stürzenden Person bevor sie irgendwo an- oder aufprallen kann!

- Ein Sturz mit Verletzungsgefahr ist möglich.
- Es sind zwingend ein Auffanggurt, ein zugelassenes, sturzdämpfendes Sicherungssystem und ein freier Sturzraum erforderlich.
- Es besteht die Gefahr eines Hängetraumas. Eine improvisierte Rettung muss innerhalb von **20 Minuten** mit eigenen, vor Ort verfügbaren Mitteln sichergestellt werden können.

Improvisierte Rettung

Allgemeines

Beim Einsatz von Auffangsystemen muss eine improvisierte Rettung vorgängig geplant und innert 20 Minuten mit eigenen, vor Ort verfügbaren Mitteln ausgeführt werden können. Kann dies nicht sichergestellt werden, darf der Einsatz **nicht** in dieser Form durchgeführt werden!

Eine Rettung ist immer nötig, wenn die gestürzte Person so verletzt oder blockiert ist (z. B. freies Hängen in der Luft), dass sie sich nicht mehr aus eigener Kraft befreien und die Absturzzone selbständig verlassen kann.

Im Gegensatz zur organisierten Rettung oder zum Arbeiten am hängenden Seil darf für die **improvisierte** Rettung nur mit **einem** Seil gearbeitet werden. Es geht um die rasche Kameradenrettung mit möglichst einfachen, miliztauglichen Techniken. Falls es die Situation erlaubt, ist eine zusätzliche, redundante Sicherung aber immer besser.

Die improvisierte Rettung ist ein **zwingender** Bestandteil der Ausbildung in der Absturzsicherung!

Notfallschema

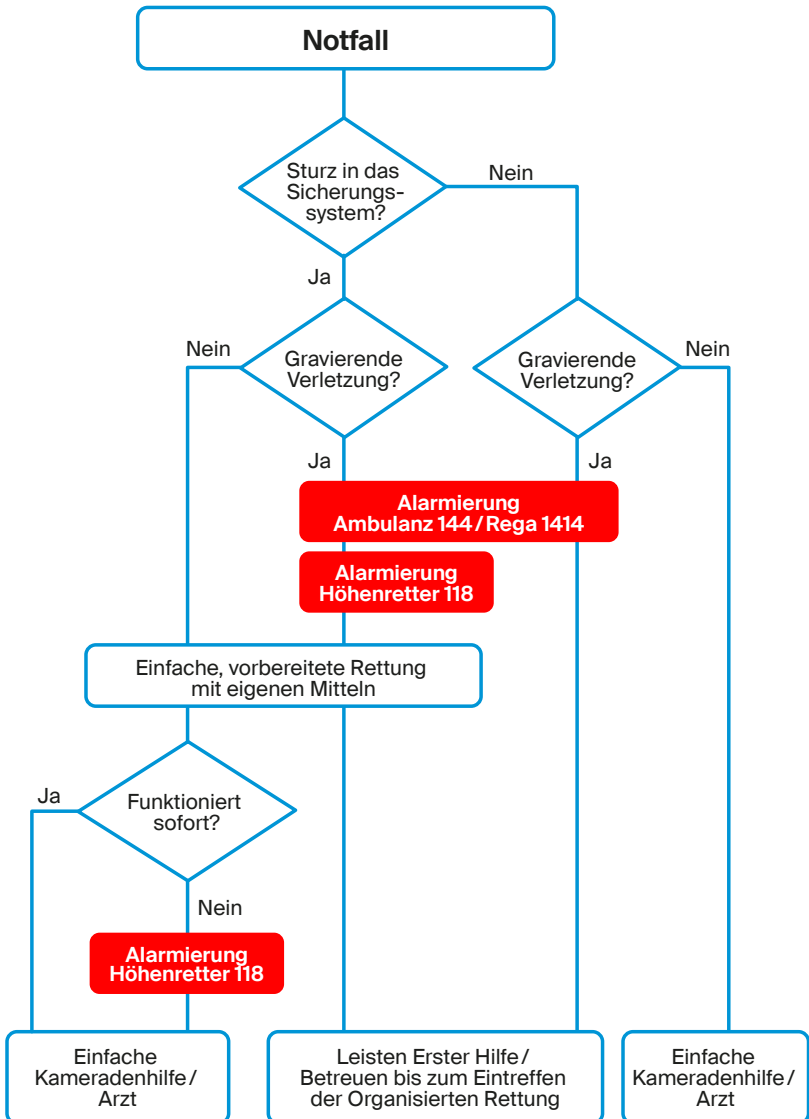


Abb.26: Beispiel eines Notfallschemas für die Absturzsicherung (BABS)

Einfache Rettungsmethoden

Definition «Einfache Rettung»

Die gestürzte Person kann von einem gut zugänglichen, sicheren Standort aus durch die Helfer mit einer einfachen Methode gerettet werden. Es muss sich **kein Retter** zur Person abseilen oder zu ihr hochklettern.

Voraussetzungen bei einer aktionsfähigen Person:

- Die Person kann ein heruntergelassenes Rettungsseil selber in den Auffanggurt einhängen.
- Sie muss ein allfälliges Verbindungsmittel an ihren Standort selber lösen können.
- Sie muss durch ihre Helfer an einen sicheren Standort ab- oder aufgeseilt werden können, ohne dass sie sich dabei verletzen kann. Sie muss auch schräge oder flache Passagen selber bewältigen können.

Voraussetzungen bei einer nicht mehr aktionsfähigen Person:

- Die Person ist an ihrem Standort nicht mit einem Verbindungsmittel blockiert.
- Das Rettungssystem ist bereits im Absturzsicherungssystem integriert (Rig for Rescue) oder die Helfer können ein Rettungsseil von einem sicheren Standort aus in den Auffanggurt einhängen (z. B. mit einer Teleskopstange).
- Die Person muss durch die Helfer an einen sicheren Standort ab- oder aufgeseilt werden können, ohne dass sie sich dabei verletzen kann oder beim Abseilen auf einem Zwischenabsatz liegen bleibt.

Rettungsmethode «Rig for Rescue»

Das Rettungssystem ist bereits im Absturzsicherungssystem integriert. Es ist keine zusätzliche Ausrüstung oder Installation erforderlich. **Einfachste, schnellste und sicherste** Rettungsmethode!

Beispiele:

Sicherung an einem Seil

- Das Seil für die Absturzsicherung wird am Anschlagpunkt mit einer **lösbaren** Verankerung (Halbmastwurf mit Blockierungsknoten oder geeignetes Sicherungsgerät) fixiert.
- Dabei wird eine genügend lange **Seilreserve** zurückbehalten.
- Im Notfall kann die Verankerung unter Last gelöst und die Person bis auf den sicheren Untergrund abgeseilt werden.

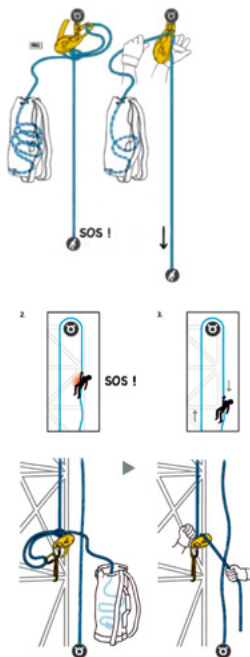


Abb.27: Rig for Rescue (Petzl)

Funktioniert von oben oder, über einen Umlenkpunkt, von unten.

Sicherung an einem Höhengsicherungsgerät mit Rettungsfunktion

- Bei einem Sturz blockiert das Höhengsicherungsgerät sofort (Prinzip «Autogurt») oder senkt die Person kontrolliert ab.

Durch Drehen an der Rettungskurbel kann die Person von oben ab- oder aufgeseilt werden.



Abb.28: Rettung mit einem Höhengsicherungsgerät (BABS)

*Rettungsmethode mit einer
zusätzlichen Rettungsausrüstung*



Abb. 29: Improvisierte Rettung mit einer Rettungsausrüstung

Als Rettungsausrüstung können z. B. ein improvisierter (zweites Seil) oder kommerzieller Flaschenzug, ein spezielles Rettungsgerät oder ein zertifizierter Seilzugapparat verwendet werden.

Die Rettungsausrüstung muss immer in einem separaten Sack (**Rettungssack rot**) mitgeführt und darf nicht für andere Zwecke eingesetzt werden. Eine Teleskopstange kann in der Regel nur bis zu einer Distanz von ca. 5 Metern eingesetzt werden.

Vorgehen:

1. Das Rettungssystem wird oben an einer Verankerung anschlagen.
2. Das Rettungsseil wird zur Person hinunterlassen bzw. mit einer Teleskopstange hinuntergereicht.
3. Die Person klinkt das Rettungsseil in ihren Auffanggurt bzw. es wird von oben mit der Teleskopstange eingehängt.
4. Die Person wird soweit hochgezogen, dass sie allfällige Verbindungsmittel aushängen kann.
5. Die Person wird mit dem Rettungssystem an einen sicheren Standort abgelassen oder hochgezogen.

Die Rettung mit einer Rettungsausrüstung erfordert zusätzliche Ausrüstung und mehr Ausbildungszeit. Sie ist für den Zivilschutz als Milizorganisation mit seinen kurzen Ausbildungszeiten daher nur bedingt geeignet.

Kann eine gestürzte Person nicht sofort mit einer einfachen Rettungsmethode gerettet werden, immer zuerst professionelle Hilfe anfordern!

Komplexe Rettungsmethoden

Unter komplexe Rettungen fallen:

- Rettungen, bei welchen die Person derart verletzt oder an ihrem Standort blockiert ist, dass ein Retter zu ihr abseilen oder hochklettern, die Person sichern und deblockieren und anschliessend bei der Rettung aktiv begleiten muss.
- Selbstrettung durch aktives Abseilen oder Hochsteigen am Seil.

Komplexe Rettungen stellen sehr hohe Anforderungen an die Retter. Sie fallen in die Bereiche «Arbeiten am hängenden Seil»/«Organisierte Rettung» und erfordern eine zertifizierte Ausbildung. Was passiert, wenn der Retter auch noch verunfallt oder im System blockiert ist? Aufgrund der Komplexität und des erhöhten Risikos sind solche Rettungen für die Absturzsicherung im Zivilschutz nicht geeignet.

**Komplexe Rettungsaktionen
nur mit professionellen Rettungs-
spezialisten durchführen!**

Sicherheitsregeln für den Einsatz

Gefahr von Materialbeschädigungen



Abb. 30: Gefahren von Materialschäden
(Gantner / Merkt)

Mechanische, thermische oder chemische Beschädigungen der Ausrüstung unbedingt verhindern. Besonders empfindlich sind textile Ausrüstungsgegenstände wie Seile, Bandschlingen, Gurte usw.

Mechanische Beschädigungen durch scharfe Kanten:

- Scharfkantenbelastung von textilen Verbindungsmitteln verhindern, Kantenschutz verwenden oder scharfkantengeprüfte Verbindungsmittel einsetzen.
- **Faustregel:** Als scharfe Kante gilt alles, was schärfer als die Rundung eines Karabinerhakens ist.
- Beim Arbeiten mit scharfen Geräten (Messer, Motorsäge, Trennschleifer usw.) in der Arbeitszone des Gerätes (Faustregel: Radius 2 Meter) immer ein Verbindungsmittel mit Durchtrennschutz verwenden (z. B. mit Drahtseilkern).

Achtung: Mit einer Motorsäge kann auch ein Drahtseil durchtrennt werden!

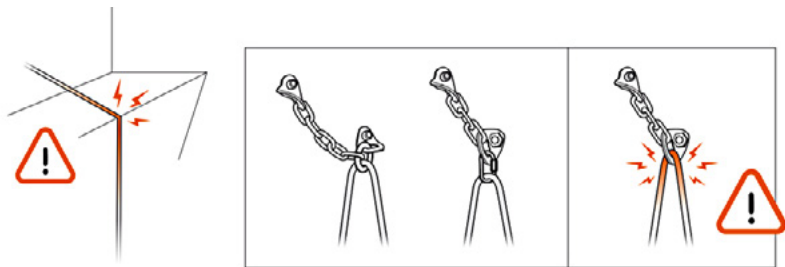


Abb. 31: Scharfkantenbelastung von Seilen (Petzl)

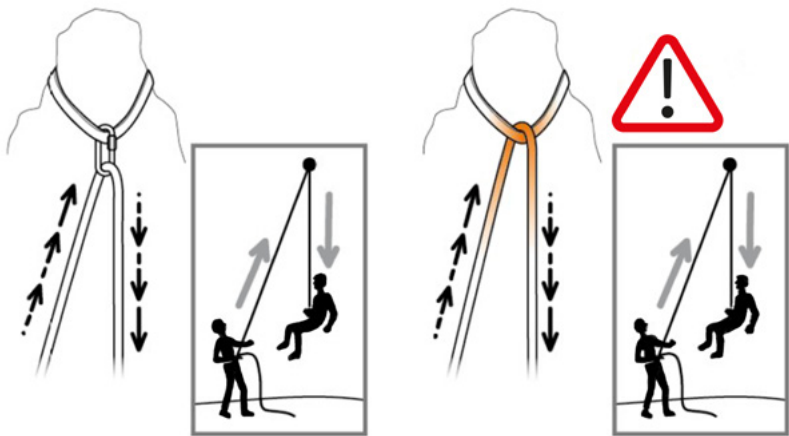


Abb.32: Schmelzverbrennung bei Seilen (Petzl)

Thermische Beschädigungen durch Schmelzverbrennung:

- Textile Fasern haben meist einen tiefen Schmelzpunkt.
- **Nie** ein Seil über ein stehendes, textiles Verbindungsmittel ziehen (z. B. anderes Seil oder Bandschlinge)! Für die Verbindung immer Karabinerhaken verwenden!

Chemische Beschädigungen:

- Chemische Beschädigungen von textilen Produkten durch Säuren, Laugen, Putzmittel usw. sind oft schlecht erkennbar und daher sehr heimtückisch.
- Eine besondere Gefahr stellt **Schwefelsäure** dar (aus Autobatterien in Fahrzeugen, Werkstätten usw.). Der Schaden ist **nicht erkennbar**, das textile Verbindungsmittel ist aber komplett **zerstört**.
- Bei Metallprodukten besteht die Gefahr von Schäden durch Korrosion.
- Ausrüstung immer geschützt lagern und transportieren. Seilenden **nicht** ungeschützt aus den Tragsäcken hängen lassen!
- Kontaminierte Produkte **sofort** aussondern.

Pendelsturz und Schlaffseil

Gefahr Pendelsturz

Faustregel für den zulässigen Arbeitsbereich an der Absturzkante (seitliche Abweichungen rechtwinklig zum Anschlagpunkt):
Maximaler Öffnungswinkel zum Anschlagpunkt $\leq 20^\circ$ (links 10° und rechts 10°), seitliche Abweichung an der Absturzkante aber nie mehr als je **1,5 Meter**.

Pendelstürze ausschliessen!

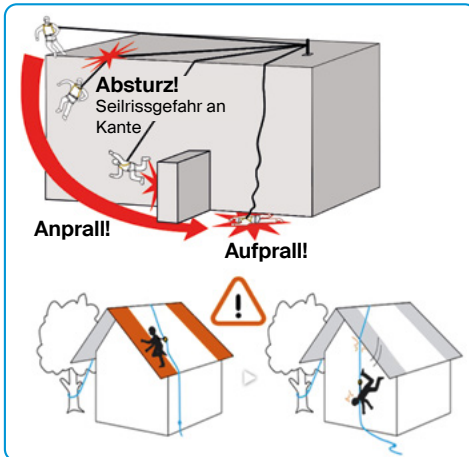


Abb. 33: Gefahr Pendelsturz (Petzl)

- Falls ausserhalb der zulässigen Zone gearbeitet werden muss, ist eine neue Verankerung zu erstellen oder mit einem Geländerseil zu arbeiten.

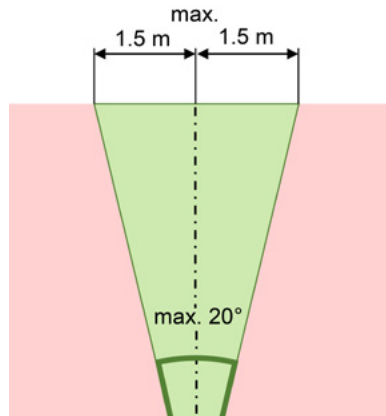


Abb. 34: Faustregel zulässige Arbeitszone an der Absturzkante (Grundriss) (BABS)

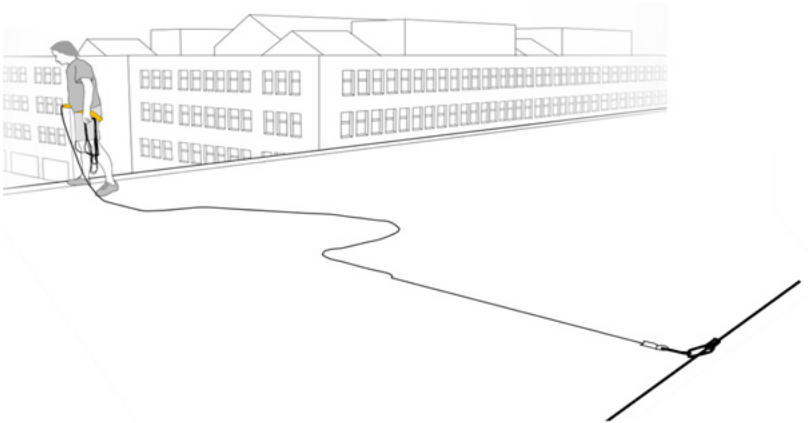


Abb. 35: Gefahr Schlaffseil (Petzl)

Gefahr Schlaffseil

- Schlaffseil erhöht das Absturzrisiko, die Sturzstrecke, das Verletzungsrisiko und den Fangstoss
- Seil immer straff nachführen – Schlaffseil unbedingt verhindern!

Verbindungsmittel



Abb. 36: Jedes Seilende muss gesichert sein (Petzl)

Jedes freie Seilende muss mit einem Knoten (Achterknoten) oder durch Anschlagen an einem Fixpunkt gegen das Durchrutschen gesichert sein.

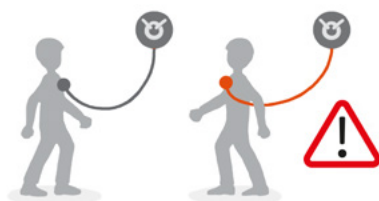


Abb. 37: Richtiger und falscher Verlauf des Verbindungsmittels am Körper (Petzl)

Verbindungsmittel **nie** unter der Achsel oder zwischen den Beinen durchführen. Bei einem Sturz besteht Verletzungsgefahr!

Fixpunktsicherung

Die Sicherung einer Person muss immer an einer Verankerung angeschlagen sein. Sie darf nie am Personengurt des Sicherungspartners angeschlagen werden!

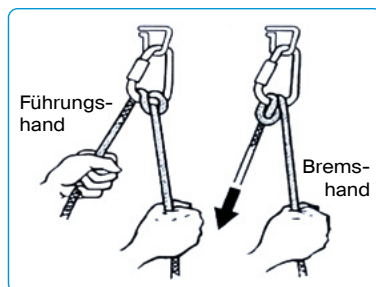


Abb. 38: Fixpunktsicherung mit der Halbmastwurfsicherung (Universität München)

Das Sicherungsseil muss immer mit beiden Händen bedient werden. Die Führungshand führt das Seil zum Partner. Sie dient als «Vorwarnsensor» im Falle eines Sturzes. Über die dynamische Sicherung (HMS, Sicherungsgerät) wird der Sturz mit der Brems-Hand gestoppt. Die Brems-Hand darf das Seil **nie** loslassen!

Sicherheitscheck

Vor jeder Inbetriebnahme eines Sicherungssystems muss die ganze Sicherungskette **immer** überprüft werden. Dieser Sicherheitscheck (auch als Partnercheck bezeichnet) geschieht nach dem Vier-Augen-Prinzip: die Teammitglieder kontrollieren sich gegenseitig.

G	Gurte	richtig verschlossen? richtige Anseilöse?
K	Knoten	genügend langes Seilende? sauberes Knotenbild? Seilenden gesichert?
K	Karabiner	Verschluss geschlossen und gesichert? keine Fehlbelastung?
G	Geräte	Verschluss geschlossen? Seil richtig eingelegt? Funktionskontrolle durchgeführt?
.COM	Kommunikation	Kommunikation sichergestellt?

Tab. 8: Sicherheitscheck

Knoten

Allgemeines

Knoten **reduzieren** die Festigkeit eines Seils um bis zu 50 Prozent! Bei Verbindungsmitteln aus Dyneema oder Aramid ist der Wert noch höher. Solche Verbindungsmittel dürfen nicht geknotet werden.

Knoten ziehen sich bei Sturzbelastung zusammen und das freie Seilende wird nachgezogen. Bei Knoten muss die Länge des freien Seilendes deshalb mindestens **10-mal den Seildurchmesser** betragen. **Faustregel:** zwei Handbreiten.

Immer auf ein sauberes Knotenbild achten: **«Nur ein schöner Knoten ist ein guter Knoten».**

Achterknoten

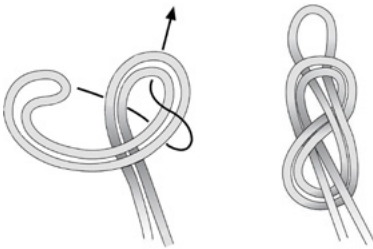
Zweck

- Anschlagen des Seils am Personengurt
- Anschlagen des Seils an einem Fixpunkt
- Anschlagpunkt für ein Sicherungsgerät
- Erstellen eines Fixpunktes im Seil
- Absichern von Seilenden

Besonderes

- Basisknoten für die Absturzsicherung
- Lässt sich auch nach Belastung relativ leicht öffnen
- Achtung: Bei Ringbelastung kann sich der Knoten überschlagen und öffnen!

Achterknoten gelegt:



Achterknoten gesteckt:

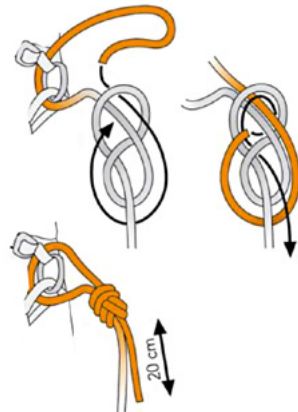
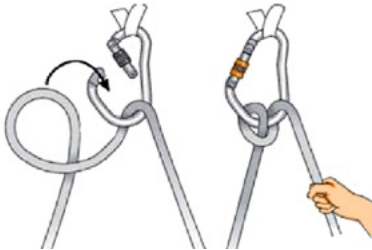


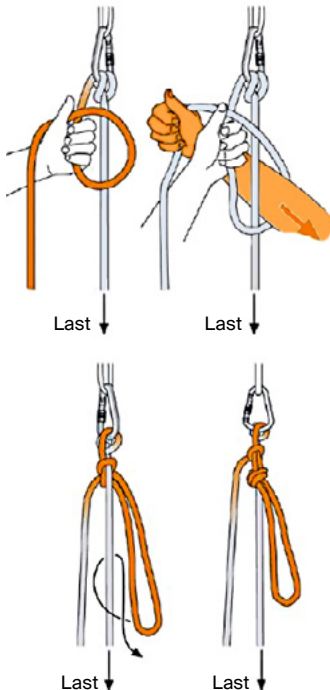
Abb. 39: Achterknoten (SAC)

Halbmastwurfsicherung (HMS) und Blockierungsknoten

Halbmastwurfsicherung:



Halbmastwurfsicherung mit Blockierungsknoten:



Zweck

- Rückhalten, Positionieren oder dynamisches Auffangen **einer** Person
- Abbremsen (passives Abseilen) **einer** Person in der improvisierten Rettung
- Mit Blockierungsknoten: fixieren einer gestürzten Person
- Mit Blockierungsknoten: erstellen einer lösbaren Verankerung

Besonderes

- Nur mit birnenförmigen HMS-Karabinerhaken
- Die HMS ist nicht selbstblockierend, das Bremsseil muss **permanent** mit mindestens einer Hand gesichert sein
- Bei ungeübten Personen das Bremsseil durch eine zweite Person rücksichern lassen
- HMS immer an einer Verankerung anschlagen
- Seil nie über die Verschlussicherung laufen lassen
- Beim Sichern **Handschuhe** tragen!
- Bremskraft: ca. 2,5 bis 3,5 kN

Nie das Bremsseil loslassen!

Abb. 40: HMS und Blockierungsknoten (SAC)

Mastwurf

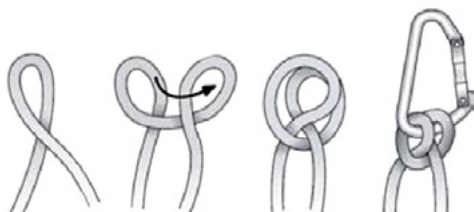


Abb. 41: Mastwurf (SAC)

Zweck

- Fixieren eines Seils oder einer Bandschlinge an einem Anschlagpunkt (Karabinerhaken, Struktur)

Besonderes

- In entlastetem Zustand verschiebbar
- Freies Seilende immer mit einem doppelten Spierenstich sichern

Doppelter Spierenstich

Zweck

- Verbinden von Seilen mit gleichem Durchmesser
- Absichern von Seilenden

Besonderes

- Auf sauberes Knotenbild achten

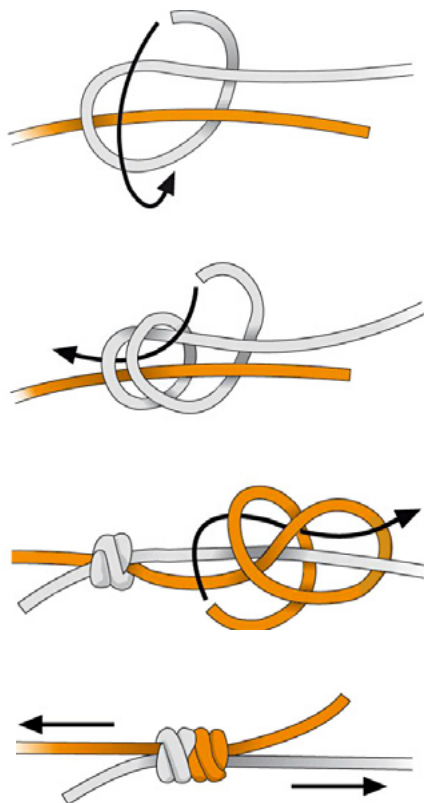


Abb. 42: Doppelter Spierenstich (SAC)

Kreuzklemmknoten

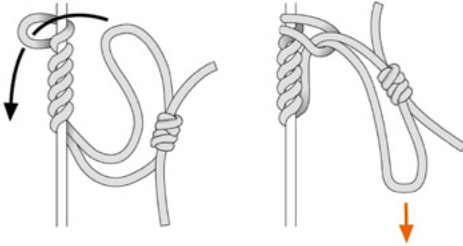


Abb. 43: Kreuzklemmknoten (SAC)

Zweck

- Befestigen der Trittschlinge am gespannten Seil zur Verhinderung eines Hängetraumas
- Verschiebbarer Fixpunkt auf einem Seil für einen Flaschenzug in der improvisierten Rettung

Besonderes

- Ist nur ein **Hilfsknoten** – darf **nie** als Anschlagpunkt für die Absturzsicherung verwendet werden!
- Kann unbelastet auf dem Seil verschoben werden
- Klemmt mit Reepschnur oder mit Bandschlingen
- Durchmesser Verhältnis Seil - Reepschnur von 2:1 einhalten
- Mindestens 3 bis 4 Umwicklungen
- Klemmt nur in eine Richtung

Verankerungen

Definition einer Verankerung (Anschlagsystem)

1. Anschlagpunkt

Hier wird das Verbindungselement des Sicherungssystems eingehängt.

2. Anschlageinrichtung

Zum Beispiel Band- oder Drahtseilschlinge.

3. Bauliche Einrichtung (Fixpunkt)

Zum Beispiel Baum, Stahl- oder Betonelement, Betondecke (alles, was nicht ohne Zerstörung entfernt werden kann). Gehört nicht zur EN-Norm! Für die Tragsicherheit ist alleine der **Inverkehrbringer verantwortlich!**

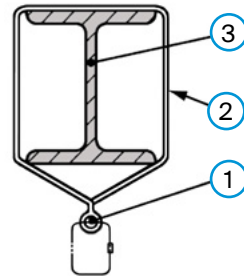


Abb. 44: Anschlagsystem gemäss EN 795 (EN-Normen)

Eine Verankerung im Sinne dieses Dokuments umfasst alle Elemente eines Anschlagsystems gemäss EN 795!

Erforderliche Mindestbruchlast am Anschlagpunkt

Selber erstellte Verankerungen

Erforderliche Mindestbruchlast

Absturzsicherung:

- max. Belastung $\leq 6 \text{ kN}$

Anschlagpunkt $\geq 12 \text{ kN}$

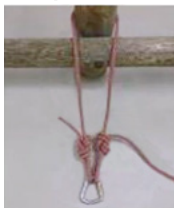
- max. Belastung $> 6 \text{ kN}$

Anschlagpunkt $> 22 \text{ kN}$



Die Festigkeit der Verankerung muss zwingend selber beurteilt werden können!

Beispiele



Verankerung um Mast



Betonanker



Verankerung am Dachfirst

Durch Dritte erstellte, genormte Verankerungen

Erforderliche Mindestbruchlast

Die Festigkeit wird durch Normen, Hersteller und Inverkehrbringer garantiert.

Es gelten die Vorschriften der Hersteller / Inverkehrbringer!



Der Zustand muss durch den Anwender nur visuell überprüft werden

Beispiele



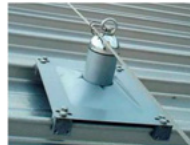
Betonanker



Dachhaken



Mobiles Dreibein



Lifeline

Abb. 45: Erforderliche Mindestbruchlast von Verankerungen (BABS)

Belastungskräfte von mehr als 6 kN können zum Beispiel bei Anschlagpunkten auftreten, an welchen ein Seil umgelenkt wird!

Die aufgeführten Mindestbruchlasten für Anschlagpunkte gelten nur für das Sichern einer einzelnen Person!

Faustregel: Sichern Sie sich nur dort, wo Sie auch Ihr Auto aufhängen würden!

Wahl der Verankerungspunkte

Verankerungspunkt wenn möglich immer oberhalb und in der Falllinie der gesicherten Person wählen!

Mögliche Verankerungspunkte an der Einsatzstelle:

- Strukturen: Bäume, Holz-, Stahl- oder Betonträger
- Betonanker 5 t Zivilschutz
- Betonanker nach EN 795 (immer **zwei** Punkte pro Verankerung)
- Dreibein EN 795 sowie weitere, mobile Anschlagmittel nach EN 795
- Titanverankerung Zivilschutz (Bodenanker)
- Gerüstrohre und zugelassene Gerüstbauteile (z. B. Lochscheiben)
- Weitere, genügend feste Hilfskonstruktionen

Anschlagen von Verbindungsmitteln

Anbringen von Schlingen

- Wenn möglich Anschlagvariante mit der höchsten Festigkeit wählen.
- Auf Kantenschutz achten!
- Im Zweifelsfall redundant zwei Schlingen einsetzen!

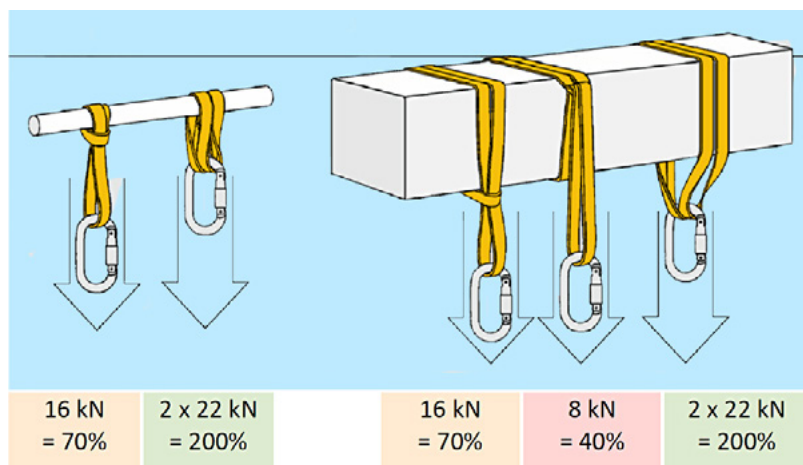


Abb. 46: Auswirkungen verschiedener Anschlagarten mit einer Bandschlinge EN 795 (MBL = 22 kN) auf die Endfestigkeit des Anschlagpunktes (Gantner/Merkt)

Ein-Punkt-Verankerung



Abb. 47: Ein-Punkt-Verankerung (schematisch) (BABS)

- Verankerung nur an einem **einzelnen** Fixpunkt.
- Beim Versagen des Fixpunktes gibt es **keine** Redundanz!

Ein-Punkt-Verankerungen müssen geprüft oder «bombenfest» sein (Bruchlast ist offensichtlich höher als die erforderliche Mindestbruchlast)!

- Im Zweifelsfall immer Mehr-Punkte-Verankerung wählen.

Beispiele Ein-Punkt-Verankerung:

Ein-Punkt-Verankerung mit einem Seil um einen Baum (Seil einfach oder doppelt gelegt, mit Achterknoten)

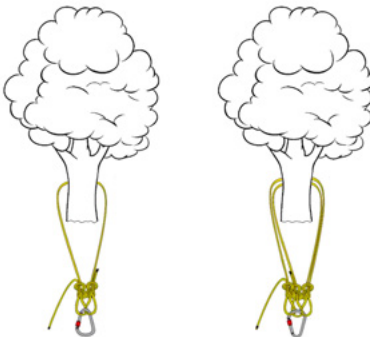


Abb.48: Ein-Punkt-Verankerung (SFV)

Ein-Punkt-Verankerung mit einer Bandschlinge 22 kN um einen Balken

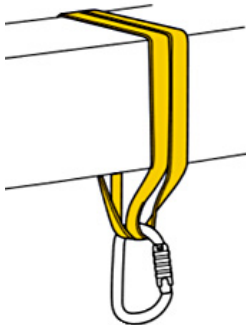


Abb.49: Verankerung mit Bandschlinge (Petzl)

Ein-Punkt-Verankerung an einem geprüften Betonanker

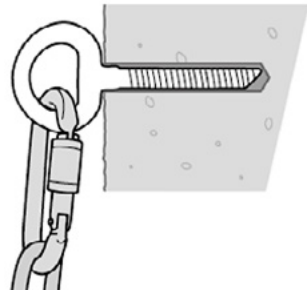


Abb.50: Klebeanker (Petzl)

Ein-Punkt-Verankerung an einem Gerüstrohr mit einem zugelassenen Gerüstrohrhaken



Achtung: Dafür nicht zugelassene Verbindungselemente können brechen!

Abb. 51: Sicherung am Gerüst (D-A-CH-S)

Mehr-Punkte-Verankerung

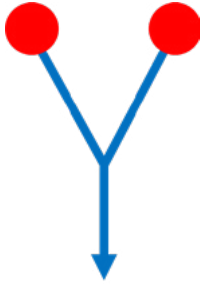


Abb. 52: Mehr-Punkte-Verankerung
(schematisch) (BABS)

Allgemeines

- Redundante Verankerungen an **zwei** oder mehreren, kraftschlüssig miteinander **verbundenen** Fixpunkten.
- Die Fixpunkte tragen **gemeinsam** die einwirkenden Kräfte. Beim Bruch eines Fixpunktes werden die Kräfte von den anderen Fixpunkten übernommen.
- Bei schwachen oder schlecht beurteilbaren Fixpunkten zwingend.
- Zwischen der Festigkeit der einzelnen Fixpunkte sollten keine allzu grossen Unterschiede bestehen.
- Der horizontale Abstand zwischen den einzelnen Fixpunkten sollte nie grösser als **2 Meter** sein (dynamische Seitwärtsbewegung beim Bruch eines Fixpunktes).
- Winkelverhältnisse beachten.

Mehr-Punkte-Verankerungen müssen immer so erstellt werden, dass bei einem Bruch eines Fixpunktes nicht die ganze Verankerung ausfällt!

Statische Mehr-Punkte-Verankerung

- Der Anschlagpunkt ist fest mit den Fixpunkten verbunden. Beim Versagen eines Fixpunktes übernehmen die anderen Fixpunkte die Last, ohne dass eine bedeutende dynamische Reaktion entsteht.
- Bei gegebener, nicht veränderlicher Zugrichtung ideal.
- Achtung: Die Zugrichtung darf sich aber nicht massgeblich verändern! Andernfalls wird die Kraft nur noch von einem Fixpunkt übernommen. Bricht dieser, erfolgt aufgrund der losen Verbindungen eine dynamische Reaktion (Schlag). So kann ein Fixpunkt nach dem andern herausgerissen werden («Reissverschlussprinzip»)!

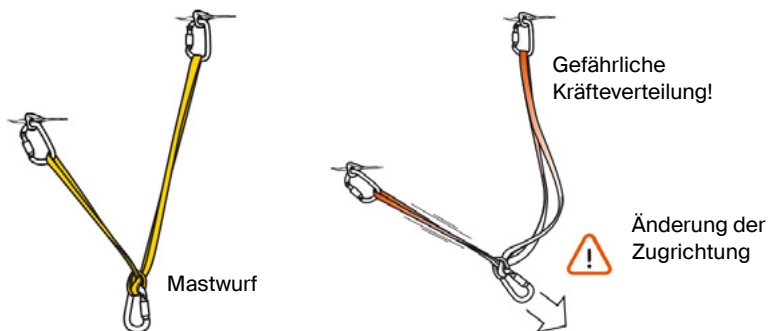


Abb. 53: Redundante Verankerung statisch an zwei Fixpunkten mit Bandschlinge (Petzl)

Beispiele statische Mehr-Punkte-Verankerung:

Statische Mehr-Punkte-Verankerung mit Seil und Achterknoten an zwei Bäumen

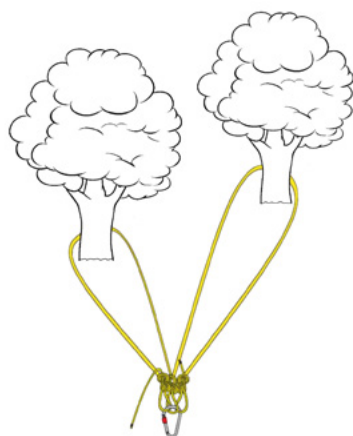


Abb. 54: Zwei-Punkte-Verankerung (SFV)

Statische Mehr-Punkte-Verankerung mit Seil und Achterknoten an drei Fixpunkten



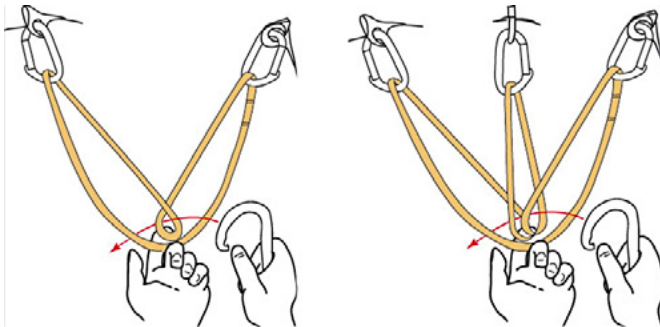
Abb. 55: Drei-Punkte-Verankerung (Petzl)

*Dynamische
Mehr-Punkte-Verankerung
(Ausgleichsverankerung)*

Achtung: Ausgleichsverankerungen sind fehleranfällig. Sie dürfen nur von kompetenten Personen eingerichtet werden!

- Ändert sich die Zugrichtung, wird die Last immer auf alle Fixpunkte verteilt.
- Die Verankerung wird in der Regel mit einer Bandschlinge erstellt.

- Damit beim Bruch eines Fixpunktes nicht die ganze Verankerung ausfällt, müssen die mittleren Schlingen zwingend verdreht eingehängt werden (siehe Abb. 56).
- Beim Bruch eines Fixpunktes erfolgt aufgrund der losen Bandschlinge eine dynamische Reaktion (Schlag). Aus diesem Grund müssen die einzelnen Verbindungen kurz ausgeführt oder mit Achterknoten abgeknotet werden (siehe Abb. 57):



Erstellen einer Ausgleichsverankerung an zwei oder an drei Fixpunkten

Schlingen immer auf die **gleiche** Seite verdrehen!

Abb. 56: Ausgleichsverankerung (Klettern)

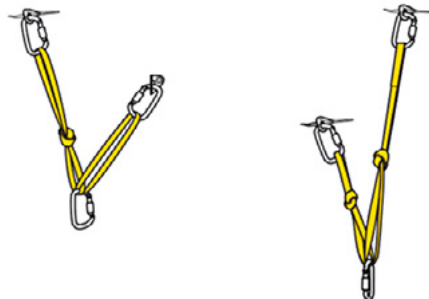


Abb. 57: Ein- oder zweiseitiges Abknoten der Verbindungen bei einer Ausgleichsverankerung (Petzl)

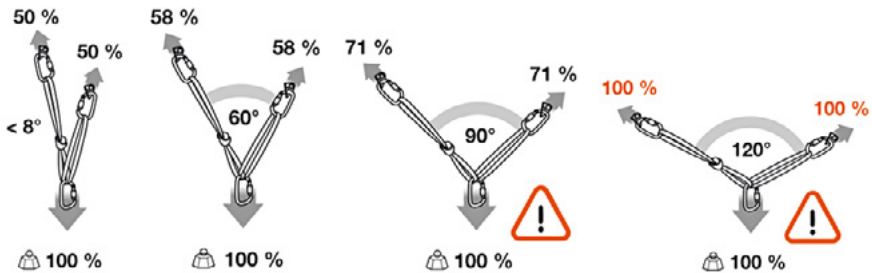


Abb. 58: Einfluss des Winkels bei Verankerungen an zwei Fixpunkten (Petzl)

Winkelverhältnisse bei Mehr-Punkte-Verankerungen

- Je grösser der Öffnungswinkel, desto stärker werden die einzelnen Fixpunkte belastet und desto schwächer ist die ganze Verankerung!
- Winkel zwischen 0° und 60° sind optimal.
- Bei einem Öffnungswinkel $\geq 120^\circ$ wird die angestrebte Lastverteilung aufgehoben!
- Die horizontale Distanz zwischen den Fixpunkten darf nie grösser als 2 Meter sein.

Der Öffnungswinkel bei einem Lastausgleich darf nie grösser als 90° sein!

Sicherungstechniken

Allgemeines

Die nachfolgend beschriebenen Sicherungstechniken stellen eine Auswahl geeigneter Techniken für den Einsatz des Zivilschutzes dar. Es sind **«Branchenlösungen»**, welche in vergleichbarer Form von den verschiedenen Einsatzkräften im Bevölkerungsschutz (Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienste, Alpine Rettung) und der Armee (Rettungstruppen) verwendet werden. Mit einem Minimum an Ausrüstung kann ein sehr breites Einsatzspektrum abgedeckt werden.

Die Techniken entsprechen grundsätzlich den Methoden, welche auch in der zivilen Arbeitswelt angewendet werden. Punktuell gibt es allerdings Abweichungen. In der Arbeitswelt wird darauf geachtet, für einen spezifischen Einsatz (von z. B. Dachdeckern, Gerüstbauern usw.) vorkonfektionierte, sehr einfache Systeme einzusetzen. Das Zusammenbauen von Sicherungssystemen vor Ort oder der Einsatz von Knoten (z. B. Halbmastwurf-sicherung) wird nicht oder nur bedingt toleriert.

Die Sicherungstechniken werden nachfolgend in **Partnersicherungen** und **Selbstsicherungen** unterteilt.

Partnersicherung

- Die Person wird von einem sicheren Standort aus durch eine zweite Person gesichert. Sie muss in der Regel in der Absturzzone selber nichts ein- oder umhängen und kann sich voll auf ihre Aufgabe konzentrieren. Die Methode ist dadurch sicher und wenig fehleranfällig.
- Die Person wird bei ihrem Einsatz permanent durch die sichernde Person überwacht. Alleinarbeit ist ausgeschlossen.
- Durch die Seilverbindung ist das improvisierte Rettungssystem bereits im Sicherungssystem integriert (Rig for Rescue). Im Notfall kann die Person vom Sicherungsstandort aus sofort abgeseilt werden (bei genügend Seilreserve).

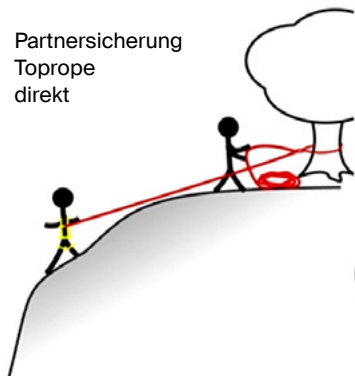
Selbstsicherung

- Die Person ist grundsätzlich auf sich alleine gestellt. Sie muss in der Absturzzone das Verbindungsmittel selber ein- bzw. umhängen oder kontrolliert mitführen. Wenig geübten Personen können dabei fatale Fehler unterlaufen.
- Die Überwachung durch eine zweite Person ist nicht automatisch gegeben, sondern muss aktiv sichergestellt werden.
- Das improvisierte Rettungssystem kann in der Regel nicht integriert werden. Bei einem Sturz in das Sicherungssystem kann die improvisierte Rettung, je nach Situation, sehr schwierig oder für Milizpersonen gar unmöglich sein.

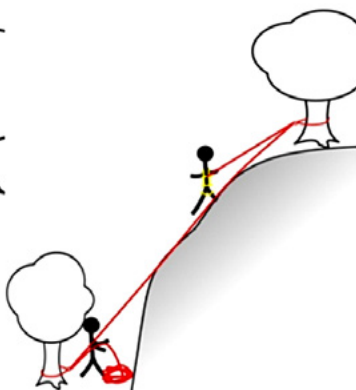
**Im Einsatz, wenn immer möglich,
Partnersicherungen bevorzugen!**

Übersicht über die Sicherungstechniken

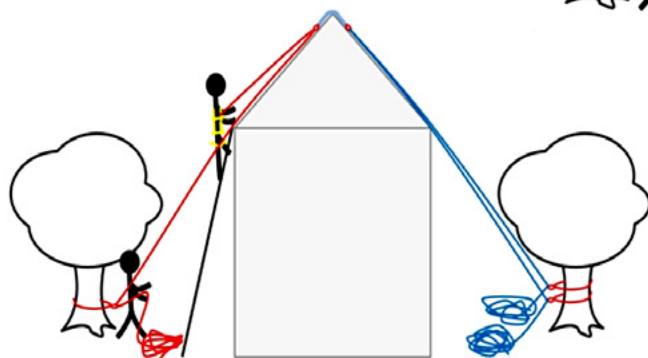
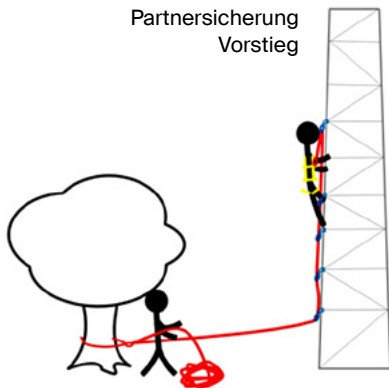
Partnersicherung
Toprope
direkt



Partnersicherung
Toprope
indirekt

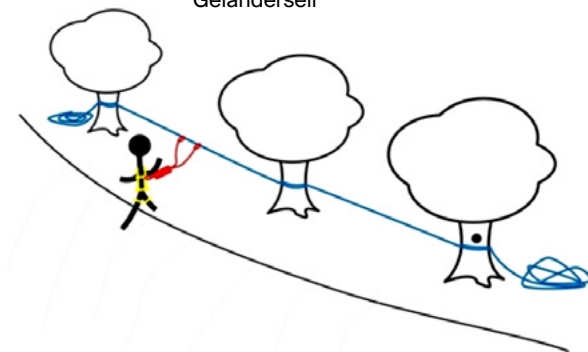


Partnersicherung
Vorstieg

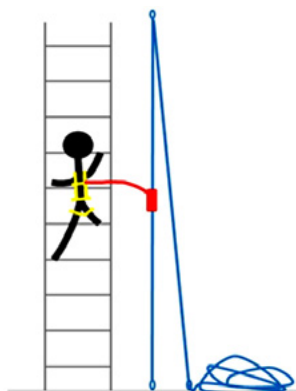
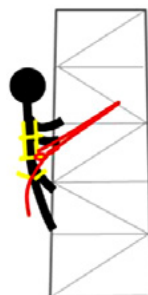


Partnersicherung
Toprope
mit Seileinbau

Selbstsicherung
Geländerseil



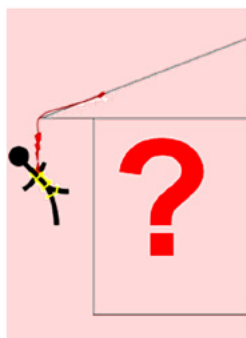
Positionieren



Selbstsicherung
mitlaufendes
Auffanggerät



Selbstsicherung
Y-Bandfalldämpfer



improvisierte
Rettung

Abb. 59: Sicherungstechniken für den Zivilschutz (BABS)

Partnersicherung Toprope

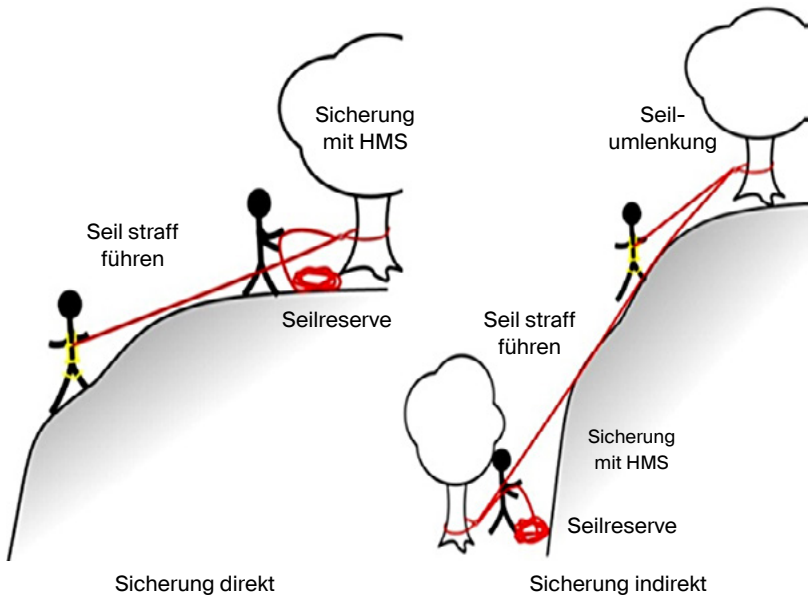


Abb. 60: Partnersicherung Toprope (BABS)

Zuordnung der Basissysteme:

- Rückhaltesystem
- Positionierungssystem (nur mit zusätzlicher Sicherung)
- Auffangsystem (nur mit Auffgurt und Dynamikseil)

Einsatzbedingungen:

- Ein Sicherungsstand / Umlenkpunkt kann oben eingerichtet werden
- Die Einsatzstelle befindet sich in der Falllinie des Sicherungsseils
- Höhe der Absturzzone < Länge der Seilreserve

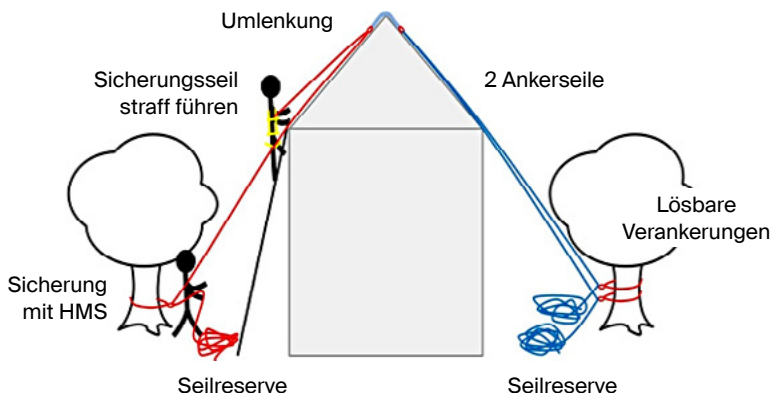
Beschreibung / Details:

- Direkte oder indirekte Sicherung durch einen Partner mit der Halbmastwurfsicherung oder einem dafür zugelassenen Sicherungsgerät
- Durch straffe Seilführung kann ein Sturz vermieden bzw. die Sturzhöhe stark begrenzt werden
- Seilführung in der Falllinie – Pendelsturz vermeiden
- Bei der Anwendung als Auffangsystem nur mit Auffanggurt und Dynamikseil. So kann der Fangstoss immer unter 6 kN gehalten werden

Improvisierte Rettung:

- Rig for Rescue: Kontrolliertes Abbremsen der Person mit dem Sicherungsseil. **Kann diese Methode nicht sofort angewendet werden, immer zuerst professionelle Hilfe anfordern!**
- Hochziehen mit zweitem Seilsystem (Mannschafts- oder Flaschenzug bzw. Rettungsgerät) von einem sicheren Standort aus

Partnersicherung Toprope mit Seileinbau



Zuordnung der Basissysteme:

- **kein** Rückhaltesystem
- **kein** Positionierungssystem
- Auffangsystem (nur mit Auffanggurt und Dynamikseil)

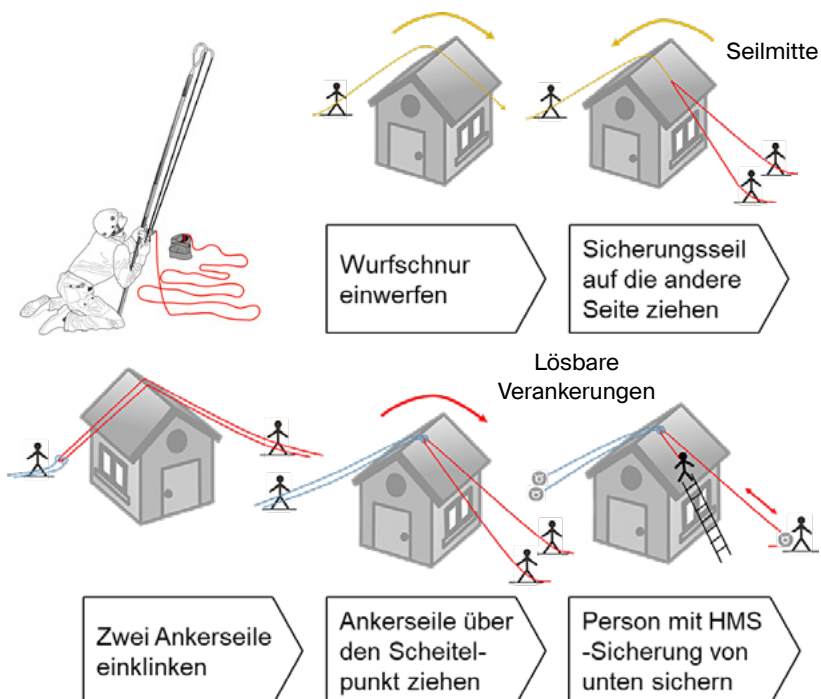
Einsatzbedingungen:

- Sicherungsstand/Umlenkpunkt über der Einsatzstelle ist von oben nicht zugänglich
- Von unten kann ein Seil mit einer Wurfausrüstung eingebaut werden
- Der Scheitelpunkt ist genügend fest
- Die Einsatzstelle befindet sich in der Falllinie des Sicherungsseils
- Höhe der Absturzzone < Länge der Seilreserve

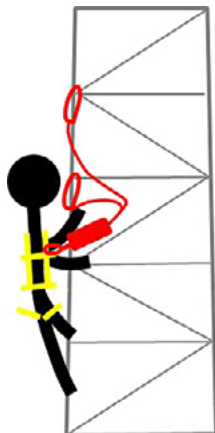
Beschreibung/Details:

- Einbauen des Sicherungssystems von unten mit einer Wurfschnur (siehe Abbildung Folgeseite)
- Ankerseile doppelt führen (Redundanz) und unten an zwei unabhängigen Verankerungen mit einer unter Last lösbaren Verbindung (blockierte HMS) anschlagen. Dafür eignen sich auch Halbstatikseile.
- Genügend lange Seilreserven für die Rettung bereithalten
- Um Seilverdrehungen zu vermeiden, Seile nicht parallel, sondern in einem V einziehen
- Bei scharfen Kanten am Scheitelpunkt Drahtseilschlingen einbauen

- Indirekte Sicherung von unten durch einen Partner mit der Halbmastwurfsicherung oder einem dafür zugelassen Sicherungsgerät
 - Durch straffe Seilführung kann ein Sturz vermieden bzw. die Sturzhöhe stark begrenzt werden
 - Seilführung in der Falllinie – Pendelsturz vermeiden
 - Als Auffangsystem nur mit Aufhänggurt und Dynamikseil. So kann der Fangstoss immer unter 6 kN gehalten werden
- Mit dieser Sicherungstechnik ist die Person auch beim Übersteigen des Scheitelpunktes gesichert
- Improvisierte Rettung:
- Rig for Rescue: Kontrolliertes Abbremsen der Person mit dem Sicherungsseil oder an den beiden Ankerseilen. **Kann diese Methode nicht sofort angewendet werden, immer zuerst professionelle Hilfe anfordern!**



Selbstsicherung mit Y-Bandfalldämpfer



Zuordnung der Basissysteme:

- **kein** Rückhaltesystem
- **kein** Positionierungssystem
- Auffangsystem

Einsatzbedingungen:

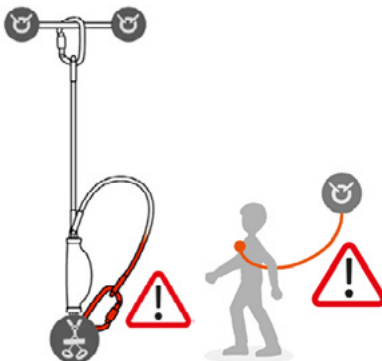
- Eine Partnersicherung von oben über einen Sicherungsstand / Umlenkpunkt ist nicht möglich oder ungeeignet
- Genügend solide Anschlagpunkte (Haken, Gerüstrohre, Geländerseil usw.) sind in Abständen von max. 1 Meter vorhanden (Festigkeit $\geq 12 \text{ kN}$)
- Eine improvisierte Rettung von oben kann von einem sicheren Standort aus durchgeführt werden

Beschreibung / Details:

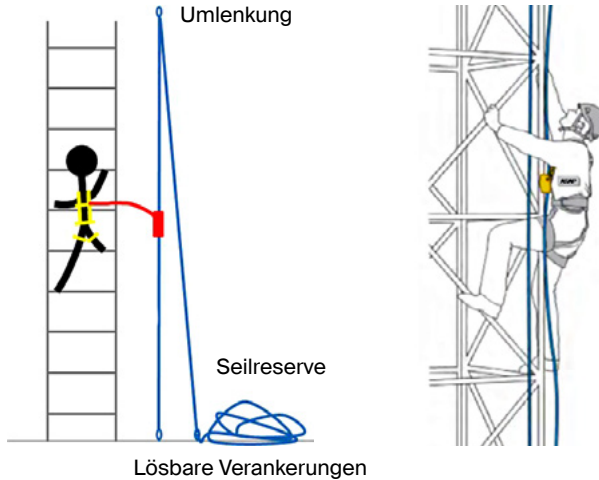
- Grundsätzlich gelten die Herstellervorschriften!
- Erlaubt eine vertikale oder horizontale Fortbewegung und das gesicherte Umhängen von einem Anschlagpunkt zum andern
- Bei einem Sturz besteht Verletzungsgefahr
- Nur mit einem Auffanggurt
- Wenn möglich immer beide Verbindungselemente einhängen (gegenläufig)
- Sturzfaktor wenn möglich kleiner als 1 halten, Sturzfaktor 2 **nie** überschreiten
- Verbindungsmittel **nie** verlängern (unzulässige kinetische Energie bei einem Sturz)
- Vorgeschriebenen Sturzraum einhalten! Wird von unten aufgestiegen, steht dieser noch **nicht** zur Verfügung – in solchen Situationen Verbindungselemente immer über Kopf einhängen und Sturzfaktor > 1 unbedingt **vermeiden**. Ein Grundsturz muss ausgeschlossen sein!
- Verbindungselemente nie auf den Auffanggurt zurückhängen (Überbrückung des Falldämpfers). Ausnahme: dafür zugelassene Befestigungsschlaufen oder Y-Bandfalldämpfer mit einer Sollbruchstelle oder dafür zugelassene Falldämpfer
- Arm nie über das Verbindungsmittel legen – Verletzungsgefahr bei einem Sturz!
- Verbindungselemente immer nur mit einer Hand aus-/umhängen. Bei zweihändiger Bedienung besteht die Gefahr, dass gleichzeitig beide Karabinerhaken ausgehängt werden und die Person nicht mehr gesichert ist
- Darf nicht zum Positionieren verwendet werden

Improvisierte Rettung:

- Achtung: Die Rettung einer Person kann sehr schwierig sein, insbesondere, wenn sie frei in der Luft hängt und nicht mehr aktionsfähig ist (z. B. freies Hängen unter einem Dachvorsprung). **Immer zuerst professionelle Hilfe anfordern!**
- Person mit Rettungsseil von oben von einem sicheren Standort aus entlasten (Mannschafts- oder Flaschenzug bzw. Rettungsgerät), Verbindungselemente aushängen und Person abseilen oder hochziehen



Selbstsicherung am mitlaufenden Auffanggerät



Zuordnung der Basissysteme:

- **kein** Rückhaltesystem
- **kein** Positionierungssystem
- Auffangsystem

Einsatzbedingungen:

- Eine Partnersicherung von oben über einen Sicherungsstand / Umlenkpunkt ist nicht möglich oder ungeeignet
- Eine Verankerung oder ein Umlenkpunkt kann oben eingerichtet werden
- Die Einsatzstelle befindet sich in der Falllinie des Sicherungsseils
- Höhe der Absturzzone < Länge der Seilreserve
- Eine improvisierte Rettung von einem sicheren Standort kann von oben oder von unten durchgeführt werden

Beschreibung / Details:

- Grundsätzlich gelten die Herstellervorschriften!
- Erlaubt eine vertikale oder schräge Fortbewegung
- Bei einem Sturz besteht Verletzungsgefahr
- Nur mit einem Auffanggurt
- In der Regel ist ein Halbstatikseil vorgeschrieben
- Genügend hohen Sturzraum sicherstellen
- Seil oben umlenken (Festigkeit der Verankerung $\geq 22 \text{ kN}$) und unten mit einer unter Last lösbaren Verbindung (blockierte HMS) anschlagen. Genügend lange Seilreserve für die Rettung bereithalten
- Sturzstrecke klein halten, Auffanggerät immer hoch mitführen (in der Ellbogenkehle oder über der Schulter)
- Das Sicherungsseil muss immer straff sein. Sturzstrecke nicht durch Schlaffseil oder Übersteigen der Verankerung unzulässig verlängern. Loses Seilende unten beschweren oder fixieren, damit das Auffanggerät optimal mitläuft und kein Schlaffseil entstehen kann

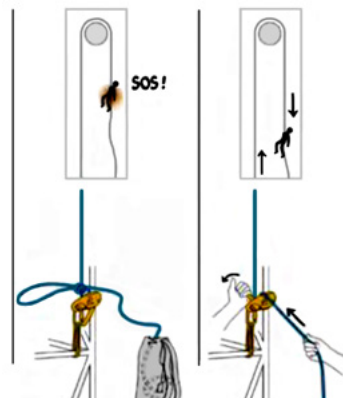
- Einige Geräte blockieren erst ab einer bestimmten Beschleunigung. Damit diese Geräte auch auf schrägen Flächen rechtzeitig blockieren, kann auf der gewünschten Höhe ein Achterknoten als Stoppknoten ins Seil geknüpft werden
- Arm nie über das Verbindungsmittel legen – Verletzungsgefahr bei einem Sturz!



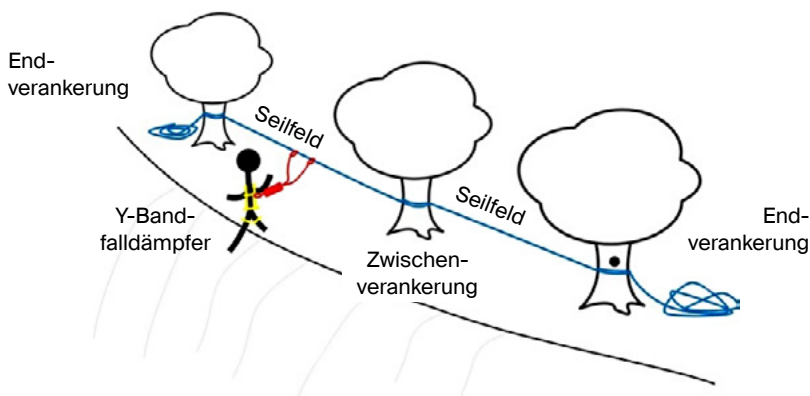
Improvisierte Rettung:

Rig for Rescue: Im Auffanggerät blockierte Person mit dem Sicherungsseil kontrolliert abbremsen.

Kann diese Methode nicht sofort angewendet werden, immer zuerst professionelle Hilfe anfordern!



Selbstsicherung am Geländerseil (Lifeline)



Zuordnung der Basissysteme:

- Rückhaltesystem
- **kein** Positionierungssystem
- Auffangsystem (nur für sehr gut ausgebildete Personen geeignet!)

Einsatzbedingungen:

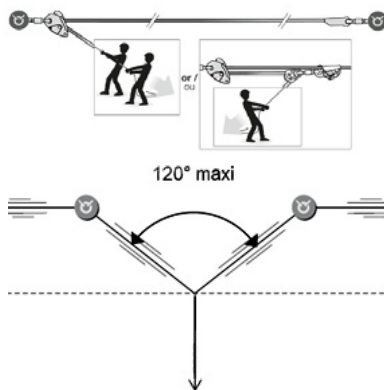
- Querung oder Arbeiten entlang einer horizontalen Absturzzone erforderlich
- Beim Einbauen des Geländerseils können die Personen gegen Absturz gesichert werden
- Eine improvisierte Rettung von oben kann an jeder Stelle des Geländerseils von einem sicheren Standort aus durchgeführt werden

Beschreibung / Details:

- Für kommerzielle Systeme gelten die Herstellervorschriften!
- Erlaubt eine Fortbewegung entlang einer horizontalen Linie
- Beim Einsatz als Auffangsystem:
 - Besteht Verletzungsgefahr
 - Die improvisierte Rettung einer Person kann sehr schwierig sein.
 - Nur für sehr gut ausgebildete Personen geeignet!
 - Auf genügend freien Sturzraum achten
- Geeignet sind Halbstatikseile. Bei Dynamikseilen wird der Durchhang bei einem Sturz sehr gross
- Der Einsatz von Drahtseilen und Seilzügen («Habegger») des Zivilschutzes ist bei korrekter Installation zwar sehr sicher. Er birgt aber **sehr grosse Gefahren** und ist für die Milizorganisation Zivilschutz **nicht geeignet**. Die Ausrüstung ist zudem von den meisten Herstellern für diesen Einsatz nicht zugelassen
- Mögliche Sicherung der Personen beim Einbau: «Partnersicherung Toprope» von oben oder «Partnersicherung im Vorstieg»
- Regelmässig (alle 2 bis 5 Meter) Zwischenverankerungen anbringen und Seil fixieren

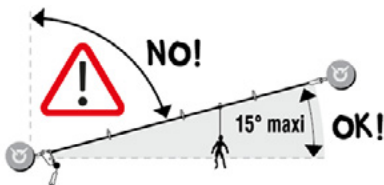


- Festigkeit der Verankerungen:
Endverankerungen: $\geq 22 \text{ kN}$
Zwischenverankerungen: $\geq 12 \text{ kN}$
- Spannen des Geländerseils:
maximal zwei Personen direkt oder eine Person mit einem Flaschenzug 1:3. Bei einem Belastungstest darf der Durchhangswinkel nicht grösser als 120° sein

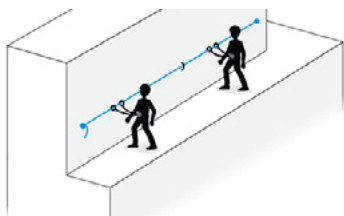


- Geländerseil nur mit einem Auffanggurt und einem Y-Bandfalldämpfer begehen (aus Sicherheitsgründen auch für ein Rückhaltesystem). Die Person kann sich so immer gesichert in das nächste Seilfeld einhängen und bei einem Sturz wird der Fangstoss und die Belastung auf die Sicherungskette auf 6 kN begrenzt
- Sturzfaktor 1 wenn möglich nicht überschreiten!

Schräglage max. 15°!



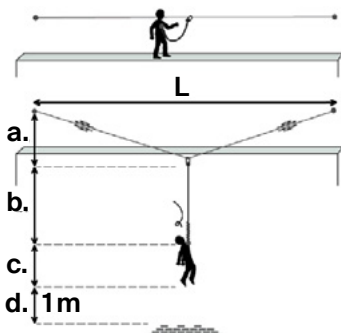
Max. eine Person pro Seilfeld!



Improvisierte Rettung:

- Achtung: Die Rettung einer Person kann sehr schwierig sein, insbesondere, wenn die Person frei in der Luft hängt und nicht mehr aktionsfähig ist.
Immer zuerst professionelle Hilfe anfordern!
- Person mit Rettungsseil von oben von einem sicheren Standort aus entlasten (Mannschafts- oder Flaschenzug bzw. Rettungsgerät). Verbindungselemente aushängen und Person abseilen oder hochziehen

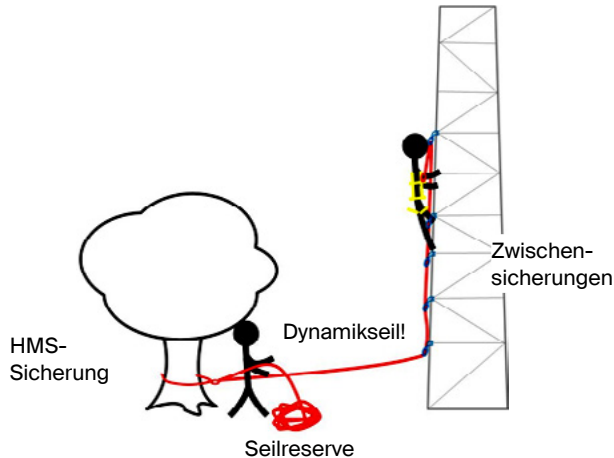
Bei einem Sturz wird der erforderliche Sturzraum um den Seildurchhang verlängert:



Seildurchhang in Abhängigkeit der Seilfeldlänge (Richtwerte):

L	2m	3m	5m	10m	15m	20m
a	0.5m	0.6m	1m	1.9m	2.8m	3.7m

Partnersicherung Vorstieg (Alpintechnik)



Zuordnung der Basissysteme:

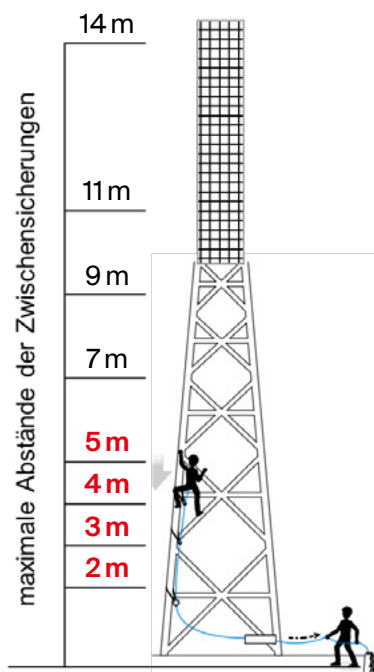
- **kein** Rückhaltesystem
- **kein** Positionierungssystem
- Auffangsystem

Einsatzbedingungen:

- Ein Sicherungsstand/Umlenkpunkt über der Einsatzstelle ist von oben nicht zugänglich
- Es ist nicht möglich, ein Seil mit einer Wurfausrüstung von unten einzubauen
- Genügend solide Anschlagpunkte für die Zwischenicherungen sind in Abständen von ca. 1 Meter vorhanden
- Höhe der Absturzzone < Länge der Seilreserve

Beschreibung / Details:

- Gefährlichste Sicherungstechnik, bei einem Sturz muss mit Verletzungen gerechnet werden. Nur anwenden, wenn andere Sicherungstechniken nicht möglich sind
- Nur durch sehr gut trainierte, fitte Personen ausführen lassen
- Nur mit Auffanggurt, Dynamikseil und dynamischer Sicherung (HMS, zugelassenes Sicherungsgerät)
- Die Person klettert von unten, durch den Partner gesichert, hoch. In kurzen Abständen bringt sie Zwischenverankerungen an und hängt das Seil mit einem Karabinerhaken ein. Damit werden die Sturzhöhe und der Sturfaktor klein gehalten
- Vorstiegsroute gut planen: Begehbarkeit, Risiken, Fixpunkte für Zwischenverankerungen, benötigtes Material
- Seil unten straff und kontrolliert nachführen, ohne dabei die Person zu behindern – unnötiges Schlaffseil vermeiden
- Auf den ersten fünf Metern ist ein Sturz besonders gefährlich. Die Abstände der Zwischenverankerungen dürfen max. **1 Meter** betragen
- Das Seil darf erst eingehängt werden, wenn sich die Person auf **Brusthöhe** mit der Zwischenverankerung befindet. Andernfalls besteht aufgrund des Schlaffseils die Gefahr eines **Grundsturzes**!

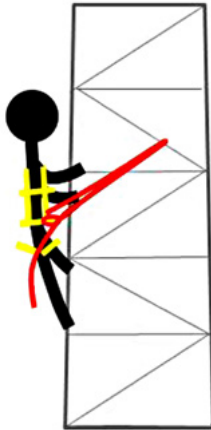


- Nach fünf Metern sind Abstände von zwei, nach 11 Metern Abstände von drei Metern möglich
- Festigkeit der Zwischenverankerungen $\geq 22 \text{ kN}$
- Genügend Seilreserve für die improvisierte Rettung
- Seil nie zwischen den Beinen führen

Improvisierte Rettung:

Rig for Rescue: Kontrolliertes Abbremsen der Person mit dem Sicherungsseil. **Kann diese Methode nicht sofort angewendet werden, immer zuerst professionelle Hilfe anfordern!**

Positionieren



Zuordnung der Basissysteme:

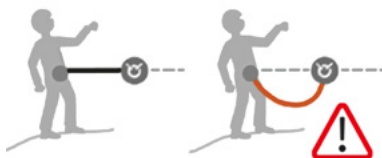
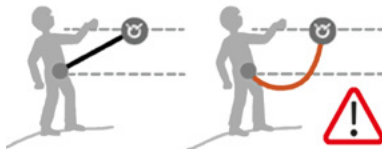
- **kein** Rückhaltesystem
- Positionierungssystem
- **kein** Auffangsystem

Einsatzbedingungen:

- Für Tätigkeiten am Arbeitsplatz, welche eine Stabilisierung des Körpers erfordern, so dass z. B. beide Hände für das Arbeiten frei sind
- Das Positionierungsmittel kann an einer sicheren Verankerung angeschlagen werden
- Die Person kann dabei mit den Füßen immer auf einer festen Struktur stehen
- Die Person kann ab einer Höhe von drei Metern mit einem Auffangsystem zusätzlich gesichert werden
- Eine einfache, improvisierte Rettung ist auch bei eingehängtem Positionierungsmittel möglich

Beschreibung / Details:

- Grundsätzlich gelten die Herstellervorschriften
- Die Füße haben immer festen Kontakt mit der Struktur – kein freies Hängen!
- Nur für den temporären Einsatz an der Arbeitsstelle, der Arbeitsplatz kann ohne Seilunterstützung erreicht werden
- Das Positionierungsmittel kann an den beiden seitlichen (immer an beiden!) oder an der zentralen Halteöse eingehängt werden
- Sich immer **kontrolliert** in das Positionierungsmittel lehnen – nie hineinspringen!
- Ab 3 m Höhe ist zusätzlich ein Auffangsystem erforderlich
- Das Positionierungsmittel muss an der Struktur immer höher oder auf gleicher Höhe wie die Anschlagöse des Personengurtes angeschlagen werden und gespannt sein – ein Sturz in das Positionierungsmittel muss **ausgeschlossen** sein (Gefahr schwerer Verletzungen)!



- Anschlagpunkt **nie** übersteigen!
- Beim Arbeiten mit scharfen Geräten immer schnittfeste Positionierungsmittel verwenden

Improvisierte Rettung:

- Achtung: Die Rettung einer am Arbeitsplatz positionierten, aktionsunfähigen Person kann sehr schwierig sein!
- Einfache Rettung gemäss zusätzlich eingesetztem Auffangsystem **Kann diese Methode nicht sofort angewendet werden, immer zuerst professionelle Hilfe anfordern!**

Absturzsicherung im Leitungs-Hochbau



Zuordnung der Basissysteme:

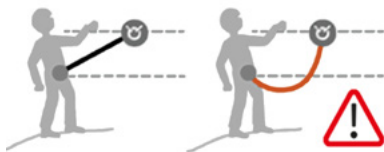
- **kein** Rückhaltesystem
- Positionierungssystem
- **kein** Auffangsystem

Einsatzbedingungen:

- Arbeiten am Mast in Rahmen des **Leitungs-Hochbaus** mit einer Leiter
- Die Leiter kann vorschriftsgemäss aufgestellt und gegen das Umfallen gesichert werden

Beschreibung / Details:

- Diese Sicherungstechnik bildet eine **Ausnahme** im Sinne einer «Branchenlösung» im Freileitungsbau und ist **nur** für den Leitungs-Hochbau zugelassen!
- Im Gegensatz zum allgemeinen Standard in der Absturzsicherung ist auch beim Arbeiten auf einer Höhe von über drei Metern kein zusätzliches Auffangsystem erforderlich (gemäss SUVA).
- Die Person muss aber mit **beiden** Füßen immer **sicher** auf einer Leitersprosse stehen
- Nur für den temporären Einsatz an der Arbeitsstelle
- Grundsätzlich genügt ein einfacher Haltegurt nach EN 358. Aus Sicherheitsgründen wird aber dringend empfohlen, immer einen kombinierten Auffang- und Haltegurt zu verwenden
- Das Positionierungsmittel an den beiden seitlichen (lateralen) Halteösen einhängen
- Sich immer **kontrolliert** in das Positionierungsmittel lehnen – nie hineinspringen!



- Das Positionierungsmittel muss sich am Mast immer höher oder auf gleicher Höhe wie die Anschlagösen des Personengurtes befinden und gespannt sein – ein Sturz in das Positionierungsmittel muss **ausgeschlossen** sein (Gefahr schwerer Verletzungen)!
- Anschlagpunkt **nie** übersteigen!
- Zur besseren Fixierung kann das Positionierungsmittel bei glatten Masten (z. B. Stahlmasten) zweimal um den Mast geschlungen werden

Materialkontrolle

Allgemeines

Die Ausrüstung für die Absturzsicherung muss regelmässig auf Vollständigkeit, Schäden und Funktionstauglichkeit überprüft werden.

Für die Sicherheitskontrolle und den Parkdienst der Ausrüstung gelten die Vorschriften der Hersteller!

Sicherheitskontrolle der Ausrüstung

Prüfintervalle und Prüfberechtigte

Grundsätzlich nach den Vorschriften der Hersteller.

Allgemeine Regel für einfache Ausrüstung (Gurte, Seile, Schlingen, Karabinerhaken, einfache Geräte etc.):

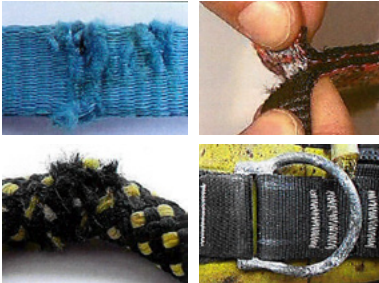
- Vor und während des Einsatzes durch den **Anwender**
- Einmal jährlich durch eine **sachkundige Person** (Wer sachkundig ist, entscheiden der Hersteller oder die gesetzlichen Bestimmungen eines Landes. In der Schweiz gibt es aktuell keine verbindlichen Bestimmungen). Diese Prüfung muss dokumentiert werden.

Allgemeine Regel für komplexe Ausrüstung (Personenwinden, Höhensicherungsgeräte, Rettungsgeräte usw.):

- Vor und während des Einsatzes durch den **Anwender**
- Einmal jährlich durch eine **zertifizierte Firma**.

Prüfung durch den Anwender

- Prüfung auf Vollständigkeit
- Prüfung visuell und taktil mit den Fingern (ohne Handschuhe!)



- Schäden, Verschleiss
- Durchgescheuerte Stellen
- Aufgerissene Nähte
- Verfärbungen
- Verdickungen/Versteifungen bei Seilen
- Korrosion von Metallteilen
- Kontamination mit Chemikalien
- Lesbarkeit/Vorhandensein von Kennzeichnungen
- Funktionskontrolle

Beschädigte oder nicht funktionstüchtige Ausrüstung darf nicht mehr eingesetzt werden und ist sofort auszusondern!

Reinigung und Lagerung

Grundsätzlich nach den Vorschriften der Hersteller.

Ausrüstung in der Regel nur mit lauwarmem Wasser ohne Waschmittel waschen. **Nie** mit Hochdruckreiniger abspritzen. Durch das Waschen von Seilen kann die Bruchfestigkeit des Seils nicht massgeblich verbessert werden, die schädigenden Schmutzpartikel im Seilinnern können mit Waschen nicht entfernt werden.

Ausrüstung nicht an der Sonne oder direkt an einem Ofen trocknen.

Ausrüstung trocken und vor Licht und Chemikalien geschützt lagern.

Die Lebensdauer der Ausrüstung hängt vom Gebrauch ab. Bei starkem Gebrauch in rauer Umgebung muss sie bereits nach ein bis zwei Einsätzen ausgetauscht werden. Für textile Ausrüstungen beträgt die maximale Lebensdauer (auch bei Nichtgebrauch) in der Regel max. 10 Jahre.

Handbuch Pionier

Orten und Retten in Trümmerlagen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Impressum

Herausgegeben vom

Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)

Geschäftsbereich Zivilschutz und Ausbildung

Inhaltsverzeichnis

5	Allgemeine Grundlagen	22	Sicherheit in Trümmerlagen
5	Ortungs- und Rettungseinsatz	22	Sicherheitsvorschriften
6	Erdbeben	23	Allgemeine
6	Entstehung und Auswirkungen von Erdbeben		Sicherheitsmassnahmen beim Einsatz in Trümmerlagen
8	Erdbebengefährdung in Europa	25	Evakuierung
8	Erdbeben in der Schweiz	26	Gefahren durch Gebäude und Trümmer
9	Auswirkungen und Besonderheiten von Erdbebenkatastrophen	26	Verhalten von Gebäuden bei Erdbeben stark vereinfacht
9	Auswirkungen	28	Gefahren für die Einsatzkräfte
10	Besonderheiten	30	Sicherheitsbeurteilung und Sicherheitsmassnahmen
10	Bedeutung für die Rettung von Personen aus Trümmern	33	Gefahrenstoffe in Trümmern
12	INSARAG	33	Allgemeines
12	Allgemeine Übersicht	34	Bedeutende Gefahrenstoffe in Trümmerlagen
13	Die fünf Schlüsselkomponenten eines USAR-Teams	36	Gefahrenerkennung und Gefahrenbeurteilung
13	USAR-Teamkategorien	39	Sicherheitsmassnahmen
14	Bedeutung für die Erdbebenrettung in der Schweiz	42	Spezielle Gefahren für eingeschlossene Personen
15	Leistungsprofil und Organisation im Zivilschutz		
16	Light-USAR-Team (gemäss INSARAG)		
18	Medium-USAR-Team (gemäss INSARAG)		

44 Einsatztaktik / Einsatztechnik	81 Phase 5: Abräumen
44 Einsatzprozesse	83 Seilunterstützte Rettung
45 Überblick 5-Phasen-Methode	83 Einordnung und Abgrenzung
46 Überblick ASR-Level-Methode	84 Allgemeine Sicherheits- und Einsatzregeln
48 Vergleich ASR-Level-Methode mit 5-Phasen-Methode	88 Seilunterstützte Rettung mit Drei- oder Zweibein
49 Phase 1: Erkundung und erste Massnahmen	98 Seilunterstützte Rettung mit einer einfachen Schrägseilbahn
49 Zweck der Zielerkundung	
50 Vorgehen und Inhalt der Zielerkundung	
52 Erste Entscheide und Massnahmen	102 Retten aus Schutzbauten
58 Phase 2: Absuchen und einfache Rettung	102 Allgemeines
58 Ziele der Phase 2	103 Retten von Personen aus Schutzräumen
58 Absuchen	
59 Einfache Rettung	
60 Phase 3: Teil «Ortung»	
60 Allgemeines, Ziele	
61 Übersicht Ortungsmethoden	
61 Kynologische Ortung	
62 Technische Ortung	
64 Behelfsmässige Ortung (Klopf-Ruf-Horch-Methode)	
65 Grob-, Nach- und Feinortung	
66 Opfermarkierung (Victim Marking)	
67 Phase 3: Teil «Technische Rettung»	
67 Ablauf der Technischen Rettung	
68 Taktische Einsatzoptionen	
73 Sichern der Einsatzachse	
74 Erstellen von Durchbrüchen	
75 Bauingenieur/-in	
75 Abmessungen, Form und Lage eines Durchbruchs	
81 Phase 4: Eindringen zu potenziellen Verweilorten	

Allgemeine Grundlagen

Ortungs- und Rettungseinsatz

Ziel eines Ortungs- und Rettungseinsatzes in Trümmerlagen ist das Lokalisieren und Retten von in Trümmern blockierten, verschütteten oder eingeschlossenen Personen.

Ursachen von Gebäudetrümmern können beispielsweise folgende Ereignisse sein:

- Überschwemmung, Unterspülung
- Erdbeben, Murgang, Felssturz, Lawine
- Schneelast
- Sturm
- Brand, Explosion
- **Erdbeben**
- Einwirkung von Verkehrsmitteln
- Chemische (z. B. Korrosion) oder biologische (z. B. Insekten, Pilze) Zerstörung der Bausubstanz

Zur Rettung von Personen wird der Zivilschutz insbesondere bei grossen, flächendeckenden Katastrophenereignissen eingesetzt. Im Vordergrund stehen dabei Erdbebenereignisse.

Diese Dokumentation konzentriert sich auf die Ortung und Rettung in Trümmerlagen nach einem **Erdbebenereignis**. Sinngemäss gilt sie auch für den Einsatz in Trümmerlagen mit anderen Ursachen.

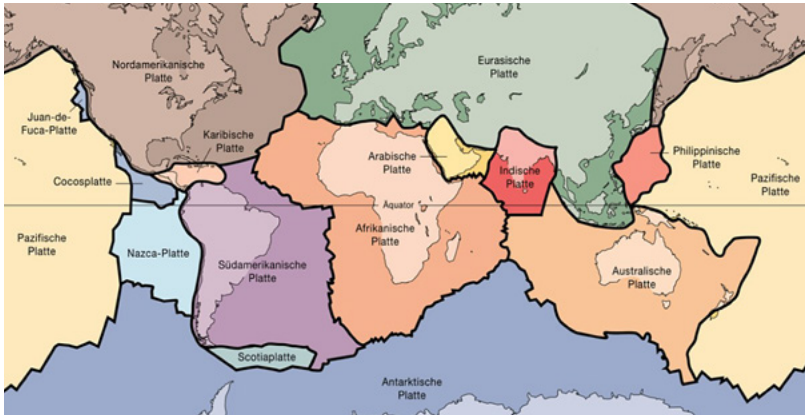


Abb.1: Grenzen der tektonischen Platten (SED)

Erdbeben

Entstehung und Auswirkungen von Erdbeben

Der Erdmantel besteht aus mehreren Platten, welche auf dem zähflüssigen Erdinneren «schwimmen» und sich bewegen (Plattentektonik). Durch die Bewegungen können sich an den Plattengrenzen grosse Spannungen aufbauen. Kann die Erdkruste den Spannungen nicht mehr standhalten, entladen sich diese mit einem starken «Ruck» und lösen so das Erdbeben aus.

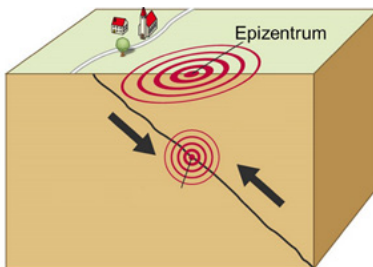


Abb.2: Epizentrum (SED)

Vom Epizentrum (Punkt auf der Erdoberfläche genau über dem Entstehungsort) breitet sich das Erdbeben in alle Richtungen wellenförmig aus. Die sogenannte Magnitude ist ein Messwert für die Stärke eines Bebens. Bei einer Magnitude von 6 sind mittlere bis schwere Schäden in einem Umkreis von 50 km zu erwarten. Die Stärke der Erdbebenwellen nimmt mit der Distanz zum Epizentrum ab. Entscheidend ist aber letztlich nicht die Stärke eines Erdbebens, sondern es sind seine Auswirkungen (Intensität) in einem bestimmten Raum. Nebst der Erdbebenstärke hängen diese Auswirkungen von der Tiefe des Erdbebens, von der Distanz zum Epizentrum und vom lokalen Untergrund ab. Je weicher der Untergrund, umso mehr werden die Erdbebenwellen verstärkt und umso grössere Schäden sind zu erwarten. Als Mass für die Auswirkungen gilt die Makroseismische Intensitätskala (EMS 98):

EMS-98 Intensität	Gefühlt	Auswirkungen	Magnitude (Näherungs- werte)	Gebäudeschäden (Mauerwerk)	
I	Nicht fühlbar	Nicht fühlbar	2		
II-III	Schwach	Von wenigen Personen in Gebäuden wahrgenommen. Ruhende Personen fühlen ein leichtes Schwingen oder Schütteln.			
IV	Leicht	Im Freien vereinzelt, in Gebäuden von den meisten Personen wahrgenommen. Einige Schlafende erwachen. Geschirr und Fenster klirren, Türen klappern.	3		
			4		
V	Moderat	Im Freien von wenigen, in Gebäuden von vielen Personen wahrgenommen. Viele Schlafende erwachen, wenige reagieren verängstigt. Gebäude werden insgesamt erschüttert. Hängende Gegenstände pendeln stark, kleine Gegenstände werden verschoben. Türen und Fenster schlagen auf oder zu.			
VI	Stark	Viele Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Einige Gegenstände fallen um. An vielen Häusern, vornehmlich in schlechterem Zustand, entstehen leichte Schäden wie feine Risse im Mauerwerk oder Verputz.			
VII	Sehr stark	Die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Möbel werden verschoben. Gegenstände fallen aus Regalen. An solide gebauten Häusern treten häufig mässige Schäden auf (kleine Mauerrisse, Schäden am Verputz, Herabfallen von Ziegeln). Vor allem Gebäude in schlechterem Zustand erleiden grössere Mauerrisse und Zwischenwände stürzen ein.	5		
VIII	Heftig	Viele Personen verlieren das Gleichgewicht. An den meisten Gebäuden mit einfacher Bausubstanz treten schwere Schäden auf, beispielsweise stürzen Giebelteile und Dachsimse ein.	6		
					
IX	Sehr heftig	Allgemeine Panik. Sogar gut gebaute Bauten zeigen sehr schwere Schäden und tragende Bauteile stürzen teils ein. Viel schwächere Bauten stürzen ein.	7		
X+	Extrem	Die meisten Bauwerke, selbst sehr solide gebaute, erleiden schwere Beschädigungen oder stürzen ein.			

Abb. 3: Mögliche Auswirkungen von Erdbeben geordnet nach Intensität und Magnitude (SED)

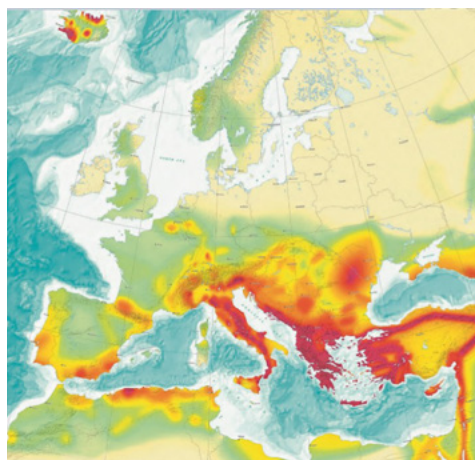


Abb. 4: Erdbebengefahr in Europa (Gardini)

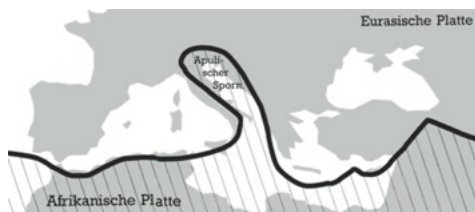


Abb. 5: Apulischer Sporn (SED)

Erdbebengefährdung in Europa

In Europa ist besonders der Süden stark durch Erdbeben gefährdet, der Norden (mit Ausnahme von Island) dagegen praktisch nicht.

Erdbeben in der Schweiz

Durch den Mittelmeerraum verläuft die Grenze zwischen der Afrikanischen und der Eurasischen Platte. Der «Apulische Sporn» reicht dabei bis in die Schweizer Alpen. Durch den ständigen Druck der Afrikanischen Platte können an dieser Plattengrenze jederzeit schwere Erdbeben entstehen. Die Schweiz liegt zwischen dem stark erdbebengefährdeten Süden und dem wenig gefährdeten Norden Europas.

In der Schweiz bebt die Erde durchschnittlich 500 bis 800 Mal pro Jahr. Die meisten dieser Erdbeben sind schwach und von den Menschen nicht spürbar.

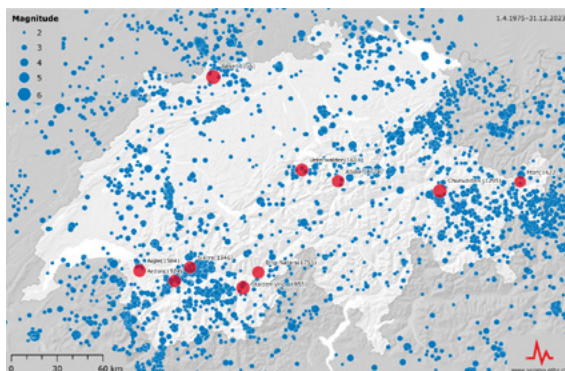


Abb. 6: Erdbebenereignisse in der Schweiz 1975 – 2023 (SED)

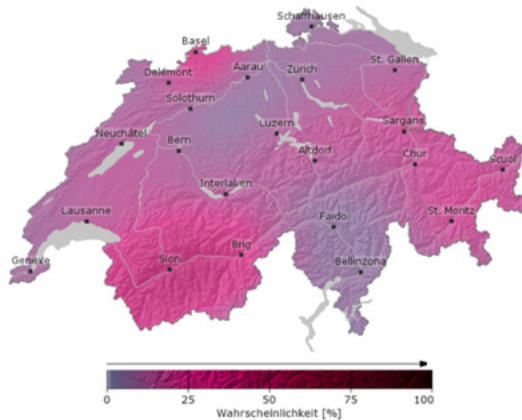


Abb.7: Wahrscheinlichkeit eines Erdbebens mit Magnitude 5 oder grösser im Umkreis von 30 km in den nächsten 50 Jahren (SED)

In der Schweiz kann sich aber **jederzeit** ein schweres Schadenbeben ereignen! Erbeben können bis heute nicht vorhergesagt werden.

Besonders gefährdet sind die Regionen Wallis, Graubünden und Basel, gefolgt vom Rheintal, von der Zentralschweiz und der übrigen Schweiz.

Erdbeben bilden das grösste Risiko aller Naturgefahren in der Schweiz!

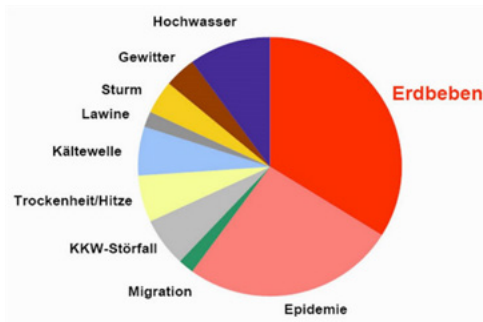


Abb.8: Risikoverteilung in der Schweiz

Auswirkungen und Besonderheiten von Erdbebenkatastrophen

Auswirkungen

Grossräumige, massive Schäden und Zerstörungen an Gebäuden. Die Mehrzahl der bestehenden Gebäude in der Schweiz weist heute eine zu geringe Erdbebensicherheit auf. Viele tote, verletzte, obdachlose, verschüttete, eingeschlossene oder traumatisierte Menschen.

Mittel- bis langfristiger Ausfall von wichtigen Lebensgrundlagen und Infrastrukturen:

- Zerstörte Verkehrsverbindungen während Wochen bis Monaten.
- Ausfall der Telekommunikation.
- Ausfall wichtiger Lebensgrundlagen wie Unterkunft, Wasser, Nahrungsmittel, Energieversorgung, medizinische Güter, Entsorgung von Abfällen / Abwasser usw.

Sekundärereignisse aufgrund des Bebens:

- Steinschlag, Bergsturz, Murgang.
- Störfälle in Industrieanlagen wie Kernkraftwerken, Chemiewerken, Talsperren usw.
- Brände, Explosionen, Freisetzung giftiger Substanzen.
- Unfälle, z. B. auf Verkehrsachsen.

Die Auswirkungen betreffen nicht nur die Zivilbevölkerung, sondern führen auch zur Beeinträchtigung oder Zerstörung der operativen Führungs- und Einsatzkapazitäten des Bevölkerungsschutzes.

Besonderheiten

Erdbeben ereignen sich schlagartig und ohne Vorwarnung.

Die Zerstörungen sind meist so massiv und grossflächig, dass die betroffene Gemeinschaft auf die Hilfe von aussen angewiesen ist (Nachbarkantone, internationale Hilfe). Die Bevölkerung und die Rettungskräfte sind beim Aufenthalt in Häusern bzw. in Trümmern durch **Nachbeben** weiterhin gefährdet. Der Aufenthalt in Gebäuden ist aus Sicherheitsgründen bis zum Abklingen der Erdbebenstösse für die Bevölkerung nicht mehr möglich.

Bei Rettungen aus Trümmerlagen bilden Nachbeben die grösste Gefahr!

Bedeutung für die Rettung von Personen aus Trümmern

Allgemeine Problemstellung:

- Relativ seltene Einsätze.
- Dadurch wenig oder keine Einsatzerfahrung.
- Schwierige, technische Aufgabenstellung.
- Erheblicher Geräte- und Personalaufwand.
- Sehr ungewisse statische Situation eines teilzerstörten Gebäudes.
- Hohe Risiken für Einsatzkräfte und verschüttete Personen.
- Zeitlicher Druck.

Die Überlebenschancen von verschütteten oder eingeschlossenen Personen sind in den ersten Stunden nach dem Beben relativ hoch. Bereits nach 24 Stunden sinken sie jedoch rapid. Die rasche Ortung und Rettung von Personen unmittelbar nach dem Ereignis sind zeitkritisch und haben oberste Priorität.

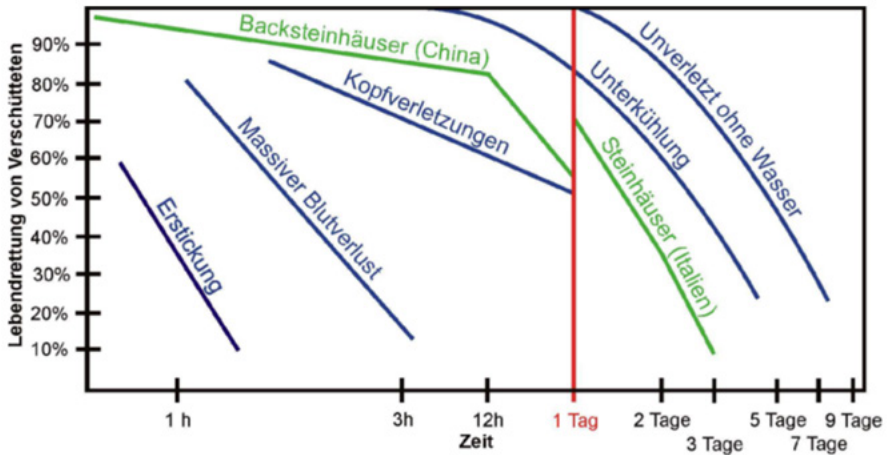


Abb. 9: Überlebenschancen von Verschütteten (Blau: geschätzter Anteil Lebendrettungen in Abhängigkeit der Verletzungsart; Grün: beobachteter Anteil Lebendrettungen) (Combarn und Spencer)

Externe Rettungskräfte müssen zuerst in den Katastrophenraum verschoben werden. Sie kommen erfahrungsgemäss erst nach 24–48 Stunden zum Einsatz. Die Hauptlast der Katastrophenbewältigung in der ersten, für Lebendrettungen kritischen Zeit liegt ausschliesslich bei den lokalen und regionalen Führungs- und Einsatzkräften.

Erfahrungen aus Japan zeigen, dass sich die Zahl der Opfer und die Schäden durch sekundäre Brände bis um das **Zehnfache** erhöhen können. Die regionalen Feuerwehr- und Rettungsdienste sind bereits mit dieser Aufgabe überlastet. Für zeitaufwändige Rettungen von verschütteten Personen aus den Trümmern fehlt ihnen die Zeit.

INSARAG¹

Allgemeine Übersicht

Die **International Search and Rescue Advisory Group (INSARAG)** wurde 1991 als Organisation der Vereinten Nationen UN gegründet. Die Hauptaufgabe der Organisation liegt darin, Standards für die internationale Zusammenarbeit im Bereich von **Urban Search and Rescue (USAR)** zu erarbeiten. Damit sind Such- und Rettungsteams gemeint, die nach Katastrophen, wie z. B. Erdbeben, zum Einsatz kommen. Hauptaufgabe ist die Koordinierung und Standardisierung von internationalen Einsatzteams. Die internationale Hilfe soll durch klare Strukturen, wie z. B. Grösse der Einsatzteams, Kompetenzen innerhalb des Teams usw. vereinfacht werden.

¹Alle Aussagen betreffend die INSARAG-Organisation in diesem Dokument sind aus dem Englischen übersetzt. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit.

Vision der INSARAG: Leben retten, indem die Effektivität und Qualität gesteigert, sowie die Koordination zwischen nationalen und internationalen USAR-Teams durch gemeinsame Richtlinien und Vorgehensweisen ermöglicht werden.

Die Aufgabe von INSARAG besteht darin, eine wirksame und grundsätzliche internationale USAR-Hilfe zur Unterstützung eines betroffenen Landes in Krisenfällen vorzubereiten, zu mobilisieren und zu koordinieren und den Kapazitätsaufbau auf internationaler, regionaler, subregionaler und nationaler Ebene zu unterstützen.

Diese internationalen Richtlinien und Methoden sind in den **INSARAG-Guidelines** festgehalten.

In diesem Handbuch werden nur die für das Gesamtverständnis und den Einsatz von Zivilschutzformationen als wichtig erachteten Richtlinien und Methoden der INSARAG-Guidelines 2015 berücksichtigt. Umfassende oder detaillierte Informationen sind den Guidelines zu entnehmen.



<https://insarag.org/>

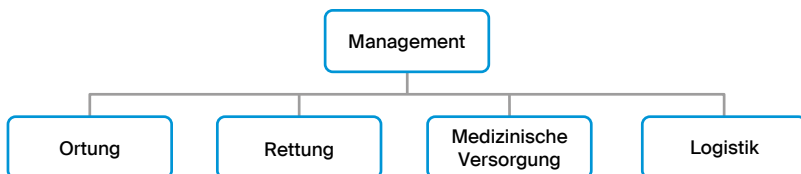


Abb. 10: Fünf Schlüsselkomponenten eines USAR-Teams gemäss INSARAG-Guidelines (INSARAG)

Die fünf Schlüsselkomponenten eines USAR-Teams

Die fünf Komponenten sind zwingende Bestandteile eines Ortungs- und Rettungsteams. Eine Ausnahme bilden Light-USAR-Teams. Der Grundsatz lautet:

- Kein Einsatz, ohne dass die Führung und die Logistik sichergestellt sind!
- Keine Ortung, ohne dass die Rettung sichergestellt ist!
- Keine Rettung, ohne dass die medizinische Versorgung sichergestellt ist!

USAR-Teamkategorien

Eine Schadenstelle (Workside) umfasst in der Regel ein Gebäude, bei grossen Gebäudekomplexen allenfalls nur einen Gebäudeteil. Sie wird dem USAR-Team von der übergeordneten Führungsstelle zugewiesen. In der Schweiz wird die Schadenstelle meist als Schadenplatz oder, im Fall von Trümmern, als **Einsatzziel** bezeichnet.

Für die Schadenstelle / den Schadenplatz (nach INSARAG «Work side») wird nachfolgend der Begriff **Einsatzziel** verwendet.

USAR-Teamkategorien	Operative Fähigkeiten
Light-Team 18 Personen	– Nur nationaler Einsatz – Rettungen an einer Schadenstelle im 12 h-Betrieb während 3 Tagen – Schnell vor Ort, keine Ortung – Einfache Gebäude in Leichtbauweise (Holz, Blech, Bambus, leichter Ziegelstein) – Retten oberflächlich Verschütteter mit einfachen Handwerkzeugen (horizontale Rettung)
Medium-Team 40 Personen Spezialisten	– Nationaler/internationaler Einsatz – Rettungen an einer Schadenstelle im 24 h-Betrieb während 7 Tagen – Deckt alle 5 Schlüsselkompetenzen ab – Öffnen und Vordringen in Trümmern (inkl. Beton)
Heavy-Team 59 Personen Spezialisten	– Nationaler/internationaler Einsatz – Rettungen an zwei Schadenstellen im 24 h-Betrieb während 10 Tagen – Deckt alle 5 Schlüsselkompetenzen ab – Öffnen und Vordringen in Trümmern (inkl. Beton)

Bedeutung für die Erdbebenrettung in der Schweiz

Mit der «Rettungskette Schweiz» verfügt unser Land bereits seit vielen Jahren über ein zertifiziertes und einsatzerprobtes **Heavy-USAR-Team** für den internationalen Einsatz.

In der Schweiz gehört die Bewältigung eines Erdbebenereignisses in den Zuständigkeitsbereich der Kantone. Wohl aus diesem Grund ist die nationale Koordination, Organisation, Ausbildung und Zertifizierung von USAR-Teams bis heute nicht oder nur lückenhaft vorhanden und unverbindlich. National sind folgende Einsatzorganisationen im USAR-Bereich tätig:

- Schweizer Armee (Rettungsgruppen)
- Feuerwehr (insbesondere Berufsfeuerwehren)
- Rettungsdienste
- Zivilschutz (je nach Kanton)
- REDOG (Verein für Such- und Rettungshunde)
- Weitere NGOs (z. B. GIS-swiss.org)

Im Rahmen der beiden Projekte «Einsatzkonzept im Falle eines Erdbebens in der Schweiz» (2004) und «Umsetzung des Einsatzkonzepts im Falle eines Erdbebens in der Schweiz UKERD» (2008) wurde unter der Leitung des BABS versucht, eine minimale Koordination herzustellen. Zusammen mit allen Akteurinnen und Akteuren der Führung und des Einsatzes wurden auf nationaler Ebene eine Standortbestimmung durchgeführt, konkrete Massnahmen vorgeschlagen und ein Konzept für die Umsetzung erstellt. Unter anderem sollten sich zukünftig auch kantonale bzw. nationale USAR-Teams betreffend Klassifizierung und operative Fähigkeiten (soweit erforderlich und zweckmässig) an den INSARAG-Guidelines orientieren.

Leistungsprofil und Organisation im Zivilschutz

Auf Basis der beiden erwähnten Projekte und des Projekts

«Zivilschutz 2015+» ergeben sich im Bereich Ortung und Rettung in Anlehnung an die INSARAG-Guidelines für den Zivilschutz aktuell folgende Leistungen:

Klassifizierung	Wer
Light-USAR-Team (Kernkompetenz im Zivilschutz)	Pionierzug
Medium-USAR-Team (Zusätzliche Kompetenz im Zivilschutz)	Rettungszug mit speziell in der Rettung weitergebildeten Pionierinnen/Pionieren, Gruppen- und Zugführerinnen/-führer In der Ortung unterstützt durch REDOG

Die INSARAG-Guidelines dienen als Richtschnur. Je nach regionaler oder kantonaler Situation können die Zusammensetzung der fünf Team-Komponenten (nur aus Angehörigen des Zivilschutzes oder gemischt aus Angehörigen des Zivilschutzes und aus Partnern), die operativen Fähigkeiten, die Ausrüstung, die Mobilität, die Zeit vom Aufgebot bis zum Einsatz vor Ort und die Durchhaltefähigkeit abweichen. Dabei muss Folgendes beachtet werden:

- Aufgrund seiner Basiskompetenzen und Ausrüstung deckt der Zivilschutz im Minimum die Team-Komponente «Rettung» ab.
- Bei einem grossen Erdbebeneignis sind die lokalen / kantonalen Einsatzkräfte überfordert. Es werden zwingend Teams aus nicht vom Ereignis betroffenen Kantonen benötigt. Diese Kooperation bedingt eine hohe Mobilität und logistische Eigenständigkeit der USAR-Teams.
- Um im Einsatz eine funktionierende Interoperabilität zwischen nationalen und internationalen USAR-Teams sicherstellen zu können, müssen die grundlegenden operativen Richtlinien und Methoden der INSARAG eingehalten werden.

Light-USAR-Team (gemäss INSARAG)

Leistung

Produkt

Suchen und Retten von Personen an der **Oberfläche einfacher** Trümmerlagen
 (Horizontale Rettung)

Qualität

- Erkundung und Überwachung der Einsatzstelle
- Identifizierung von Gefahren und Ergreifen von einfachen Massnahmen
- Absuchen und Ausführen von Rettungen an der Oberfläche von einfachen Trümmern aus Holz, Leichtmetall oder unverstärktem Mauerwerk
- Einsatz von einfachen, **handgeführten** Schneid- und Hebewerkzeugen, Seilen und Abstützsystemen
- Sicherstellen der Ersten Hilfe bei den Einsatzkräften und den Opfern
- Anbringen der INSARAG-Markierungen an der Einsatzstelle
- Logistik für die Einrichtung der eigenen Operationsbasis (Zelte, Verpflegung, sanitäre Einrichtungen, Reparaturen usw.)

Quantität

Erbringen der Leistung gleichzeitig an **einem** Einsatzziel (ein Gebäude)

Zeit

Einsatz unmittelbar nach dem Ereignis (Ersthelfer); innert **4 Stunden**

Durchhaltefähigkeit

Während **3 Tagen** im **12-Stunden-Betrieb**

Mögliche Struktur des Teams

USAR-Komponente	Aufgaben	Empfohlene Personalzuweisung	Empfohlene Personenzahl
Management	Führung	Teamleiter/in	1
	Einsatz und Planung	(keine Angaben)	2
Suche und Rettung	Suche und Rettung	(keine Angaben)	10
Medizin	Medizin und Sicherheit	(keine Angaben)	2
Logistik	Logistik und Ausrüstung	(keine Angaben)	3
			Total 18

Bemerkungen

- Das Light-Team führt nur einfache Rettungen durch, muss aber sehr schnell im Einsatz sein.
- Es muss nicht über alle fünf Team-Komponenten verfügen.
- Eine kynologische (Hunde) oder technische Ortung und das Öffnen und Vordringen in massiven Trümmern sind nicht vorgesehen.
- Das Absuchen und Retten erfolgt nur auf zugänglichen Flächen und in zugänglichen Räumen.
- Eine umfassende Logistik im Sinne einer minimalen Autarkie ist besonders bei einem nationalen Einsatz von Bedeutung. Das Team muss in der Operationsbasis (Base of Operation) auf dem zugewiesenen Platz Unterkunft (Zelte = Erdbebensicherheit) und Verpflegung selber sicherstellen können. Eine zusätzliche Belastung der vom Ereignis stark betroffenen Region muss vermieden werden.
- Aufgrund des Leistungsspektrums können Light-USAR-Teams nur aus Angehörigen des Zivilschutzes zusammengesetzt sein.

Medium-USAR-Team (gemäss INSARAG)

Leistung

Produkt

Komplexe Ortung und Rettung von Personen aus **massiven Trümmern** eingestürzter Gebäude (Rettung aus der Tiefe)

Qualität

- Erkundung, Risikoanalyse, Sicherheitskonzept und Überwachung an der Einsatzstelle einschliesslich der Trümmerstruktur
 - Organisation der Schadenstelle einschliesslich der Verbindung zur vorgesetzten Stelle
 - Identifizierung von Gefahren und Ergreifen von Massnahmen
 - Identifizierung und Isolierung von ABC-Gefahren
 - Sichern von Bauteilen / Bauwerken mit Abstützungen
 - Kynologische oder technische Ortung
 - Schneiden, Brechen, Heben / Verschieben von Trümmern aus Holz, Metall, Mauerwerk oder Beton
 - Öffnen von versperrten Räumen; Durchbrechen von Decken und Wänden einschliesslich der «sauberen» Methode
 - Retten von verletzten Personen aus den Trümmern einschliesslich der seilunterstützten Rettung
 - Sicherstellen der medizinischen Versorgung der Einsatzkräfte, der Patientinnen/Patienten und der Hunde
 - Mitführen der erforderlichen (Spezial-) Ausrüstung
 - Anbringen der INSARAG-Markierungen an der Einsatzstelle
 - Logistik für die Einrichtung der Operationsbasis (Zelte, Verpflegung, sanitäre Einrichtungen, Reparaturen usw.)
-

Quantität

Erbringen der Leistung gleichzeitig an **einem** Einsatzziel (ein Gebäude)

Zeit

Innert **4 Stunden**

Durchhaltefähigkeit

Während **7 Tagen** im **24-h-Betrieb**

Mögliche Struktur des Teams

USAR-Komponente	Aufgaben	Empfohlene Personalausweisung	Empfohlene Personenzahl
Management	Führung	Teamleiter/-in	1
	Koordination	Teamleiter/-in Stv	1
	Planung	Planungschef/-in	1
	Verbindung	Verbindungschef/-in	1
	Trümmerbewertung	Bauingenieur/-in	1
	Sicherheit	Sicherheitschef/-in	1
	Koordination	Koordinationschef/-in	2
Suche	Technische Ortung	Technische/-r Ortungsspezialist/-in	2
	Ortung mit Hunden	Hundeführer/-in	2
	Gefahrenstoffbeurteilung	Gefahrenstoffspezialist/-in	2
Rettung	Brechen, Öffnen, Scheiden, Sichern, Seilrettung	Rettungschef/-in und Retter/-innen	14 (2 Chefinnen / Chefs und 12 Retter/-innen)
	Heben/Verschieben von Lasten	Spezialist/in für schwere Lasten	2
Medizin	Medizinische Versorgung des Teams und der Opfer; Koordination und Integration mit dem Gesundheitswesen	Ärztin/Arzt	1
		Ärztin/Arzt, Rettungssanitäter, Pflegefachperson	3
Logistik	Operationsbasis	Logistikchef/-in	1
	Wasserversorgung	Transportspezialist/-in	1
	Verpflegung	Logistiker/-in	1
	Transport/ Treibstoffe	Basischef/-in	2
	Kommunikation	Kommunikationsspezialist/-in	1
			Total 40

Bemerkungen

- Das Medium-Team muss über alle fünf Team-Komponenten verfügen.
- Beim Öffnen und Vordringen in schwere Trümmerlagen sind die Einsatzkräfte massiv erhöhten Risiken ausgesetzt. Die Sicherheit bezüglich Trümmereinsturz und Gefahrenstoffe sowie die medizinische Versorgung muss an der Schadenstelle **permanent** sichergestellt werden können.
- Die Rettungsarbeiten sind komplex und finden unter schwierigsten Bedingungen im 24-Stunden-Betrieb statt. Ein/e Pionier/in mit einer zweiwöchigen Grundausbildung ist auf eine solche Aufgabe nicht vorbereitet. Die Weiterbildung zur Rettungsspezialistin / zum Rettungsspezialisten ist zwingend.
- Gemäss INSARAG-Guidelines muss ein Medium-Team in der Lage sein, Decken und Wände aus nicht armiertem Beton bis zu einer Stärke von 150 mm zu öffnen. Das macht für die Schweiz mit ihrer massiven Bauweise keinen Sinn. Ein Medium-Team muss in der Schweiz fähig sein, eine Betondecke eines normalen Wohnhauses zu öffnen, d.h. armierten Beton mit einer Stärke von mindestens 200 bis 250 mm.
- Eine umfassende Logistik im Sinne einer minimalen Autarkie ist besonders bei einem nationalen Einsatz von Bedeutung. Das Team muss in der Operationsbasis (Base of Operation) auf dem zugewiesenen Platz Unterkunft (Zelte = Erdbebensicherheit), Verpflegung und sanitäre Einrichtungen selber sicherstellen können. Eine zusätzliche Belastung der vom Ereignis stark betroffenen Region muss vermieden werden.
- Aufgrund des Leistungsspektrums können Medium USAR-Teams in der Regel nicht ausschliesslich aus Zivilschutzangehörigen zusammengesetzt sein. Die Stärke des Zivilschutzes liegt im Rettungsbereich. Eine Unterstützung durch Partner ist besonders in folgenden Bereichen erforderlich:
 - Trümmersicherheit (Bauingenieur/in)
 - Gefahrenstoffe (ABC-Spezialist/in)
 - Ortung (REDOG)
 - Medizinische Versorgung (Ärztin/ Arzt, Rettungssanitäter/in)

- Aufgrund der bisherigen Erfahrungen ist es sehr schwierig, im Zivilschutz ein vollständiges, einsatzbereites und mobiles Team zu bilden, das alle erwarteten Kompetenzen abdecken kann. Ein Lösungsansatz könnte folgender sein:
 - Die Leitung und Organisation des Einsatzziels sowie die Rettung wird durch den Zivilschutz sichergestellt
 - Die Sicherheitsspezialistinnen/-spezialisten und die medizinische Versorgung müssen permanent vor Ort und deshalb im Team integriert sein
 - Die Ortung wird temporär (insbesondere zu Beginn des Einsatzes) beigezogen
 - Die professionelle, medizinische Versorgung erfolgt über den ordentlichen, lokalen Rettungsdienst
- Punkto Sicherheit dürfen **keine Abstriche** gemacht werden!
- Wird das Team aus verschiedenen Partnern zusammengesetzt, ist es für einen erfolgreichen Einsatz entscheidend, dass diese Partner in der Vorsorge regelmässig zusammen trainieren.

Sicherheit in Trümmerlagen

Sicherheitsvorschriften

Auszug aus den «Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die Sicherheitsvorschriften im Zivilschutz» (Ausgabe vom 1. März 2020).

4. Abschn.: Arbeiten in Trümmerlagen

Art. 44 Sicherheit in Trümmerlagen

¹ Beim Eindringen in Trümmer muss die Luft im Arbeitsbereich permanent mit einem Gefahrenstoffmessgerät überwacht werden. Das Gefahrenstoffmessgerät ist so einzustellen, dass es bei Erreichen der Warnschwelle automatisch Alarm auslöst.

² Folgende Gase müssen überwacht werden:

- a. Sauerstoff;
- b. brennbare Gase;
- c. Schwefelwasserstoff
- d. Kohlenmonoxyd;

³ Vor dem Einstieg in Schächte muss die Luft zuerst von oben mit dem Gefahrenstoffmessgerät kontrolliert werden.

⁴ Werden in den Trümmern radioaktive Stoffe vermutet, so ist ein Dosimeter mitzuführen. Bei Arbeiten an oder im Gefahrenbereich von instabilen Gebäude- und Trümmerteilen muss:

- a. eine ständige Objektbeobachtung angeordnet werden;
- b. der Beobachter oder die Beobachterin mit einem Alarmierungsmittel ausgerüstet sein;
- c. den betroffenen Personen das Verhalten bei Alarm bekannt sein;
- d. ein Erste-Hilfe-Posten eingerichtet sein.

⁵ Bei Brand oder Rauch und erkannten radiologischen, biologischen oder chemischen Gefahren darf eine Schutzdienstleistung nur

unter Verantwortung und fachlicher Leitung der entsprechenden Spezialisten durchgeführt werden.

Art. 45 Seilunterstützte Rettung

¹ Seilunterstützte Rettung ist nur zulässig, wenn einfachere Lösungen rettungstechnisch gefährlicher, nicht möglich oder unverhältnismässig sind. Sie muss permanent von einem sicheren Ort aus überwacht werden.

² Es müssen immer zwei voneinander getrennt verankerte Seile verwendet werden. Ein Seil dient als Absenken-, Aufzugs-, Zugangs- oder Haltemittel (Arbeitsseil), das andere als Sicherungsmittel (Sicherungsseil). Ein Wechsel zwischen Ab- und Aufseilen und umgekehrt muss auch unter Last jederzeit möglich sein.

³ Für die Verankerungen der Seile gelten grundsätzlich die Vorschriften nach Artikel 24. Von Schutzdienstpflichtigen für die seilunterstützte Rettung selber erstellte Verankerungen müssen aber am Anschlagpunkt eine Mindestbruchkraft von 22 kN aufweisen. Durch Dritte erstellte Verankerungen müssen für die seilunterstützte Rettung zugelassen sein.

⁴ Eine abgeseilte Person darf sich erst vom Sicherungsseil lösen, wenn die Atemluft in Ordnung ist und keine Absturzgefahr besteht.

⁵ Werden Patienten in vertikaler Position aus der Tiefe mit einer Rettungstrage transportiert, müssen Kopf und Gesicht mit geeigneten Mitteln gegen Verletzungen geschützt werden.

⁶ Im Notfall muss die Rettung von im Seil hängenden, blockierten Personen innerhalb von höchstens 20 Minuten mit eigenen, vor Ort vorhandenen Mitteln sichergestellt werden können.

Erläuterungen:

Art. 44 Sicherheit in Trümmerlagen

Abs. 1

Wird im Rahmen der Ausbildung in speziell für die Ausbildung erstellten Übungsanlagen (Trümmerpisten) gearbeitet und ist dabei die Existenz gefährlicher Gase ausgeschlossen, kann auf das Mitführen eines Gefahrenstoffmessgerätes verzichtet werden.

Art. 45 Seilunterstützte Rettung

Abs. 1

Unter seilunterstützter Rettung wird Folgendes verstanden:

- Rettungsprozess, bei dem Retter/ in oder zu rettende Person durch Ab- oder Aufseilen am gespannten Seil transportiert werden;
- Im Gegensatz zur Absturzsicherung kann sich die Person nicht mehr selber kontrolliert fortbewegen, sondern sie hängt am Seil;
- Der Seiltransport kann dabei freihängend oder entlang von senkrechten resp. schrägen Strukturen erfolgen;
- Ein Systemversagen führt unweigerlich zu einem Absturz mit Verletzungsrisiko.

Einfachere Lösungen sind beispielsweise die Wahl eines anderen Zugangs oder der Einsatz von Leitern.

Allgemeine Sicherheitsmassnahmen beim Einsatz in Trümmerlagen

Sicherheitskonzept

Immer ein Sicherheits- und Notfallkonzept erstellen. Wichtige Punkte:

- Genauer Standort (Adresse, Koordinaten) und Zugänglichkeit des Einsatzziels klären und festhalten.
- Koordinaten für die Boden- und für die Luftrettung bereithalten.
- –Basierung bezüglich externer Rettung und medizinischer Versorgung klären und festhalten.
- Sammelplatz, Erste-Hilfe-Posten, Verletztennest usw. einrichten.
- Interne und externe Verbindungen sicherstellen.
- Festgelegte Sicherheits- und Notfallmassnahmen allen Teammitgliedern kommunizieren, Notfallmassnahmen visualisieren.

Erkundung

- Immer zuerst das Einsatzziel und seine Umgebung gründlich erkunden.
- Die erste Erkundung immer mit einem Sicherheitsabstand von **aussen** durchführen (Rundgang). Trümmer noch nicht betreten.

Sicherheit in Trümmerlagen

Fachberater/-in, Sicherheitschef/-in

Beim Erkunden und Erstellen des Sicherheitskonzepts immer Fachspezialistinnen/Fachspezialisten beiziehen (Bauingenieur/in, Gefahrenstoffspezialist/in, Sicherheitschef/in)

Sicherheitszone

Sicherheitszone definieren und Absperrungen gemäss INSARAG vornehmen:

Der Aufenthalt in der **Arbeitszone** ist nur für entsprechend ausgerüstete Einsatzkräfte erlaubt. Die Arbeitszone wird mit horizontalen Bändern abgesperrt.



Abb. 11: Absperrung der Arbeitszone (INSARAG)

Gefahrenzonen dürfen nicht betreten werden. Sie werden mit gekreuzten Bändern abgesperrt.

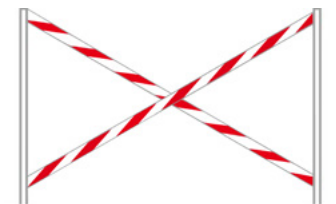


Abb. 12: Absperrung von Gefahrenzonen (INSARAG)

Eigene Sicherheit

Die eigene Sicherheit hat immer oberste Priorität. Im Zweifelsfall

No Go – Einsatz nicht durchführen, abbrechen oder unterbrechen.

Einsatzkräfte

- Nur so viele Personen wie nötig in der Arbeitszone.
- Keine Alleinarbeit, auch bei Erkundungen immer mindestens zwei Personen einsetzen.
- Personenkontrolle führen: Wer befindet sich in der Arbeitszone – wer befindet sich ausserhalb der Arbeitszone?
- Persönliche Schutzausrüstung konsequent tragen.
- Gesundheit und Einsatzfähigkeit des Teams erhalten. Regelmässige Verpflegung, Rotationen, Ablösungen usw. sicherstellen.
- Die Retter/innen können in Trümmerlagen mit traumatisierenden Bildern konfrontiert werden. Eine psychologische Erstbetreuung muss im USAR-Team sichergestellt sein.
- Personalreserve für die Notfallrettung bei einem Unfall bereit halten.

Defensives Vorgehen

- Immer vom gesicherten in den ungesicherten Bereich vorarbeiten
- Einsatzachse laufend sichern

Überwachungs- und Alarmierungssystem

- Arbeitszone während des Einsatzes permanent überwachen.
- Akustische, auch in den Trümmern hörbare Notalarmierung gemäss INSARAG sicherstellen:

Evakuierung

3 kurze Signale, jedes Signal
1 Sekunde, wiederholen bis Evakuierung abgeschlossen.

Arbeitsunterbruch – Ruhe!

1 langes Signal, 3 Sekunden lang

Arbeit wieder aufnehmen

1 langes Signal + 1 kurzes Signal

Fluchtwege und Sammelplatz

- Fluchtwege definieren, freiräumen, markieren, beleuchten
- Sammelplatz definieren und vorbereiten

Rettung, Erste Hilfe und medizinische Versorgung

- Ressourcen für eine Notrettung von Einsatzkräften aus den Trümmern bereithalten
- Erste-Hilfe-Posten einrichten
- Medizinische Versorgung der Einsatzkräfte sicherstellen (Verbindung, Rettungsdienst, Spital)

Trümmerschatten

Sicherheitsabstand einhalten.

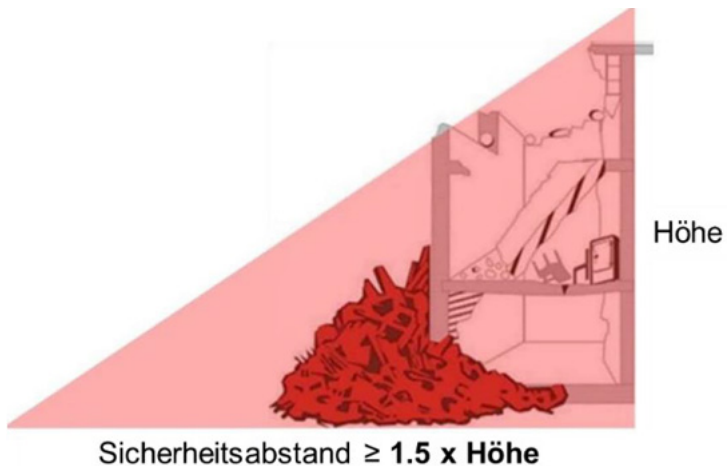


Abb.13: Trümmerwurfbereich

Gefahren durch Gebäude und Trümmer

Verhalten von Gebäuden bei Erdbeben stark vereinfacht

Horizontale Schwingungen

Erdbeben lösen unter anderem **horizontale** Schwingungen an der Erdoberfläche aus (horizontale Erdstösse). Der Boden und die Fundamente der Gebäude bewegen sich hin und her. Die Frequenz (Schwingungen, bzw. Hin- und Her-Bewegungen pro Sekunde) kann bei jedem Beben anders sein.

Weicher Untergrund (Sand, Silt) verstärkt die Schwingungen zusätzlich.

Durch diese Bodenschwingungen werden die Gebäude ausgelenkt und beginnen ebenfalls zu schwingen.

Je stärker und je länger das Beben wirkt, desto stärker schwingen die Bauwerke.

- Steife Gebäude werden nur wenig ausgelenkt und schwingen schnell. Sehr steife Bauwerke schwingen praktisch nicht, sondern werden als Ganzes verschoben.
- Weiche Gebäude werden stärker ausgelenkt und schwingen langsam.

Durch die Schwingungen wirken grosse Kräfte auf die Bauwerke und Bauelemente ein. Je stärker ein Gebäude schwingt, desto grösser sind die Kräfte. Gebäude sind primär für senkrechte und nur bedingt für horizontale Krafteinwirkungen (z. B. gegen Windkraft) konstruiert. Sind die horizontalen Kräfte zu gross, können Gebäude beschädigt werden, ganz oder teilweise einstürzen oder umkippen.

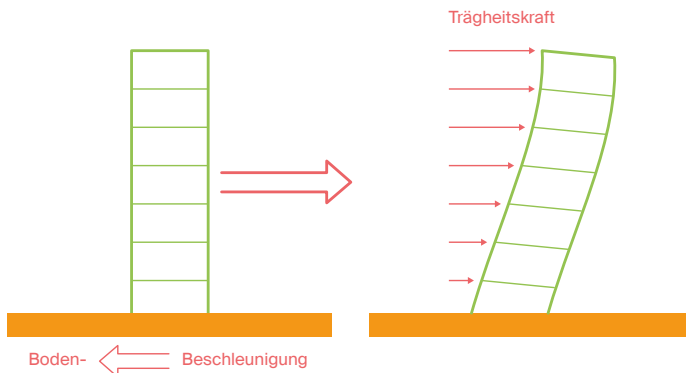


Abb.14: Auswirkungen horizontaler Bodenbeschleunigung auf Bauwerke (BABS)



Bei vielen Gebäuden werden die Erdgeschosse oft mit wenigen Stützen und wenig Aussteifungen gebaut, um möglichst grosse, freie Flächen für Läden, Schaufenster oder Parkplätze zu erhalten. Diese «weichen» Geschosse (Soft Storeys) sind bei Erbeben wenig stabil und brechen meist zuerst ein.

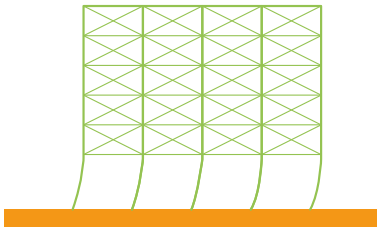


Abb. 15: Soft Storey (BABS)

Wie stark ein Gebäude von einem Erbeben beschädigt wird, hängt (nebst der Stärke des Bebens) vom Baugrund, von der Grundrissform, der Qualität und der Anordnung der tragenden Elemente, seiner Masse und seiner Eigenfrequenz ab.

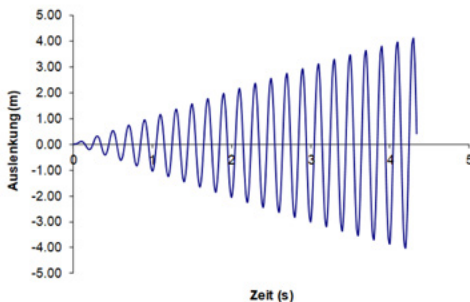


Abb. 16: Resonanz (Hans Hausammann)

Resonanz

Jedes Gebäude hat eine eigene Schwingfrequenz (Eigenfrequenz).

Ist die Eigenfrequenz eines Gebäudes etwa gleich hoch wie die Frequenz des Erdbebens, werden die Gebäudeschwingungen durch das Beben immer mehr angeregt. Das Gebäude wird «aufgeschaukelt» und schwingt immer stärker (Resonanz). Durch Resonanz können selbst sehr starke Gebäude und Bauwerke zusammenbrechen.

Bodenverflüssigung

Stark wassergesättigte, feinkörnige Böden können sich durch das Erbeben verflüssigen. Bauwerke können im flüssigen Untergrund leicht umkippen oder einsinken.

Gefahren für die Einsatzkräfte

Einsturzgefahr durch Nachbeben

Durch Nachbeben können bereits bestehende Trümmer umkippen, abrutschen oder herunterfallen. Angeschlagene und sogar intakte Bauwerke können zusammenbrechen oder umkippen. Das Nachbeben kann dabei stärker sein als das Hauptbeben. Diese Gefahren stellen für die Einsatzkräfte das grösste Risiko im Erbebeneinsatz dar.

Das Einstürzen von Gebäuden oder Trümmern durch Nachbeben ist die grösste Gefahr für die Einsatzkräfte im Erdbebeneinsatz!

Bereits total eingestürzte Gebäude verhalten sich bei einem Nachbeben in der Regel relativ stabil. Die Gefahren durch das Abrutschen oder Herunterfallen einzelner Trümmer Teile und durch das Einbrechen oder Herunterrieseln von Schutt in Hohlräume dürfen aber nicht unterschätzt werden.

Noch stehende, geschwächte Gebäude oder Gebäudeteile sind instabil und können bei einem Nachbeben total zusammenbrechen. Hohe Gebäude bilden durch ihre grosse, potentielle Energie und ihren grossen Trümmerwurfbereich eine besondere Gefahr für die Einsatzkräfte. Dies muss bei noch stehenden Nachbargebäuden im Bereich des Einsatzzieles besonders beachtet werden.

Einsturzgefahr durch andere Einwirkungen

Gebäudeteile und Trümmer bilden meist ein labiles Gleichgewicht. Sie können bereits bei geringen Einwirkungen sensibel reagieren und unerwartet versagen:

- Ohne ersichtlichen Grund durch Ermüdung geschwächter Baustoffe.
- Aufgrund von Erschütterungen durch schwere Baumaschinen oder Rettungsarbeiten (z. B. Abbauhämmer).
- Aufgrund der Schwächung tragender Elemente durch Rettungsarbeiten (z. B. Trennen von Stützen oder Trägern, Durchbrechen von Decken und Wänden usw.).
- Destabilisierung des labilen Gleichgewichts durch Entfernen, Umlagern oder Verschieben einzelner Elemente durch die Rettungsarbeiten («Mikado- bzw. Dominoeffekt»).

Störungen des statischen Gleichgewichts können meist durch überlegtes taktisch/technisches Verhalten der Rettungskräfte beeinflusst bzw. vermieden werden.

USAR-Teams trainieren meist in stabilen Übungsstrümmern oder stabilen Übungsobjekten. Diese dürfen punkto Risiko und Sicherheit nicht mit echten Trümmerlagen verwechselt werden!



Abb.17: Totaleinsturz nach einem Erdbeben (Hans Hausamann)



Abb.18: Teilerstörte Gebäude (Hans Hausamann)



Abb.19: Unterschied zwischen stabilen Überstrümmern (l) und echten Trümmern (r) (Hans Hausamann)

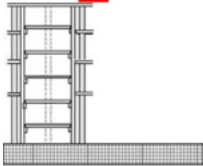
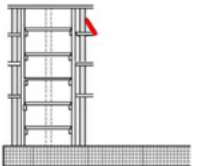
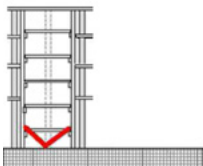
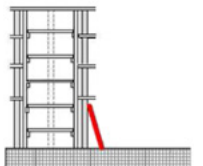
Sicherheitsbeurteilung und Sicherheitsmassnahmen

Die Sicherheitsbeurteilung von Gebäuden und Trümmern sowie mögliche Sicherheitsmassnahmen

sind im Teil «Sichern von Bauteilen und Bauwerken» des Handbuches enthalten. Nachfolgend werden sie noch einmal kurz aufgeführt.

Beurteilungskriterien		Bemerkungen	
Art der Konstruktion? – Massivbau (Stahlbeton, Mauerwerk) – Holzbau – Skelettbau (Stahl, Beton)		Anfällig: Gebäude aus Mauerwerk Wenig anfällig: Gebäude aus Stahl, Stahlbeton, Holz	
Bauqualität? Baugrund, Fundamente? Weicher Untergrund, Hanglage? Art der Nutzung, Anzahl Stockwerke? Schadenklasse?		Gut: harter Baugrund (Fels) Schlecht: weicher Baugrund, Hanglage	
Klasse	Zustand		Zeichen
1	leichte Schäden		beschädigt 
2	moderate Schäden		
3	schwere Schäden		teilzerstört 
4	sehr starke Schäden		
5	zerstört		totalzerstört 

Abb. 20: Schadenklassen

Beurteilungskriterien	Bemerkungen
Einwirkende Gewichte, Kräfte?	Berechnungen sind nur schwer oder nicht möglich
Welche Bauteile haben eine statisch tragende Funktion?	
Wie werden die Lasten in den Boden abgeleitet? Schwachpunkte tragender Bauteile ? Überlastete Bauteile	Anzeichen geschwächter Bauteile: Durchhängende Träger oder schräge Stützen
- Beschädigte oder ausgefallene Bauteile/Verbindungen - Anzeichen von Einsturzgefahr - Umlagerung von Bauteilen (z. B. Wände werden zu Decken, Decken zu Wänden)	- Risse > 3 mm in Stahlbeton - Vertikale Risse in Mauerwerk - Freiliegende Armierungseisen
Welche Kräfte können die Bauteile noch selber übernehmen? Welche Kräfte müssen durch Sicherungssysteme aufgenommen werden? Hängende, lose oder schief stehende Bauteile?	
Trümmerwurfbereiche? Was kann durch Nachbeben, Erschütterungen, Veränderungen oder Rettungsarbeiten - Herunterfallen? - Umkippen? - Abrutschen? - Einstürzen?	Herunterfallen  Abrutschen  Einstürzen  Umkippen  Abb.21: Sicherheit in Trümmern
Abschliessende Beurteilung der Resttragfähigkeit - Stabil? - Instabil? - Total instabil? Welche Zonen dürfen nicht betreten werden (Gefahrenzonen, No-Go-Areas)?	

Tab. 1: Gebäudebeurteilung

Sicherheit in Trümmerlagen

Sicherheitsmassnahmen

Trümmerbeurteilung

- Trümmerbeurteilung immer zusammen mit einem/einer Bauingenieur/-in.
- Trümmerlage nach Veränderungen/Nachbeben neu beurteilen.

Trümmerschatten

Sicherheitsabstand einhalten.

Gebäudeüberwachung

Gebäude/Trümmer permanent überwachen, z. B.:

- Beobachten (Veränderungen, Knackgeräusche, Ausrieselung usw.)
- Risse markieren und überwachen (Rissmonitoring)
- Montage von automatischen-Bewegungsmeldern
- Einsatz von optischen Geräten
- Einsatz von Drohnen

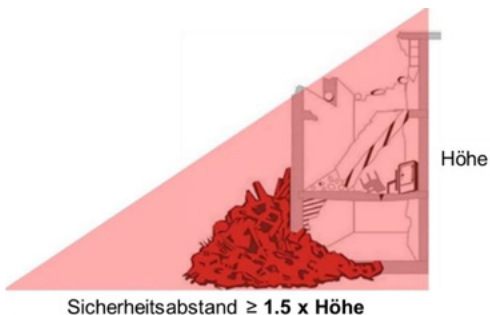


Abb.22: Trümmerwurfbereich

Sichern der Einsatzachse

Einsatzachse mit auch bei einem Nachbeben ausfallsicheren Systemen sichern:

- Abstützungen (senkrechte, waagrechte oder schräge Raumfachwerke)
- Abspannen/Verspannen labiler Bauteile/Trümmer
- Notabstützungen von aussen mit Baumaschinen (Teleskoplader, mobile Krane)

Entfernen gefährlicher Trümmer

Absturzgefährdete Trümmerteile im Bereich der Einsatzachse entfernen (Achtung: Mikadoeffekt vermeiden).

Rettungsarbeiten

- Taktisches und technisches Vorgehen an die Trümmerlage anpassen.
- Weg des «geringsten Widerstandes» wählen. Trümmerlage nicht unnötig verändern.
- Trümmerteile nicht unnötig entfernen, schwächen, bewegen oder in ihre ursprüngliche Lage zurückdrücken; Mikado- und Dominoeffekte vermeiden.

Gefahrenstoffe in Trümmern

Allgemeines

In Trümmerlagen können eine Vielzahl sehr gefährlicher, heimtückischer Stoffe lauern. Diese Gefahrenstoffe können entzündbar/explosiv, giftig, ätzend, krankheitserregend oder radioaktiv sein. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von ABC-Gefahren (atomar, biologisch, chemisch). Die Gefahren können oft mit den menschlichen Sinnesorganen nicht oder erst zu spät wahrgenommen werden. Ihre Auswirkungen auf den Menschen und auf die Umwelt sind aber in der Regel gravierend. Gefahrenstoffe können grossflächig wirken und teilweise nach aussen weiter «verschleppt» werden. Durch Erdbebenwirkung freigesetzte, für sich alleine harmlose Substanzen können sich mit anderen Stoffen mischen und so einen gefährlichen «Cocktail» bilden.

Obschon es sich nicht um eigentliche ABC-Gefahren handelt, werden die Gefahren durch die Versorgung der Gebäude mit Wasser und Elektrizität ebenfalls dazugezählt.

Gefahrenstoffe befinden sich nicht nur in speziell genutzten Gebäuden oder Anlagen (Industrie, Tankstellen, Energieanlagen, Spitälern usw.), sondern sie können in jedem normalen Haushalt vorhanden sein.

Gefahrenstoffe bilden in Trümmerlagen eine grosse, heimtückische Gefahr! Ihnen muss im Einsatz besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Aufgrund der Komplexität der Thematik kann in dieser Unterlage nur punktuell auf einige wichtige Aspekte bei Rettungen aus Trümmerlagen eingegangen werden. Weiterführende, detaillierte Informationen zum ABC-Schutz sind in den Dokumenten der Feuerwehr Koordination Schweiz FKS enthalten.



<https://www.feukos.ch/de/unterlagen/>

Die Unterlagen umfassen ein Handbuch, einen Behelf und eine Faltkarte für ABC-Einsätze.

Bedeutende Gefahrenstoffe in Trümmerlagen

Gefahrenstoffe	Bemerkungen
Erdgas	– Gasversorgung von Wohnhäusern – In Städten weit verbreitet – Leichter als Luft (steigt auf) – Ungiftig – Brennbar, explosiv – Riechbar (Duftbeimischung)
Propan, Butan	– Flüssiggas in Flaschen (Grill, Camping) – Schwerer als Luft (sinkt ab) – Brennbar, explosiv – Übermässig erwärmte Flaschen können explodieren – Riechbar
Benzin	– Flüssig und dampfförmig schwerer als Luft (fließt/sinkt ab) – Giftig – Brennbar, explosiv – Riechbar
Elektrizität	– Gefahr eines Stromschlages bei beschädigten, unter Spannung stehenden Leitungen/Geräten – Spannungen können nur mit einem Messgerät festgestellt werden
Chemikalien in Wohnhäusern	– Putz- und Reinigungsmittel – Dünger, Insektizide, Pestizide usw. – Die Gefahr darf nicht unterschätzt werden
Asbest	– Mineralfaser in Dach- / Fassadenverkleidungen, Fussböden, Wänden, Decken, Brandschutzplatten usw. – Kann durch Einatmen Krebs verursachen
Wasser	– Wasserdruck bei Hausversorgungen $\approx$ 5 bar (50 m Wassersäule) – Ertrinkungsgefahr in Untergeschossen – Ein Kontakt mit anderen Stoffen (z. B. freigesetzten Chemikalien) kann gefährliche Reaktionen auslösen

Gefahrenstoffe	Bemerkungen
Kohlenmonoxyd CO	– Entsteht bei unvollkommener Verbrennung (Schwelbrände, Aggregate mit Verbrennungsmotoren, Motorsäge usw.) – Ungefähr gleich schwer wie Luft, verteilt sich in Räumen – Giftig – Brennbar – Nicht riech- oder sichtbar
Schwefelwasserstoff H₂S	– Gas, das beim Abbau von Biomasse entsteht (Faulgas) – In Kanalisationen, Kellern usw. – Schwerer als Luft (sinkt ab) – Brennbar – Hoch giftig! – In geringer Konzentration riechbar (faule Eier) – In hoher, tödlicher Konzentration nicht mehr riechbar – höchste Lebensgefahr! – Nicht sichtbar
Erhöhte Radioaktivität	– Durch freiliegende oder beschädigte, radioaktive Quellen in Spitälern, Arztpraxen, Industrie usw. – Je nach Strahlenart und Dosisleistung bzw. aufgenommener Dosis sind Früh- oder Spätschäden möglich – Weder sicht-, riech- oder spürbar – Besonders gefährlich, wenn radioaktive Stoffe in den Körper gelangen (Inkoperation)

Gefahrenerkennung und Gefahrenbeurteilung

Subjektive Gefahrenerkennung

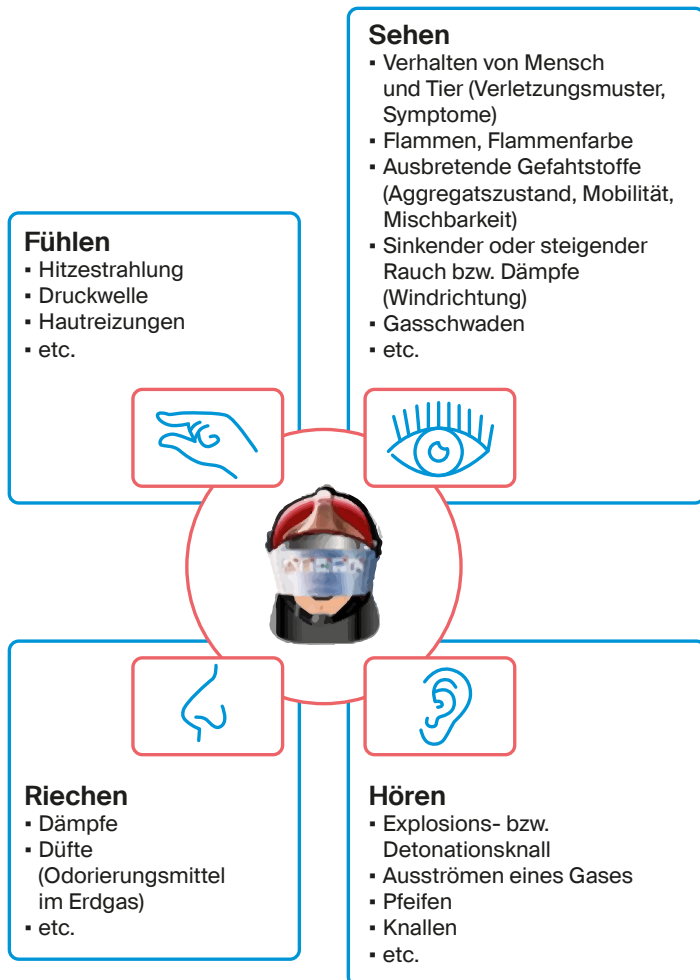


Abb. 23: Subjektive Gefahrenerkennung (FKS)

Nicht alle Gefahrstoffe sind mit unseren Sinnesorganen erkennbar.

Objektive Gefahrenerkennung

Oft können Gefahrenstoffe nur durch Hinweise auf Verpackungen / Gebinden, durch die Art der Verpackung (z.B. Gasflaschen) oder durch Messungen mit einem entsprechenden Messgerät erkannt werden.

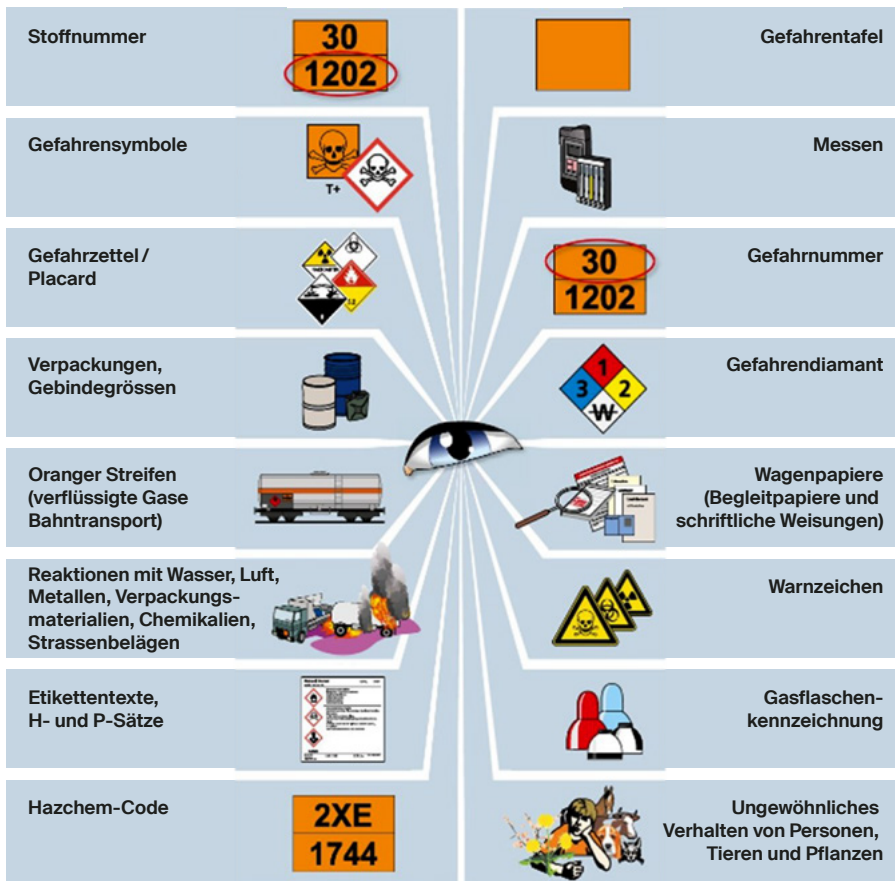


Abb.24: Objektive Gefahrenerkennung (FKS)

Gefahrenbeurteilung

Die Beurteilung der Gefährdung und das Festlegen der notwendigen Massnahmen erfordern Fachkompetenz. Dazu sind oft nur Fachspezialistinnen/Fachspezialisten in der Lage.



Abb.25: Gefahrenabschätzung bei Chemikalien aufgrund des Aggregatzustandes (FKS)

Ohne genaue Stoffkenntnisse lässt sich die Gefahr bei Chemikalien anhand des Aggregatzustandes grob abschätzen. Bei radioaktiver oder biologischer Gefährdung ist eine Abschätzung mittels dieser Tabelle nicht möglich.

Bei Rettungen aus Trümmerlagen stellen alle gefährlichen Gase und Dämpfe, welche schwerer als Luft sind, durch das Absinken in Untergeschosse, Schächte, Kanäle und Senken ein besonderes Risiko dar. Ohne technische Massnahmen (z. B. durch Belüftung oder Absaugen) verbleiben sie in der Tiefe und sind eine ständige Bedrohung für die Retter/innen und die eingeschlossenen Personen.

Eine objektive Beurteilung gemessener Werte (z. B. Messwerte von Gaswarngeräten oder von Dosimetern) ist in der Regel nur durch eine Fachperson möglich. Diese Geräte dienen den Rettenden in erster Linie als **Frühwarnsysteme**. Sie lösen bei einer vordefinierten, noch nicht gefährlichen Konzentration automatisch Alarm aus. So haben die Retter/innen genügend Zeit, die Gefahrenzone rechtzeitig zu verlassen und sich in Sicherheit zu begeben.

Sicherheitsmassnahmen

Allgemeine Sicherheitsregeln:

- Sind Gefahrenstoffe erkannt oder werden solche aufgrund der Gebäudenutzung erwartet, muss die Rettungsaktion unterbrochen, die Gefahrenzone geräumt, abgesperrt und eine Beurteilung durch eine/n Fachspezialistin/Fachspezialisten durchgeführt werden
- Bei Brand, Rauch oder Explosionsgefahr erfolgt der Einsatz nur unter Leitung der Feuerwehr

Allgemeine Grundsätze

- Gründliche Erkundung durchführen.
- Informationen von Hausbewohnerinnen/Hausbewohnern, Eigentümerinnen/Eigentümern, Firmenbesitzerinnen/Firmenbesitzern usw. einholen.
- Im Zweifelsfall immer Fachexpertinnen/Fachexperten beiziehen.
- Gefahren/Gefahrenstellen erkennen, evtl. Messungen durchführen.
- Risiko-Nutzenanalyse durchführen. Ist das Risiko zu hoch:
- No-Go-Einsatz abbrechen.
- Immer vom schlimmsten Fall ausgehen.
- Gefahrenstelle absperren bzw. Gefahr isolieren.

- Eigenes Team kennen – nur Handlungen vornehmen, die sicher sind und beherrscht werden.
- Eine Kontamination unbedingt vermeiden.
- Windrichtung und Topographie beachten.
- Verhaltensregeln definieren und bekanntgeben.
- Kein Essen, Trinken oder Rauchen in der Gefahrenzone.
- Mittel für eine einfache Grobdekontamination bereithalten.
- Kontaminationsverschleppung verhindern.
- Keine Verbrennungsmotoren in geschlossenen oder engen Räumen einsetzen. Aggregate mit genügend Abstand aufstellen.
- Löschmittel bereithalten.

Persönliche Schutzausrüstung

Persönliche Schutzausrüstung konsequent tragen:

- Lange, geschlossene Kleidung.
- Handschuhe, Helm und Schutzbrille.
- Bei Staubentwicklung geeignete Schutzmaske tragen.
- Falls erforderlich: geeigneten Schutzanzug tragen.

Versorgungsleitungen

Sicherstellen, dass die Wasser-, Elektrizitäts- und Gasleitungen zum Einsatzziel abgestellt sind.



Abb. 26: Beispiel eines Mehrgaswarngerätes (links) (MSA) und eines Dosimeters (rechts)

Gefahrenwarngerät = Lebensversicherung

- Beim Ein- und Vordringen in Trümmern und in geschlossenen Räumen immer ein Mehrgaswarngerät (Messen von brennbaren Gasen, Sauerstoffgehalt, Kohlenmonoxyd und Schwefelwasserstoff) mitführen.
- Schächte vor dem Einstieg zuerst mit dem Gaswarngerät von oben überprüfen.
- Werden radioaktive Stoffe vermutet, immer ein Dosimeter mitführen.
- Das Gefahrenwarngerät trägt die vorderste Person.
- Bei Alarm des Gerätes Gefahrenzone sofort verlassen.

Bei einem Alarm des Gefahrenwarngerätes Gefahrenzone sofort verlassen, Messwerte interpretieren (durch eine fachkompetente Person) und das weitere Vorgehen festlegen.

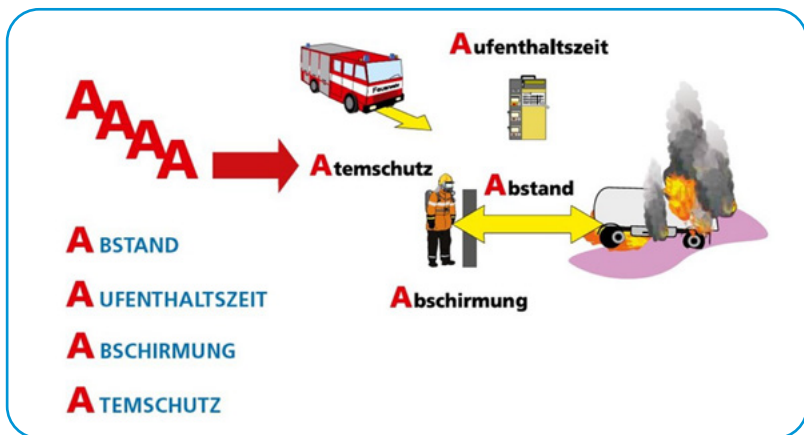


Abb. 27: 4-A-Regel (FKS)

4-A-Regel

- Abstand zur Gefahrenquelle möglichst gross halten.
Faustregel bei Explosionsgefahr: Sicherheitsabstand von 200 m einhalten
- Aufenthaltszeit in der Gefahrenzone möglichst klein halten.
- Deckungen ausnutzen.
- Falls erforderlich: geeignete Atemschutzmaske tragen.

Belüften

- Arbeiten mehrere Retter/innen in engen, schlecht belüfteten Räumen, kann der Sauerstoffgehalt in der Luft schnell abnehmen.
- Mit einem einfachen Lüftungsgerät kann von aussen laufend frische Luft zugeführt, Staub wegtransportiert und so das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Retter/innen verbessert werden.



Abb. 28: Beispiel eines einfachen Belüftungsgeräts (RAMFAN)

Spezielle Gefahren für eingeschlossene Personen

Von den Gefahren und Risiken sind nicht nur die Einsatzkräfte, sondern besonders auch in den Trümmern eingeschlossene Personen betroffen, welche in einem Notfall nicht flüchten können.

Ursache von Gefahren / Risiken können dabei auch die Retter/-innen sein.

Gefahren durch Rettungsarbeiten

- Einbrechen von Hohlräumen, Herunterstürzen von Trümmern.
- Erstickungsgefahr durch Einrieseln von Feinmaterial oder Eindringen von Wasser (z. B. Wasser zum Kühlen/Schmieren von diamantbestückten Werkzeugen).
- Verletzungsgefahr durch Rettungsgeräte (Bohr- und Abbauhämmer, Motorsäge, Schneidbrenner usw.).
- Gefahr durch eindringende Abgase von Verbrennungsmotoren.

- Gefahr der Selbstaufgabe einer eingeschlossenen Person. Nimmt ein Opfer Aktionen an der Trümmeroberfläche wahr, erhält von den Rettenden aber keine Bestätigung, dass es lokalisiert wurde und seine Rettung im Gang ist, sinkt oder erlischt sein Überlebenswille in der Regel sehr schnell. (Gefühl, alleingelassen bzw. nicht entdeckt und endgültig verloren zu sein).

Sicherheitsmassnahmen bei Rettungsarbeiten zum Schutz eingeschlossener Personen

Dem Schutz eingeschlossener Personen ist grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Es wäre tragisch, wenn sie durch vermeidbare taktische oder technische Fehler des Rettungsteams unnötig zu Schaden kommen würden.

Taktisches Grundverhalten

Taktisches Vorgehen anpassen:

- Beim Festlegen der Einsatzachse immer die Sicherheit der eingeschlossenen Person berücksichtigen. Allenfalls Umwege in Kauf nehmen.
- Mit der georteten Person Kontakt aufnehmen und während der ganzen Rettungsaktion halten.

Erschütterungen

- Zonen mit potentiell verschütteten Personen vorsichtig begehen (insbesondere Trümmerkegel/ Randtrümmer aus feinkörnigem Material). Nicht ohne Vorabklärungen auf Trümmerkegeln herumtrampeln.
- Erschütterungen und starke Vibrationen vermeiden (z. B. schwere Bohr- und Abbauhämmer).
- Solange Personen unter den Trümmern vermutet werden, Trümmerlage nie mit schweren Baumaschinen befahren!

Öffnen von Trümmern

Grundannahme: Hinter jedem Hindernis kann sich eine lebende Person befinden!

- Vor dem Öffnen von versperreten Räumen immer zuerst vorsichtig eine Sonderbohrung/-öffnung erstellen und mit einer Teleskopkamera abklären ob sich dahinter eine eingeschlossene Person befindet (Feinortung). Wenn ja, genaue Lage der Person ermitteln.
- Müssen Trümmer direkt über, neben oder unter einer eingeschlossenen Person geöffnet werden, immer eine «saubere Technik» (Clean Cut) anwenden (verhindern, dass Trümmer, Staub, Flüssigkeiten in den Hohlraum eindringen)
- Person vor dem Einfluss gefährlicher Rettungsgeräte schützen.

Rettungseinsätze in Trümmerlagen erfordern nicht nur Kraft und Entschlossenheit, sondern auch Voraussicht und Sensibilität.

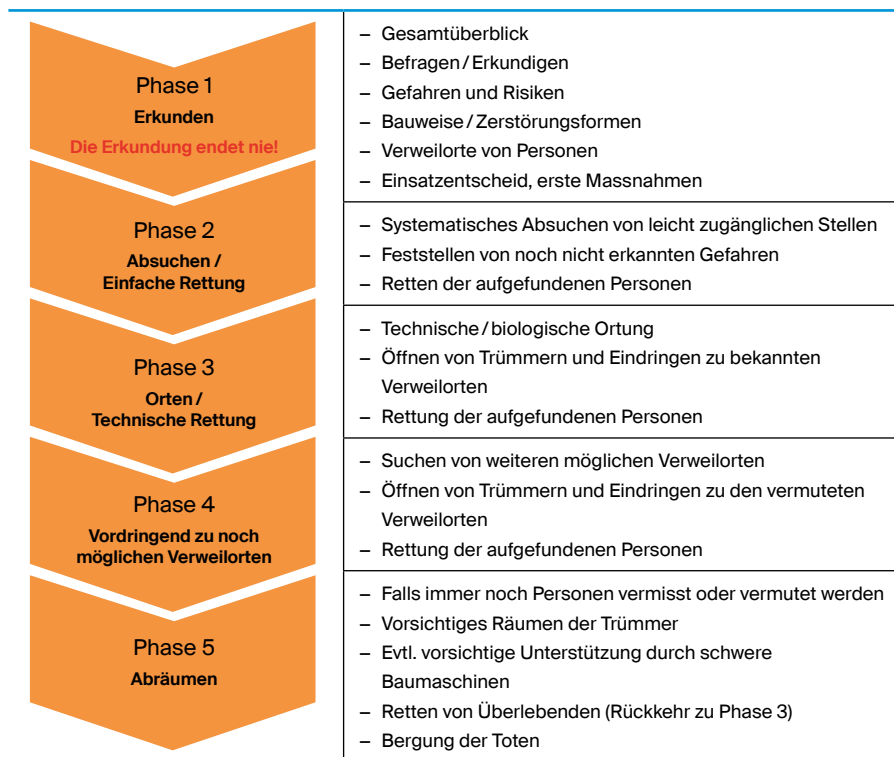
Einsatztaktik / Einsatztechnik

Einsatzprozesse

Für USAR-Teams gibt es zwei bekannte Einsatzprozesse:

- Die **5-Phasen-Methode** ist altbewährt. Sie wurde bereits im zweiten Weltkrieg entwickelt und konzentriert sich auf den Einsatz an einem zugewiesenen Einsatzziel.
- Die **5-Assessment-Search-and-Rescue-Level-Methode** (ASR-Levels) gemäss INSARAG-Guidelines ist grundsätzlich mit der 5-Phasen-Methode vergleichbar. Der Prozess umfasst aber nicht nur den Ortungs- und Rettungseinsatz am Einsatzziel, sondern beginnt bereits im Vorfeld bei der Raum- und Sektorerkundung zum Abgrenzen von Sektoren und Definieren potentieller Einsatzziele.

Überblick 5-Phasen-Methode



Überblick ASR-Level-Methode

ASR-Level	Bezeichnung	Ziel	Ausführung wer / wo
1	Grossräumige Erkundung	Erster Überblick. Sektoreneinteilung und Erstellung eines Arbeitsplans.	Führungsorgan / Ersthelfer/innen / USAR-Teams

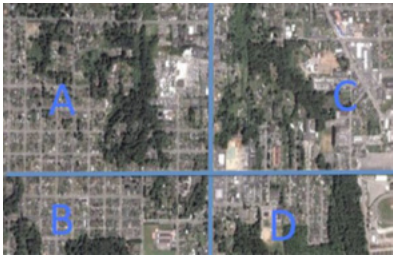


Abb. 29: Beispiel Aufteilung eines Schadenraumes in die Sektoren A-D (INSARAG)

2	Sektorenerkundung	Identifizieren von möglichen und erfolgversprechenden Einsatzstellen im Sektor.	USAR-Teams im zugewiesenen Sektor.
---	-------------------	---	------------------------------------

Erkunden und beurteilen

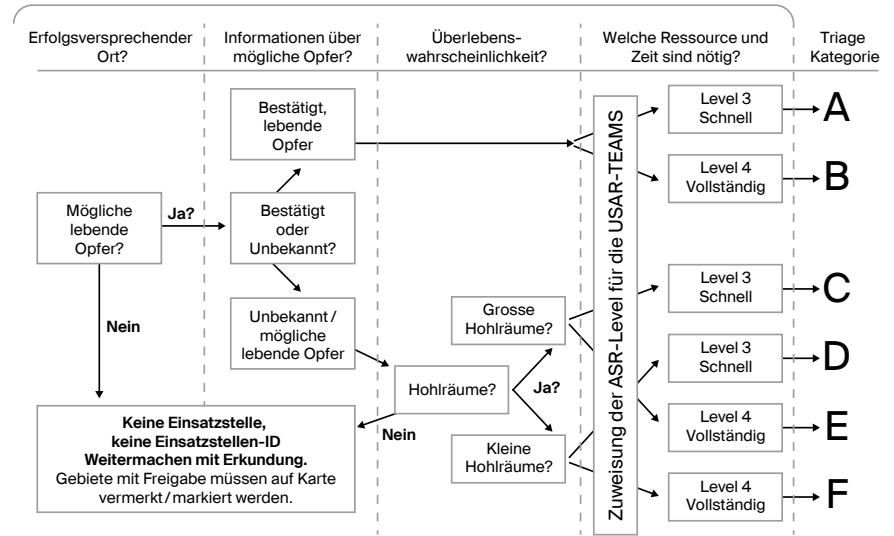


Abb. 30: Entscheidungsprozess zum Triagieren möglicher Einsatzziele (INSARAG)

ASR-Level	Bezeichnung	Ziel	Ausführung wer / wo
-----------	-------------	------	---------------------

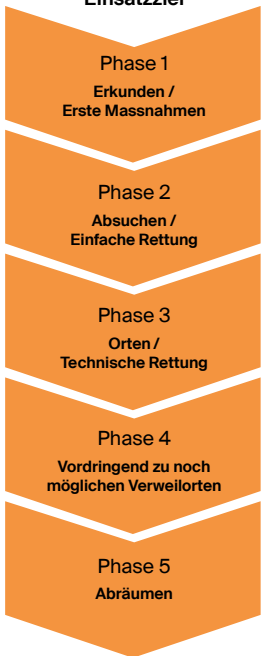


Abb. 31: Beispiel potenzieller Einsatzziele (A-1, A-2, A-3, A-4) im Sektor A (INSARAG)

3	Primäre Suche und Rettung	Schnelle Suche und Rettung / Max. der möglichen Lebendrettungen!	USAR-Teams an der Einsatzstelle.
4	Sekundäre Suche und Rettung	Vollständige Suche, mit allen Mitteln der USAR-Teams, für Lebendrettung.	USAR-Teams an der Einsatzstelle.
5	Vollständige Suche und Rettung	Vollständige Suche nach Lebenden und Toten. Abtragen von Trümmern.	Führungsorgan / USAR-Teams

Über die Sektorbildung und die Auswahl der definitiven Einsatzziele entscheiden nicht die USAR-Teams, sondern das zuständige Führungsorgan.

Vergleich ASR-Level-Methode mit 5-Phasen-Methode

ASR-Level-Methode		5-Phasen-Methode
1	Grossraum Erkundung	Konzentration auf das Einsatzziel 
2	Sektor Erkundung	
3	Einsatzziel Primäre Rettung	
4	Einsatzziel Sekundäre Rettung	
5	Einsatzziel Vollständige Rettung	

Diese Dokumentation konzentriert sich grundsätzlich auf den Ortungs- und Rettungseinsatz an einem zugewiesenen Einsatzziel. Als Einsatzprozess wird deshalb die **5-Phasen-Methode** verwendet.



Phase 1
Erkunden /
Erste Massnahmen

Phase 1: Erkundung und erste Massnahmen

Zweck der Zielerkundung

Detaillierte Informationen über die Lage eines Einsatzziels (in der Regel ein Gebäude) und in dessen unmittelbarer Umgebung beschaffen.

Die Zielerkundung dient als Grundlage für

- den definitiven **Einsatzentscheid**,
- das Auslösen (weiterer) Sofortmassnahmen,
- die Organisation und die Einrichtungen am Einsatzziel,
- das Sicherheitskonzept und die Notfallorganisation,
- das Ausführen erster Sofortrettungen und Sicherungsmassnahmen,
- das Festlegen des weiteren Vorgehens.

Aus diesem Grund muss die erste Zielerkundung möglichst umfassend sein.

Vorgehen und Inhalt der Zielerkundung

Vorgehen

- Trümmerlage zuerst nur von aussen beurteilen (Rundgang); Trümmer und Trümmerschatten vor einer ersten Sicherheitsbeurteilung **nicht** betreten, Trümmerlage nicht verändern!
- Für die Erkundung gefährlicher oder unzugänglicher Zonen eignen sich besonders moderne Drohnen.
- Erkundung nicht alleine durchführen, sondern mit einem Team (Zugführer/innen, Gruppenführer/innen, REDOG, Spezialistinnen/Spezialisten usw.)

- Trümmer begehen, aber nicht in die Trümmer eindringen.
- Befragen von Bewohnerinnen/Bewohnern, Geschäfts- oder Firmenbesitzerinnen/-besitzern, Nachbarinnen/Nachbarn usw.
- Beobachten mit Auge, Ohr und Nase.
- Skizze erstellen, Resultate festhalten.

**Die Erkundung endet nie!
Sie wird während des ganzen Einsatzes fortgesetzt.**

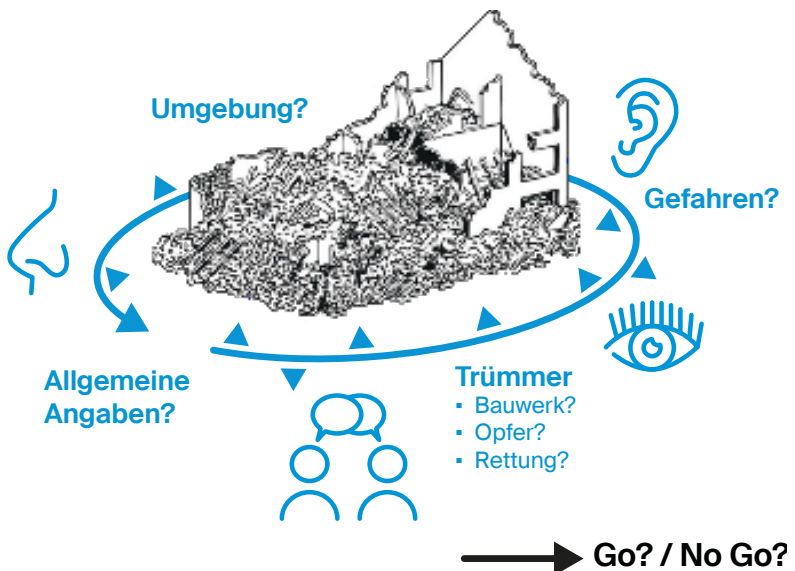


Abb.32: Erkunden des Einsatzziels

Beurteilungskriterien	Bemerkungen
Allgemeine Angaben – Adresse und Koordinaten des Einsatzziels? – Abgrenzung? – INSARAG-ID (Identifikation)? – Hausbesitzer/in, Kontaktpersonen? – Vorher eingesetzte USAR-Teams?	zugewiesene ID-Nummer Absprache(rapport), Informationen
Gebäude / Trümmer – Bauwerk? – Schadenklasse? – Reststabilität? – Was geschieht bei Erschütterungen/Nachbeben? – Fluchtwege?	Konstruktion, Baugrund, Stockwerke, Nutzung, Eingänge usw. siehe Seite 26
Gefahren – Gefahren durch Trümmer? – Wasser, Erdgas, Elektrizität Kanalisation? – Feuer, Rauch? – Gefahrenstoffe? – Absturzgefahr? – Weitere Gefahren?	Was kann herunterfallen, einstürzen, umkippen, abrutschen Trümmerwurfbereiche
Opfer – Anzahl lebende/ tote Opfer? – Aufenthaltsorte? – Hohlräume vorhanden? – Überlebenswahrscheinlichkeit? – Eindringmöglichkeiten, Rettungstechnik, Aufwand? – Chancen und Risiken einer Rettung?	bekannt/unbekannt, vermisst, vermutet bekannt/unbekannt, vermutet Wahrscheinlich: bei grossen Trümmern Unwahrscheinlich: bei kleinen, dicht gelagerten Trümmern
Umgebung – Gefahren? – Zugänglichkeit? – Sichere Aufenthaltsorte? – Standorte für Schadenplatz-einrichtungen? – Bevölkerung? – Nachbarformationen?	

Beurteilungskriterien	Bemerkungen
Vorgesetzte Stelle, Basierungen – Vorgesetzte Führungsstelle (Schadenraum- / Abschnitts-kommando)? – Übergeordnete Einrichtungen? – Logistik? – Funktionierende Verbindungsmittel?	Verbindungen, Verbindungsmittel Rettungsdienst, Spital, Sammelstelle im Sektor / Raum Transport, Verpflegung, Material Funk, Mobilfunk usw.

Erste Entscheide und Massnahmen

Nach oder allenfalls bereits während der Zielerkundung müssen erste Entscheide gefällt und erste Massnahmen ergriffen werden. Wenn es die Sicherheit zulässt, können diese Massnahmen teilweise parallel durchgeführt werden.

Definitiver Einsatzentscheid

Der definitive Einsatzentscheid kann erst nach einer **eigenen** Erkundung gefällt werden. Den Einsatz ohne eigene Abklärungen nur auf Grundlage einer Fremderkundung durchzuführen, ist heikel.

GO: Der Einsatz ist **sicher** und **erfolgsversprechend**

NO GO: Der Einsatz ist zu **gefährlich** oder es werden **keine Personen** vermisst

Das Team ist für seine Sicherheit verantwortlich und entscheidet. Die eigene Sicherheit hat oberste Priorität. Ist das Risiko zu hoch, darf der Einsatz nicht geleistet werden – selbst wenn feststeht, dass lebende Personen in den Trümmern eingeschlossen sind. Für den Entscheid müssen auch die Zeitverhältnisse berücksichtigt werden:

- Wie lange werden die Rettungsmassnahmen etwa dauern?
- Wie lange werden sich die Retter/innen dabei in Gefahrenzonen aufhalten müssen?

Sofortrettungen

Werden bei der Zielerkundung bereits erste Opfer auf der Trümmeroberfläche entdeckt, sollte die Rettung so schnell wie möglich erfolgen. Sie muss aber gefahrlos möglich sein und schnell ausgeführt werden können. Erfahrungsgemäss sind diese einfachen Rettungen aber bereits kurz nach dem Beben und vor dem Eintreffen der Rettungskräfte durch Angehörige oder Nachbarinnen/Nachbarn ausgeführt worden.

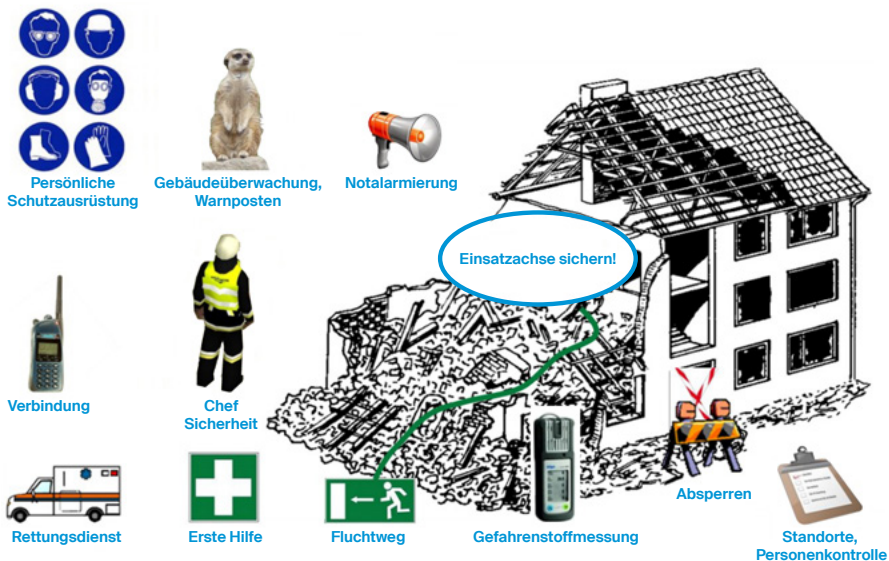


Abb.33: Überblick Sicherheits- und Notfallmassnahmen

Sicherheits- und Notfallkonzept

Die Sicherheits- und Notfallmassnahmen müssen allen Teammitgliedern klar kommuniziert, laufend überprüft und die Einhaltung muss kontrolliert und durchgesetzt werden:

- Besondere Gefahren und Risiken am Einsatzziel.
- Verhalten im Rettungseinsatz und in einem Notfall.

Details betreffend Sicherheit und Sicherheitsmassnahmen siehe ab Seite 22 (Sicherheit in Trümmernlagen).

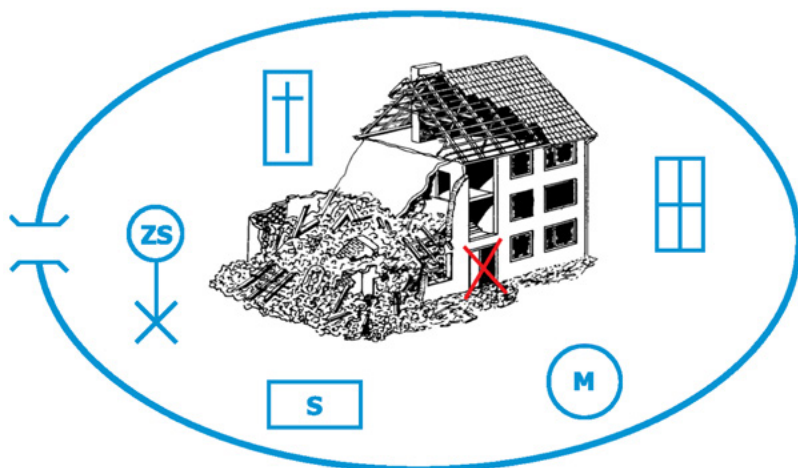


Abb. 34: Wichtige Schadenplatzeinrichtungen am Einsatzziel

Schadenplatzeinrichtungen

Wichtige Einrichtungen am Einsatzziel sind:

- Kommandopost Front
- Materialdepot
- Sammelplatz
- Patientensammelstelle
- Totensammelstelle

Markierung des Einsatzziels (Workside Marking)

Die Kennzeichnung des Einsatzziels wird zu Beginn des Einsatzes begonnen, während des Einsatzes ergänzt und nach Abschluss aller Arbeiten beendet. Dabei ist es möglich, dass am Einsatzziel bis zum Abschluss nicht nur ein, sondern nacheinander mehrere USAR-Teams eingesetzt werden. Die nachfolgenden Teams führen die begonnene Markierung laufend weiter.

Wichtige Punkte:

- Die Markierung wird an der Vorderseite oder am Haupteingang des Einsatzziels / Gebäudes angebracht. Ist dies nicht möglich, kann mit einem Pfeil die Lage des Einsatzziels angegeben werden.
- Die Markierung wird in der Regel mit oranger Farbe (wasserfestem Spray, Baufarbe usw.) aufgetragen (der Kontrast zum Untergrund ist wichtiger als die Farbe).
- Die Grösse des Rechtecks beträgt Länge x Höhe = 1,2 m x 1,0 m.
- Angaben innerhalb des Rechtecks:
 - ID des Einsatzziels (ca. 40 cm hoch)
 - ID des USAR-Teams (ca. 10 cm hoch)
- Abgeschlossener ASR-Level (ca. 10 cm hoch)
- Datum (ca. 10 cm hoch)
- Angaben ausserhalb des Rechtecks:
 - Bekannte Gefahrenstoffe (oben)
 - Triagekategorie (unten)
- Links und rechts des Rechtecks können weitere Angaben (z. B. über gerettete / geborgene oder noch vermisste Personen) angebracht werden.
- Werden keine Personen mehr vermisst oder vermutet bzw. keine weiteren Rettungsarbeiten (z. B. aufgrund von Risiken) mehr ausgeführt, wird der Abschluss des Einsatzziels mit einem horizontalen Strich in der Mitte des Rechtecks markiert.

Weitere Details und Beispiele sind in den Originaldokumenten der INSARAG-Guidelines enthalten.

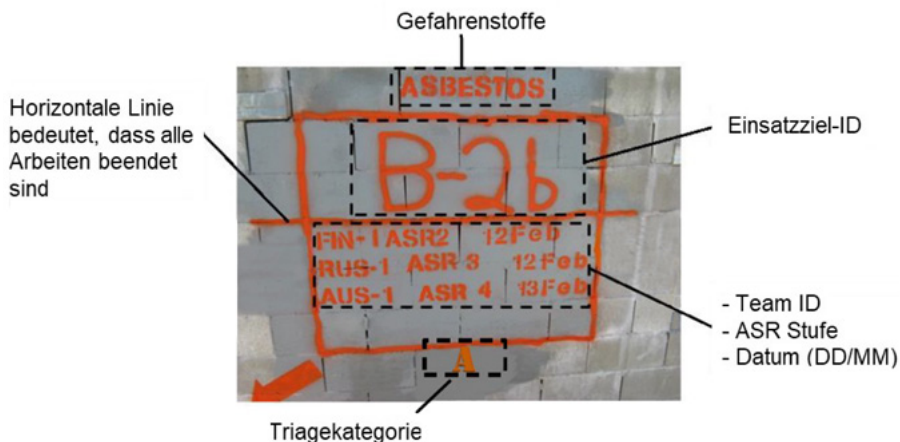


Abb. 35: Markierung des Einsatzziels gemäss INSARAG-Guidelines (Beispiel)

*Schnellfreigabemarkierung
(Rapid Clearance Marking RCM)*

Im Schadenraum werden nur durch das Führungsorgan für den Einsatz freigegebene Einsatzziele markiert. Alle anderen Orte und Objekte im vom Erbeben betroffenen Gebiet bleiben ohne Markierung. Um ein mehrfaches Absuchen solcher Stellen durch verschiedene Teams und damit einen Zeitverlust zu vermeiden, kann es sinnvoll sein, solche Stellen (z. B. in der Umgebung von Einsatzzielen) ebenfalls zu markieren. Meist handelt es sich um kleine Objekte (z. B. Fahrzeuge, Schuppen usw.) oder begrenzte Flächen (z. B. kleine Schuttkegel).

Dazu dient das «Rapid Clearance Marking» gemäss INSARAG. Diese Markierung darf nur angebracht werden, wenn die Stelle vollständig und schnell abgesucht werden kann und nach dem Absuchen deutliche Beweise vorliegen, das keine lebenden Opfer mehr vorhanden sind (ASR-Level 5 bzw. Phase 5 ist abgeschlossen).

Als Markierung wird eine Raute (ca. 20 × 20 cm) und gut sichtbare Farbe verwendet.



C bedeutet: Es sind keine lebenden oder toten Personen mehr vorhanden («Clear»)



D bedeutet: Es konnten nur noch tote Personen festgestellt werden («Deceased Only»)



**AUS-1
07JUL**

Unterhalb der Markierung werden die Bezeichnung des USAR-Teams und das Datum geschrieben. In diesem Beispiel hat das Team «AUS-1» das Objekt abgesucht und am 7. Juli mit «Clear» abgeschlossen.

Weitere Details und Beispiele sind in den Originaldokumenten der INSARAG-Guidelines enthalten.

Weitere mögliche Massnahmen

- Absperren/ Markieren von Arbeits- und Gefahrenzonen.
- Ausführen erster Sicherungs- und Abstützmassnahmen.
- Organisieren des USAR-Teams.



Abb.36: Beispiele von Schnellfreigabemarkierungen (INSARAG)

Einfache Rettung

Absuchen und einfache Rettung

Ziele der Phase 2

- Auffinden aller Opfer im Bereich der Oberfläche und an leicht zugänglichen Stellen.
- Fortführen der Zielerkundung, insbesondere Feststellen von noch nicht erkannten Gefahren.
- Retten/Bergen von nicht oder nur leicht verschütteten bzw. leicht blockierten Opfern.

Absuchen

Vorbereitung und Organisation

- Suchbereich abgrenzen.
- Für absolute Ruhe auf dem Schadenplatz sorgen.
- Retter/innen ausrüsten mit Handlampen, Markiermaterial, Sanitätsmaterial und einfachem Mehrzwecktool.
- Retter/innen mit 2 bis 3 Meter Abstand von Person zu Person auf einer Linie sammeln, Chef/in in der Mitte oder
- Trupps von 2 bis 3 Rettenden bilden und Suchbereiche zuordnen.

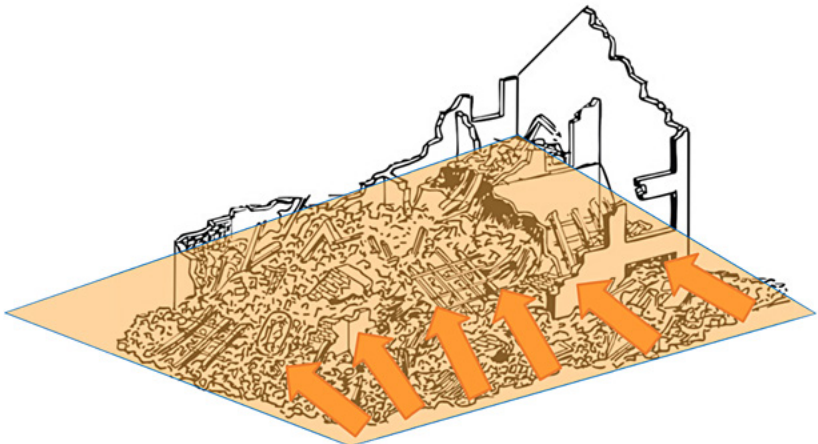


Abb. 37: Absuchen des Einsatzziels

Durchführung

- Alle frei zugänglichen oder direkt einsehbaren Oberflächen, Öffnungen und Räume des Trümmerbereichs und der Gebäude systematisch durchkämmen und mit Auge und Ohr absuchen.
- Vom Trümmerrand ins Zentrum, bei begehbaren Gebäuden vom Keller aus, Etage für Etage nach oben arbeiten.
- Auf versteckte Gefahren und Gebäudeschäden achten.
- Keine Trümmer verändern, nicht in Trümmer eindringen.
- In dunkle Öffnungen oder Räume leuchten und horchen.
- Gefundene Gegenstände markieren.
- Trümmer und Gebäude fertig absuchen.

Beim Auffinden von Opfern:

- **Sofort** dem/der Chef/in des Einsatzziels melden!
- Person betreuen und befragen, falls erforderlich, erste, lebensrettende Sofortmassnahmen ergreifen.
- Ein/e Retter/in bleibt bei der Person. Sie darf **nie** alleine gelassen werden.
- Bei einer bewusstlosen Person immer davon ausgehen, dass sie noch lebt, auch wenn durch die Retter/innen keine Lebenszeichen mehr wahrgenommen werden können.

Ist der Tod eines Opfers aufgrund seiner Verletzungen für den Laien nicht offensichtlich erkennbar, darf er nur durch eine medizinische Fachperson bestätigt werden!

Einfache Rettung

In der Phase 2 werden von den gefundenen Opfern grundsätzlich nur diejenigen gerettet, bei welchen die Rettung schnell und ohne schwere Mittel erfolgreich durchgeführt werden kann. Aufwändiges Öffnen und Vordringen in Trümmern sind nicht vorgesehen.

Wichtig ist eine rechtzeitige medizinische Versorgung verletzter Opfer (wenn möglich noch in den Trümmern) durch eine qualifizierte Person des USAR-Teams und eine schnelle Übergabe an den lokalen Rettungsdienst.

Mit der Phase 2 **endet** grundsätzlich der Einsatz eines Light-USAR-Teams.





Phase 3: Teil «Ortung»

Allgemeines, Ziele

Können die Aufenthaltsorte von in den Trümmern eingeschlossenen Opfern nicht bereits beim Absuchen festgestellt werden (z. B. aufgrund zuverlässiger Zeugenaussagen, visuell durch bestehende Öffnungen in den Trümmern oder durch Rufen/ Klopfen der Opfer selber) müssen sie mit speziellen Methoden geortet werden.

Für ein Medium-USAR-Team ist die Fähigkeit, eine Ortung professionell durchzuführen, ein zentraler Erfolgsfaktor. Eine kompetente und gut ausgerüstete Ortungsgruppe sollte deshalb fester Bestandteil des USAR-Teams sein. Ist dies nicht möglich, muss eine Ortungsgruppe besonders zu Beginn des Einsatzes

am Einsatzziel zur Verfügung stehen. Wird die Ortungsgruppe nur temporär zur Zusammenarbeit zugewiesen, muss zwischen dem/ der Chef/in der Ortungsgruppe und dem/der Chef/in des Einsatzziels zwingend ein geordneter Abspracherapport stattfinden.

Kann mit der georteten Person Kontakt aufgenommen werden, gilt es, diesen bis zum Abschluss der Rettungsarbeiten aufrecht zu erhalten. Die eingeschlossene Person kann eine wertvolle Informationsquelle sein (z. B. über weitere Opfer, Gefahren, Zugangsmöglichkeiten usw.).

Eine geortete Person darf nie alleine gelassen werden! Ein/e Retter/in muss vor Ort bleiben und den Kontakt ständig aufrecht erhalten (durch Sprechen, Rufen, Klopfen usw.).

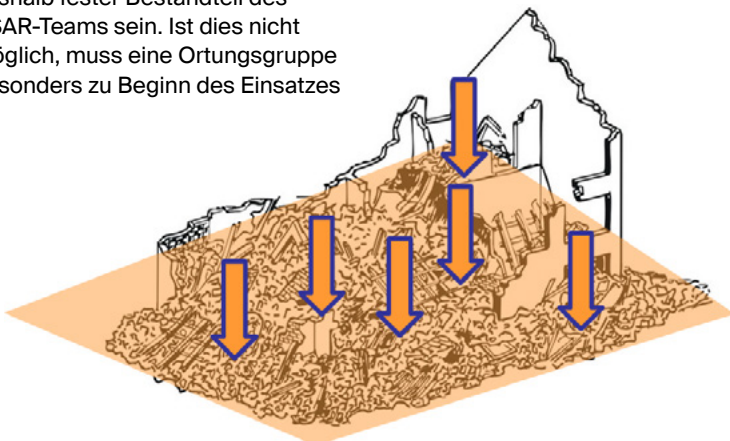
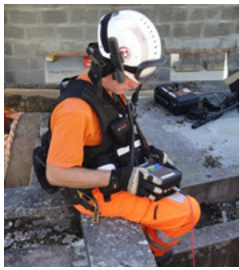
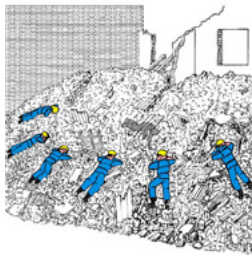


Abb. 38: Ortung von in den Trümmern eingeschlossenen Personen

Übersicht Ortungsmethoden

Kynologische Ortung	Technische Ortung	Behelfsmässige Ortung
 – Ortung mit Rettungshunden – Sehr zuverlässig – Mehrjährige Ausbildung erforderlich	 – Ortung mit technischen Geräten – Zuverlässigkeit systemabhängig – Meist längere Ausbildung erforderlich	 – Ortung mit der Klopf-Ruf-Horch-Methode – Opfer müssen noch antworten können – Sehr einfach, auch für nicht ausgebildete Personen

Je nach Situation werden die kynologische und die technische Ortung kombiniert eingesetzt. Hauptpartner für den Zivilschutz in der Schweiz ist der Verein für Such- und Rettungshunde REDOG. Er verfügt, mehr oder weniger flächendeckend, über gut ausgebildete Teams für die kynologische und für die technische Ortung.

Kynologische Ortung

Die Hundenasen mit ihrem exzellenten Riechvermögen ist auch heute – trotz grosser technologischer Fortschritte – immer noch das beste Hilfsmittel, wenn es darum geht, in einem Trümmerhaufen menschliche Witterung aus tausenden von anderen Gerüchen herauszufiltrieren und genau zu lokalisieren. Rettungshunde sind sehr ausdauernd und lassen sich in ihrer Arbeit durch nichts ablenken. Sie zeigen ihrem/ ihrer Hundeführer/in den Fundort entweder durch Bellen und/ oder Scharren an.

Eine Ortungsgruppe besteht in der Regel aus einem/einer Gruppenleiter/-in und aus zwei Suchteams (2 x Hundeführer/-in und Hund). Eine Anzeige des ersten Hundes muss immer von einem zweiten Hund bestätigt werden.

Rettungshunde zeigen in der Regel nur lebende Opfer an. REDOG verfügt aber auch über speziell ausgebildete Leichensuchhunde.

Je nach Situation ist das Suchteam auf die Unterstützung durch die Retter/innen angewiesen:

- Bohren von zusätzlichen Geruchsöffnungen.
- Sichern des Suchteams (Hundeführer/-in und Hund) gegen Absturz.
- Hilfe bei Zugängen über schwieriges Gelände oder Leitern.
- Transport des Suchteams mit seilunterstützten Methoden.
- usw.

Technische Ortung

Die technische Ortung wird eingesetzt

- wenn Rettungshunde nicht verfügbar sind,
- der Einsatz von Rettungshunden aus Sicherheitsgründen nicht möglich ist,
- in Kombination mit Rettungshunden,
- zur Feinortung von eingeschlossenen Personen (siehe Seite 65).

Übersicht über mögliche Ortungsgeräte:



Abb. 39: Beispiel eines Horchgerätes (Leader)

Horchgerät

- Hochsensible Sensoren werden systematisch auf den Trümmern installiert
- Die Geräte können leiseste Geräusche wahrnehmen
- Die Geräusche werden für den/die Operateur/-in verstärkt
- Mit einem akustisch-geometrischen Verfahren kann der/die Operateur/-in die Lage des Opfers bestimmen und mit Klopfenzeichen Kontakt aufnehmen



Abb. 40: Beispiel einer Searchcam (Savox)

Suchkamera

- Teleskopierbar
- Schwenkbarer Kamerakopf mit Scheinwerfer, am Griff bedienbar
- Abnehmbarer Bildschirm
- Teilweise mit integrierter Wechselsprechanlage, um mit dem Opfer auf Distanz sprechen zu können
- Besonders für die Feinortung erforderlich, um vor dem Öffnen der Trümmer die genaue Lage und den Zustand des Opfers abklären zu können
- Im Notfall kann auch eine einfache Inspektionskamera aus dem Bausektor dienen

Wärmebildkamera

- Bei Staub, Rauch oder mit Staub bedecktem Opfer
- Standardausrüstung der Feuerwehr



Abb. 41: Beispiel einer Wärmebildkamera (Savox)

Bio-Radar

- Detektieren menschlicher Vitalfunktionen (Atmung, Herzschlag usw.) mit Hilfe von Radarwellen
- Bei Rettungen aus Trümmerlagen gibt es mit solchen Geräten noch wenig Erfahrungen



Abb. 42: Beispiel Bio-Radargerät (MEDER)

Eine weitere, technische Ortungsmöglichkeit kann das Mobilfunknetz sein. Durch Anrufen auf die Mobilnummer einer vermissten Person oder mit einer Ortung des Mobiltelefons durch den Provider kann der Standort des Opfers zumindest grob lokalisiert werden. Bedingung ist allerdings, dass das Mobilfunknetz noch funktioniert, was nach einem schweren Erdbeben eher unwahrscheinlich ist.

Behelfsmässige Ortung (Klopf-Ruf-Horch-Methode)

Die **Klopf-Ruf-Horch-Methode** wird eingesetzt, wenn keine professionelle Ortungsgruppe zur Verfügung steht. Die Methode ist sehr einfach, muss aber absolut diszipliniert geführt werden. Sind die unter den Trümmern eingeschlossenen Opfer noch in der Lage, sich durch Rufen oder Klopfen selber bemerkbar zu machen, können mit dieser Methode auch ohne Spezialmittel schnell Erfolge erzielt werden.

Vorbereitung und Organisation

- Ortungsbereich abgrenzen.
- Für **absolute** Ruhe auf dem Schadenplatz sorgen.
- Retter/innen ausrüsten mit Werkzeug zum Klopfen (Hammer, Mehrzwecktool, Eisenstange) und Markiermaterial.
- Retter/innen mit ca. 2 m Abstand von Retter/in zu Retter/in auf einer Linie sammeln, Chef/in in der Mitte oder
- Trupps von 2 bis 3 Rettenden bilden und Suchbereiche zuordnen.

Durchführung

Von rechts nach links nacheinander

- Mit hartem Werkzeug auf schallleitende Trümmer (Beton, Wasserrohre usw.) klopfen
- Rufen «Hier ist die Rettung, antworten»

Nach jedem Klopfen und Rufen horchen **alle** auf eine Antwort.

- Nicht stehen bleiben, sondern optimale Horchposition einnehmen (Ohr an Öffnungen oder schallleitende Gegenstände bringen), um auch schwache Geräusche wahrnehmen zu können
- Falls erforderlich und vertretbar: Helm oder Mützen abnehmen, um besser hören zu können

1 bis 2 m vortreten und Ortung wiederholen.

Ortung auf dem bezeichneten Trümmerfeld analog weiterführen.

Beim Wahrnehmen einer Antwort / eines Geräusches:

Links und rechts noch einmal klopfen, rufen und horchen lassen.

Mit der Person Kontakt aufnehmen.

Bei sehr schwachem Kontakt mit der Ortungsgruppe einen Kreis bilden und durch Klopfen, Rufen und Horchen die Stelle mit der besten Verbindung suchen und die Person möglichst genau lokalisieren.

Wenn keine Sprachverbindung möglich ist, einen einfachen Code vereinbaren, z.B.

- «Klopfen Sie einmal, um «Ja» zu sagen, klopfen Sie zweimal, um «Nein» zu sagen. Haben Sie mich verstanden?»
- Wird einmal geklopft, hat die Person den Code verstanden

Sofort dem/der Chef/-in des Einsatzziels melden!

Bestätigte Stelle des Opfers markieren (siehe Seite 66)

Ein/e Retter/-in bleibt vor Ort und hält mit der eingeschlossenen Person den Kontakt aufrecht.

Mit dem Rest der Gruppe wird die Ortung zu Ende geführt.

Grob-, Nach- und Feinortung

Bei der Ortung wird teilweise unterschieden zwischen einer Grob-, Nach- und Feinortung.

Je nach Lage des Opfers in den Trümmern ist zuerst vielleicht nur eine **grobe Ortung** möglich. Gelingt es Rettungshunden zum Beispiel nicht, nahe genug an das Opfer heranzukommen, zeigen sie die Stelle mit der stärksten Witterung an. Diese Stelle muss nicht unbedingt genau über dem Opfer liegen.

Um das Opfer genauer zu lokalisieren, ist während den Rettungsarbeiten aus diesen Grund allenfalls eine **Nachortung** erforderlich. Zusätzlich können Gefährdungen der eingeschlossenen Person, unnötige Rettungsarbeiten und Zeitverluste vermieden werden.

Im Nahbereich des Opfers muss mit einer Suchkamera meist eine **Feinortung** durchgeführt werden um den genauen Zustand der Person festzustellen und sie über das weitere Vorgehen und das gewünschte Verhalten informieren zu können,

- vor dem Öffnen der Trümmer die genaue Lage der Person festzustellen, damit eine geeignete Rettungstechnik angewendet und die Person vor gefährlichen Einwirkungen geschützt werden kann.

Ist im USAR-Team nicht eine ständige Ortungsgruppe verfügbar, müssen die Retter/-innen in der Lage sein, selbständig eine Feinortung durchführen zu können!

Opfermarkierung (Victim Marking)

Der vermutete Standort eines Opfers kann mit einer Opfermarkierung gemäss INSARAG auf der Oberfläche der Trümmer markiert werden. Diese Markierung ist sinnvoll

- um bei mehreren Aufenthaltsorten bzw. mehreren Opfern den Überblick zu bewahren,
- wenn Verwechslungen des genauen Standortes möglich sind,
- wenn nicht sofort mit den Rettungsarbeiten begonnen werden kann oder diese durch ein anderes USAR-Team ausgeführt werden.

Regeln für das Anbringen der Opfermarkierung:

- Markierung möglichst senkrecht über dem effektiven Aufenthaltsort des Opfers anbringen.
- Die Stelle wird mit einem grossen **V** (ca. 50 cm hoch) mit wasserfestem Spray oder Farbe markiert.
- Unterhalb des V wird zusätzlich die Anzahl der lebenden (L) und/oder toten (D) Opfer angegeben.
- Optional kann mit einem Pfeil zusätzlich die genaue Lage der Opfer angezeigt werden.
- Verändert sich die Anzahl der lebenden oder der toten Opfer, muss die Markierung entsprechend angepasst werden.

Weitere Details und Beispiele sind in den Originaldokumenten der INSARAG-Guidelines enthalten.

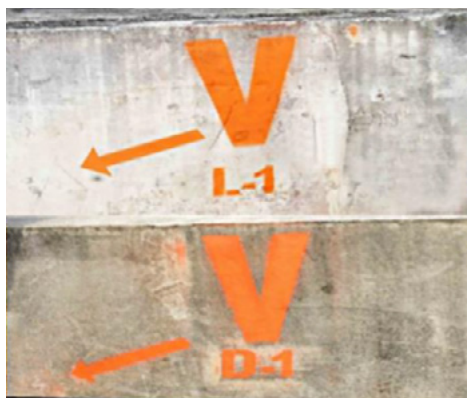
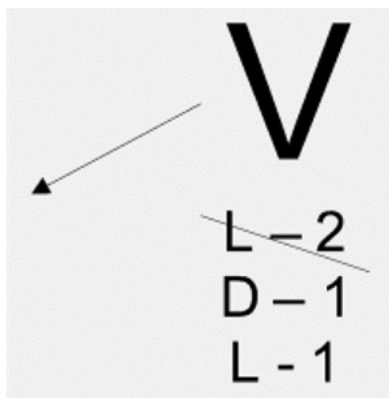
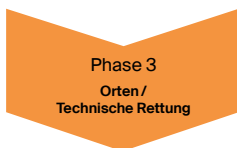


Abb. 43: Beispiele von Opfermarkierungen (INSARAG)



Phase 3: Teil «Technische Rettung»

Ziel der Technischen Rettung ist das Vordringen zu den georteten Personen mit geeigneten Methoden und technischen Geräten sowie das Retten der befreiten Personen aus den Trümmern.

Ablauf der Technischen Rettung

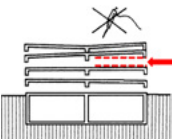
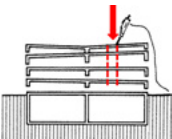
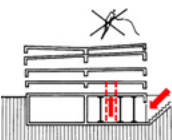
Ein möglicher Ablaufprozess der Technischen Rettung kann wie folgt aussehen:

1. Festlegen der Einsatztaktik (Lösungsprinzip) und Auftragserteilung durch den/die Chef/in des Einsatzziels (Zugführer/in Rettung).
 - Bestimmen der Dringlichkeiten und Einsatzprioritäten
 - Personaleinsatz
 - Seriell: Ausführen einer Rettungsaktion nach der andern
 - Parallel: Ausführen von zwei oder mehreren Rettungsaktionen mit mehreren Gruppen gleichzeitig
 - Zuteilung und Verantwortlichkeiten
 - Halten von Reserven / Ablösungen
 - Zuteilung der Ausrüstung
 - Zusammenarbeit mit Partnern
2. Detailplanung der Rettungsaktion/Rettungstechnik durch den/die Gruppenführer/in Rettung.
3. Erstellen der Einsatzachse durch die Rettungsgruppe.
 - Öffnen und Eindringen in Trümmer mit geeigneten Methoden und technischen Geräten bis zu der eingeschlossenen Person
 - Laufende Sicherung der Einsatzachse durch geeignete Sicherungs- und Stabilisierungsmassnahmen
4. Erstellen der Transportbereitschaft der befreiten Person am Verweilort, falls erforderlich durch eine medizinische Fachperson.
5. Retten der Person mit geeigneten Methoden über die erstellte Einsatzachse.
6. Übergabe der geretteten Person an die Betreuungsstelle bzw. an das Verletztennest oder direkt an den zuständigen Rettungsdienst.

Taktische Einsatzoptionen

Aufgrund der Ortungsergebnisse, der Erkenntnisse aus der laufenden Zielerkundung und der einsatztechnischen Möglichkeiten fasst der/die Chef/in des Einsatzziels seinen taktischen Entschluss betreffend den zeitlichen und örtlichen Einsatz seiner Mittel zum Retten der eingeschlossenen Personen aus den Trümmern. Dabei ist es sinnvoll, mögliche Lösungen nicht im Alleingang, sondern zusammen mit den Gruppenführerinnen/-führern Rettung und mit verfügbaren Fachspezialistinnen/Fachspezialisten Partnerinnen/Partnern zu suchen. Die gewählte Lösung sollte zuletzt die Kriterien Einfachheit, Machbarkeit, Sicherheit und Effizienz erfüllen.

Je nach Situation ist nicht immer der kürzeste Weg zu einer eingeschlossenen Person die beste Lösung. Anstatt mit grossem technischem Aufwand durch massive Bauelemente direkt vorzudringen, ist oft ein längerer Zugangsweg über bestehende Öffnungen, Kanäle, Schächte, Kriechgänge usw. mit weniger Hindernissen die bessere Alternative.

Zugang	Bemerkungen / Hinweise
Horizontal von der Seite  Abb. 44: (Schweizer Armee)	– Kriechgang durch Hohlräume, entlang von Unterzügen, eingestürzten Mauern oder anderen Bauteilen – Nur bei stabiler Trümmerlage – Keine belasteten Trümmer entfernen – Einsatzachse abstützen – Keine schweren Abbaugeräte einsetzen
Vertikal von oben  Abb. 45: (Schweizer Armee)	– Rettungsschacht von oben; durchbrechen von Decken, abräumen von Trümmern – Kein Durchbruch durch Unterzüge oder Träger – Keine belasteten Trümmer entfernen – Schwere Abbaugeräte nur bei stabiler Trümmerlage – Abbruchmaterial gegen Durchfallen sichern
Vertikal von unten  Abb. 46: (Schweizer Armee)	– Vertikaler Rettungsschacht von unten durch unverschüttetes Untergeschoss; durchbrechen von darüber liegenden Decken – Kein Durchbruch, wenn schwere Trümmer direkt auf der Decke liegen – Kein Durchbruch durch Unterzüge und Träger – Abstützen der Decke rund um die Durchbruchstelle – Vorsichtiges Abbrechen mit leichten Geräten – Mühsames Arbeiten über Kopf
Abtragen der Trümmerschichten  Abb. 47: (Schweizer Armee)	– Freilegen stückweise von oben nach unten – Grosse Gefahr für eingeschlossene / verschüttete Personen – Erst in der Phase 5 «Abräumen» anwenden, wenn keine Personen mehr geortet oder vermutet werden – Trümmerteile nicht herunterschleifen, sondern sorgfältig anheben und entfernen; Trümmer evtl. zerkleinern – Grosse Erschütterungen vermeiden

Vordringen bei charakteristischen Schadenelementen

Versperfter Raum



Schadensymbol



Abb. 48: Versperfter Raum (THW)

Beschreibung	Einsatzgrundsätze
– Blockierter, im Innern nicht beschädigter Raum – Ausgänge versperrt	– Frischluftzufuhr sicherstellen – Versorgungsleitungen unterbrechen – Mit eingeschlossenen Personen Kontakt aufnehmen (Bohrloch)
– Überwiegend in unteren Geschossen, besonders auch Schutzräume – Personen oft unverletzt	– Zugangsvarianten: · Freilegen der natürlichen Zugänge · Wand- oder Deckendurchbruch

Angeschlagener Raum



Schadenssymbole



Abb. 49: Angeschlagener Raum (THW)

Beschreibung	Einsatzgrundsätze
– Wände und Decken eines Raumes teilweise zerstört – Durch einseitig abgekippte Decken entsteht ein halber Raum – Trümmerteile liegen innerhalb des Raumes – Boden durch Trümmereinwirkung geschwächt – Eingeschlossene Personen meist verletzt	– Zugangsvarianten: · Über noch intakte Nebenräume · Wand- oder Deckendurchbrüche vom weniger zerstörten Bereich aus – Vordringen über geschwächte Bauteile und Trümmer vermeiden (Einsturzgefahr)

Rutschfläche



Schadensymbol



Abb. 50: Rutschfläche (THW)

Beschreibung	Einsatzgrundsätze
– Ganze, grossflächig eingestürzte Decke oder anderes Bauelement – Scharnierartig abgeklappte, schräge Fläche – Betonkonstruktionen oft nur noch über Armierungseisen mit dem Gebäude verbunden – Lage von Personen am Fusspunkt oder unter der Rutschfläche	– Zugang seitlich in den Hohlraum unter der Rutschfläche – Rutschfläche und Wand möglichst nicht bewegen oder schwächen (Einsturzgefahr) – Durchbrüche durch Rutschfläche oder Wand erst nach Prüfung und ggf. erfolgten Sicherungsmassnahmen

Schichtung



Schadensymbol



Abb. 51: Schichtung (THW)

Beschreibung	Einsatzgrundsätze
– Einsturz von mehreren Decken oder Wänden – Besteht aus mehreren Rutschflächen – Die Elemente liegen mehr oder weniger schräg aufeinander – Zwischenräume mit Trümmern und Hausrat gefüllt – Tragende Wände und Decken sind sehr stark belastet – Personen befinden sich am Fusspunkt, zwischen oder unter den Schichten	– Zugangsvarianten: · Zugang seitlich parallel in die Schichten · Bau von Kriechgängen oder Schächten · Abheben oder umblättern der Schichten – Belasteten Trümmerschutt möglichst nicht entfernen – Durchbrüche durch die Schichten oder durch die Wand erst nach Prüfung und ggf. erfolgten Sicherungsmassnahmen

Schwalbennest



Schadenssymbol



Abb. 52: Schwalbennest (THW)

Beschreibung

- Angeschlagener Raum in oberen, hoch gelegenen Stockwerken
- Frei hervorstehende, oft überhängende Decken- oder Trümmerteile
- Meist keine natürlichen Zugänge mehr
- Überlebende Personen können sich nicht selber befreien

Einsatzgrundsätze

- Zugang oft schwierig:
 - Über Leitern oder Hubeinrichtungen von Baumaschinen
 - Mit Seilunterstützung
- Eindringen durch Mauern oder Decken von intakten Räumen aus
- Frei hängende Decken und Mauern sind extrem einsturzgefährdet, ggf. zuerst Sicherungsmassnahmen treffen

Ausgefüllter Raum



Schadenssymbole



Abb. 53: Ausgefüllter Raum (THW)

Beschreibung

- Mit kleinen / grossen Trümmern und/oder mit Wasser aufgefüllter Raum
- Die Überlebenschancen von Versütteten sind sehr gering

Einsatzgrundsätze

- Zugangsvarianten:
 - Von der Seite mit Mauerdurchbrüchen
 - Direkt von oben durch Abtragen der Trümmer
- Grosse Trümmerteile möglichst nicht belasten oder bewegen
- Wand, welche die Trümmer stützt, nicht schwächen, ggf. sichern

Randtrümmer



Schadensymbol

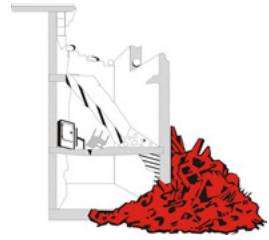


Abb. 54: Randtrümmer (THW)

Beschreibung	Einsatzgrundsätze
– Trümmerkegel unmittelbar ausserhalb der Gebäude – Oft vermischt mit Fahrzeugen, Beleuchtungsmasten usw. – Verschüttete Personen können sich überall befinden	– Randtrümmer immer zuerst absuchen, bevor sie (zum Freilegen der Strassen) geräumt werden – Verletzte Personen sind meist mit Trümmerstaub bedeckt und nur sehr schlecht erkennbar

Sichern der Einsatzachse

Beim Eindringen in Trümmer müssen die Risiken aus allen erkennbaren Gefahren entlang der Einsatzachse durch entsprechende Sicherungs- oder Schutzmassnahmen auf ein akzeptables, verantwortbares Restrisiko gesenkt werden.

Das grösste Risiko geht von labilen Trümmern oder Bauteilen aus, welche durch die Krafteinwirkung von Nachbeben oder Rettungsarbeiten einstürzen, umkippen oder abgleiten können. Abstützen und Abspriessen sind beim Vordringen in Trümmer die zentralen und überlebenswichtigen Sicherungsmassnahmen. Die Rettenden müssen zwingend in der Lage sein, Gebäudeteile oder Bauteile entlang der Einsatzachse technisch korrekt zu sichern. Das Thema wird im Teil «Sichern von Bauteilen und Bauwerken» des Handbuches umfassend

behandelt. Im Sinne der Vollständigkeit werden nachfolgend die wichtigsten Grundregeln noch einmal aufgeführt:

- **Defensiv vorgehen** Immer vom gesicherten in den ungesicherten Bereich vorarbeiten.
- **Schnellabstützung** Bei zeitaufwändigen Sicherungsarbeiten im Gefahrenbereich als erste Sicherung immer zuerst eine Schnellabstützung (z. B. Schalungsstütze) anbringen.
- **Aufenthaltszeit im Gefahrenbereich begrenzen** Sicherungssysteme so weit wie möglich auf sicherem Rüstplatz vorbereiten. So wenig Personen wie möglich im Gefahrenbereich.
- **Ausfallsicherheit bei Nachbeben** Als Abstützungen wenn immer möglich gegen Kippen stabile, ausfallsichere Raumfachwerke einsetzen. Ideal Würfelprinzip, Verhältnis Höhe zur Breite = 1:1.

- **Kraftschluss** Immer direkt auf tragende Schichten abstützen, nicht auf weiche Schichten. Konstruktionsteile kraftschlüssig miteinander verbinden. Jede Abstützung muss zuletzt eingespannt sein.
- **Sichere Zone** Ist bei einem Nachbeben für die Retter eine Flucht nach draussen nicht schnell genug möglich, kann eine stabil abgestützte Zone in Trümmern für sie bis zum Ende des Nachbebens ein sicherer Aufenthaltsort sein.
- **Kontrolle** Der Zustand von Abstützungen muss regelmässig, insbesondere nach Veränderungen (Nachbeben), überprüft werden.

Erstellen von Durchbrüchen

Beim Vordringen zu Verweilorten von eingeschlossenen Personen ist es oft unerlässlich, Rettungsöffnungen durch massive Decken oder Wände zu erstellen. Das Öffnen von Decken und Wänden aus Holz oder Mauerwerk kann meist noch relativ einfach bewältigt werden. Das Öffnen von Stahlbeton ist dagegen mit

einem grossen zeitlichen und technischen Aufwand verbunden.

Stahlbeton ist einer der wichtigsten und am meisten verwendeten Baustoffe in der Schweiz. Aus diesem Grund wird nachfolgend besonders das Öffnen von Stahlbeton thematisiert. Viele Aussagen gelten aber auch für das Öffnen anderer Baustoffe.

Aufbau und Eigenschaften von Stahlbeton

Stahlbeton ist ein Verbundwerkstoff aus Beton (bestehend aus einer gut abgestuften Kies-Sand-Mischung und Zement als Bindemittel) und einer eingegossenen Stahleinlage aus Armierungseisen.

Beton hat eine sehr hohe Druck- aber nur eine kleine Zugfestigkeit. Im Stahlbeton übernimmt der Beton daher die im Bauteil wirkenden Druckspannungen, die Armierungseisen übernehmen die Zugspannungen. In einer Betondecke sind die Armierungseisen deshalb in erster Linie unten angeordnet.

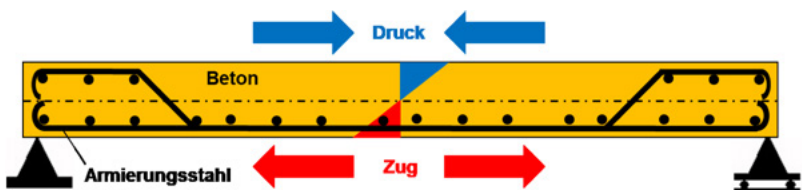


Abb. 55: Querschnitt durch eine Stahlbetondecke (stark vereinfacht)

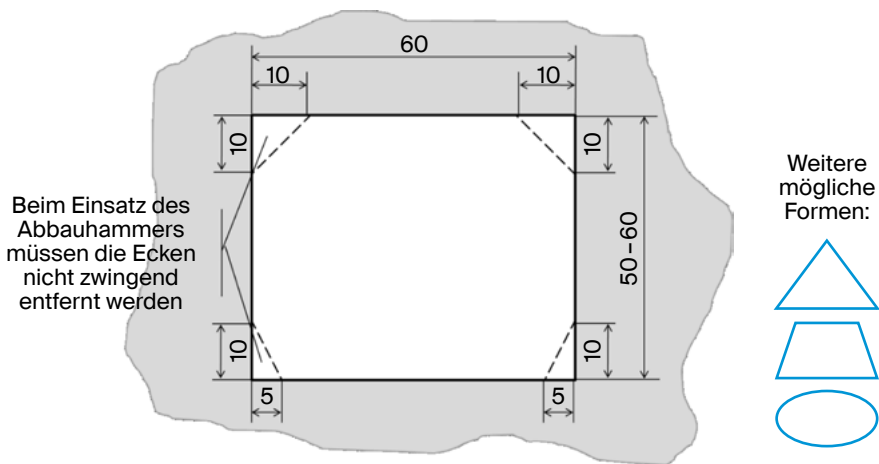


Abb. 56: Abmessung und Form eines Durchbruchs (Masse in cm)

Zur Aufnahme der einwirkenden Schubspannungen ist besonders im Bereich der Randzonen eine Oberarmierung vorhanden.

Spannbeton: Aus bautechnischen Gründen (z. B. grosse Spannweiten, stark belastete Decken) werden die Armierungseisen teilweise vorgespannt. Dafür werden spezielle Spannstäbe oder Spanndrähte aus hochfestem Spannstahl verwendet. Diese Spannelemente dürfen beim Durchbrechen nicht durchtrennt werden. Die Decke kann sonst ohne Vorwarnung plötzlich versagen.

Technische Grundregeln für das Öffnen von Stahlbeton

Bauingenieur/-in

Vor dem Durchbrechen von Betondecken oder -wänden wenn möglich immer eine Beurteilung durch eine kompetente Fachperson vornehmen lassen.

Sondierbohrung, Schutz der eingeschlossenen Person

Immer zuerst vorsichtig eine Sondierbohrung erstellen, um mit einer Teleskopkamera die genaue Lage der eingeschlossenen Person, die Dicke des Bauteils, bei Decken den Verlauf von Unterzügen aus Beton oder Stahl, angeschlossene Stützen usw. feststellen und beurteilen zu können. Wenn möglich nie direkt über, unter oder direkt neben einer eingeschlossenen Person durchbrechen. Während dem Durchbrechen die Person immer mit geeigneten Massnahmen schützen.

Abmessungen, Form und Lage eines Durchbruchs

Um das Bauteil nicht unnötig zu schwächen und den Aufwand minimal zu halten, sollte der Durchbruch so klein wie möglich ausgeführt werden. Retter/innen, Material und die verwendete Rettungsbahre mit der Patientin / dem Patienten sollten durch die Öffnung passen.

Bei einer rechteckigen Form beträgt die Abmessung erfahrungsgemäss mindestens 50 x 50 cm. Je nach Situation und verwendeten Aufbruchwerkzeugen eignen sich auch andere Formen wie Dreiecke, Trapeze oder Ellipsen.

Im normalen Wohnungsbau beträgt die Dicke einer Betondecke mindestens 20 bis 25 cm.

Bei Deckendurchbrüchen nicht durch Unterzüge (enormer Aufwand, Schwächung der tragenden Elemente) oder direkt neben Betonstützen (verstärkte Armierung) durchbrechen.

Bei Wanddurchbrüchen nicht auf Bodenniveau, sondern 50–70 cm höher durchbrechen. Eine hinter der Wand eingeschlossene Person wird sich in der Regel am Boden befinden. Brechen wir auf dieser Höhe durch, besteht ein erhöhtes Verletzungsrisiko. Zudem sind in Bodennähe oft Leitungen verlegt und überlappende Armierungen vorhanden.

Erstellen von Durchbrüchen mit Abbauwerkzeugen

Für das Erstellen von Rettungsöffnungen in Trümmerlagen eignen sich leichte bis mittelschwere Abbau- und Bohrwerkzeuge. Schwere Abbauhämmer benötigen viel Platz und lösen starke Vibrationen/Ererschütterungen aus. Dadurch können die Trümmerstruktur gestört und die Sicherheit der Retter/-innen und der eingeschlossenen Personen gefährden werden.

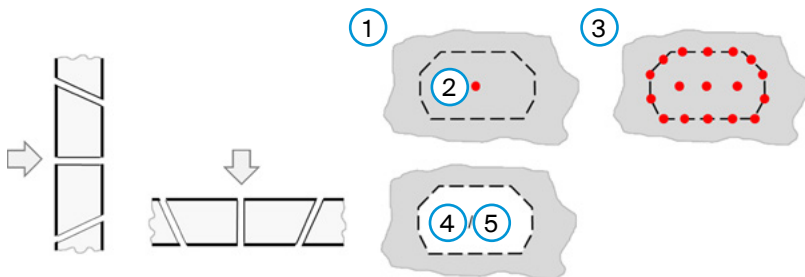


Abb. 57: Durchbrechen mit Bohr- und Abbauwerkzeugen



Abb. 58: Beispiele Ringsäge, Betonkettensäge, Kernbohrgerät (Hycon, ICS, Atlas Copco)

Vorgehen bei Wänden und Decken:

1. Durchbruch anzeichnen.
2. In der Mitte vorsichtig ein Sondierloch bohren und mit einer Teleskopkamera die Situation auf der anderen Seite beurteilen.
3. Durchbruch rundherum und in der Mitte mit Bohrungen schwächen (evtl. leicht schräg bohren).
4. Mit dem Abbauhammer Zwischenräume wegmeisseln. Abgebautes Material laufend entfernen.
5. Armierungseisen mit Baustahlschneidegerät, Winkelschleifer oder Bolzenschneider weg-schneiden. Noch vorstehende, scharfe Eisen mit einem Hammer umschlagen.

Erstellen von Durchbüchen mit Diamantwerkzeugen

Diamantwerkzeuge haben den großen Vorteil, dass sie keine Vibrationen oder Erschütterungen auslösen. Sie sind deshalb besonders für Durchbrüche bei labilen Trümmerlagen geeignet. Sie haben aber den Nachteil, dass für die Schmierung und die Kühlung der Werkzeuge zusätzlich Wasser benötigt wird.

Besonders geeignet sind Ringsägen, Betonkettensägen und Kernbohrgeräte. Aufgrund ihrer Schnitttiefe kann mit ihnen eine normale Betondecke ganz durchtrennt werden.

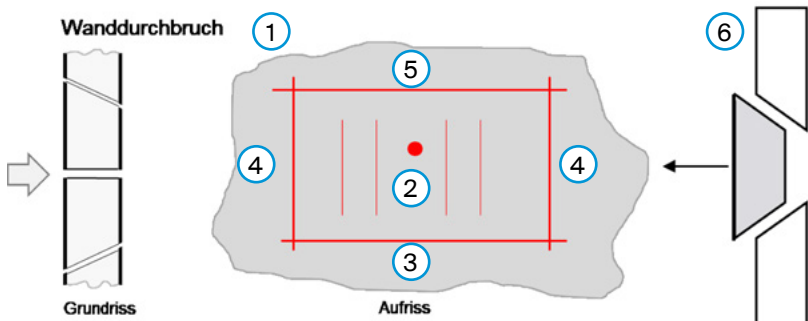


Abb. 59: Wanddurchbruch mit Diamantwerkzeugen

Dies ist mit einem gewöhnlichen Trennschleifgerät auch mit einem grossen Blatt aufgrund der begrenzten Schnitttiefe meist nicht möglich.

Vorgehen bei Wänden:

1. Durchbruch anzeichnen.
2. In der Mitte vorsichtig ein Sondierloch bohren und mit einer Teleskopkamera die Situation auf der anderen Seite beurteilen.
3. Als Erstes den untersten Schnitt ausführen (damit das Werkzeug nicht eingeklemmt wird).
4. Dann die beiden vertikalen Schnitte, wenn möglich leicht konisch, ausführen (damit das Betonstück nicht nach aussen fällt und nicht verkantet).
5. Zuletzt den obersten Schnitt horizontal ausführen.
6. Herausgeschnittenes Betonstück entfernen.

Vorgehen bei Decken:

1. Durchbruch anzeichnen.
2. In der Mitte vorsichtig ein Sondierloch bohren und mit einer Teleskopkamera die Situation auf der anderen Seite beurteilen.
3. Zuerst zwei gegenüberliegende Schnitte, wenn möglich leicht konisch, ausführen (damit das Betonstück nicht nach untenfallen oder verkanten kann).
4. Betonstück mit Kanthölzern und Betonankern oder mit einem Lastendreibein (Personendreibeine sind dafür zu schwach, besonders wenn das Betonstück klemmt) gegen das Absacken sichern. Wird von unten nach oben gearbeitet, so muss das Betonstück mit absenkbaaren Stützen gesichert und vorsichtig heruntergelassen werden (das Gewicht des Betonblocks beträgt ca. 100 – 250 kg).
5. Dann die beiden verbleibenden Schnitte senkrecht ausführen.
6. Herausgeschnittenes Betonstück entfernen.

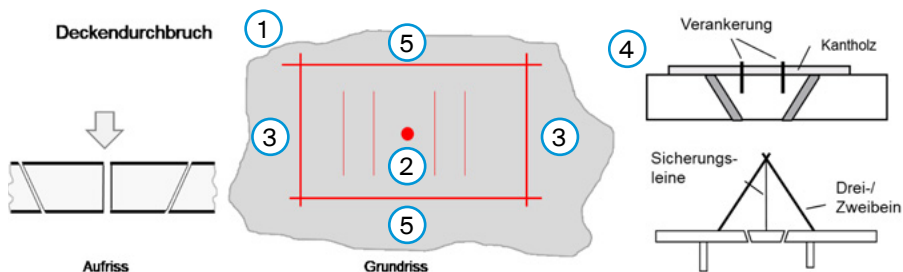


Abb. 60: Deckendurchbruch mit Diamantwerkzeugen



Abb. 61: Stufenschnitt-Technik

Kann mit dem Diamantwerkzeug nicht die ganze Bauteildicke mit einem Schnitt durchtrennt werden, ist folgende Lösung möglich:

- Schnitt entlang der Anzeichnung so tief wie möglich ausführen. Damit kann zumindest die Oberarmierung durchtrennt werden.
 - Evtl. einige zusätzliche Schnitte zur Schwächung des Betonstücks in der Mitte ausführen.
 - Beton mit Abbauhammer herausmeisseln.
 - Restliche Armierungseisen herausschneiden.
- Ist das Bauteil sehr dick, kann mit der **Stufenschnitt-Technik** eine Decke oder eine Wand mit derselben Grundmethode über mehrere Stufen Schritt für Schritt durchbrochen werden. Die Breite der einzelnen Stufen muss so gewählt werden, dass das Diamantwerkzeug seitlich genügend Platz hat und der Durchbruch zuletzt die erforderlichen Abmessungen aufweist. Diese Technik ist zeitlich aufwändig, da mit einer grossen Grundfläche begonnen werden muss.



Abb. 62: Erstellen eines einfachen «Mannlochs» mit dem Kernbohrgerät

Öffnen mit einem Kernbohrgerät

Mit dem Kernbohrgerät kann mit einer grossen Bohrkronen (Durchmesser 25 cm) mit drei oder vier Bohrungen und einem leichten Abbauhammer (zum Wegmeisseln der vorstehenden Betonecken) ein Durchbruch erstellt werden. Muss nur eine einzelne Person durch die Öffnung passen, kann mit nur drei Bohrungen ein einfaches «Mannloch» erstellt werden. Diese Technik eignet sich besonders bei engen Platzverhältnissen.

«Saubere Technik» (Clean Cut)

Befindet sich direkt unter, hinter oder neben einem Durchbruch eine eingeschlossene, blockierte Person und kann der Durchbruch nicht seitlich verschoben werden, muss die Öffnung mit einer **Sauberen Technik** erstellt werden. Es dürfen keine Trümmer, gefährlichen Werkzeuge, kein Feinmaterial, Wasser usw. bis zur Person gelangen. Ansonsten besteht für die Person Verletzungs- oder Erstickungsgefahr.

- Sondierbohrung immer sehr vorsichtig erstellen, nicht mit Kraft «durchstechen», Bohrmehl laufend absaugen. Bauteildicke messen und Bohrloch wieder verschliessen.
- Öffnung bis auf eine verbleibende Restschicht vorsichtig erstellen. Keine schweren Bohr- oder Abbaugeräte einsetzen, Vibrationen vermeiden.
- Restschicht erst zuletzt ganz vorsichtig nur mit leichten Werkzeugen (evtl. nur von Hand, mit Handfäustel und Spitzseisen) entfernen.
- Abgebautes Material laufend entfernen (grobe Teile von Hand, Feinmaterial mit einem Baustaubsauger).

Phase 4

Vordringend zu noch
möglichen Verweilorten

Phase 4: Eindringen zu potenziellen Verweilorten

Die Phase 3 ist abgeschlossen. Es werden aber in den Trümmern immer noch Personen vermisst oder vermutet und eine Nachortung bringt keine neuen Ergebnisse mehr.

In diesem Fall werden alle Stellen und Hohlräume, an welchen ein Überleben noch denkbar ist, gezielt geöffnet. Zusätzlich können Sondier- oder Geruchsöffnungen erstellt und kleinräumig eine Nachortung durchgeführt werden.

Werden dabei Personen in den Trümmern entdeckt, erfolgt die Technische Rettung analog der Phase 3.

Phase 5

Abräumen

Phase 5: Abräumen

Vor Beginn der fünften Phase muss die Suche an allen Stellen, die ein Überleben ermöglicht hätten, abgeschlossen sein. Es werden immer noch Personen vermisst, aber alle Einsatztechniken bringen keine Erfolge mehr. Aufgrund dieser Situation ist meist nur noch mit Totbergungen zu rechnen.

Die Trümmer werden Schicht um Schicht, in der Regel mit Unterstützung durch schwere Baumaschinen (z. B. Pneukran), abgetragen. Die Retter/innen müssen in der Lage sein, schwere Bauelemente für das Heben mit der Baumaschine korrekt anzuschlagen.

Für die Ortung können allenfalls zusätzlich Leichensuchhunde eingesetzt werden. Das Suchen nach toten Personen ist für die Retter/innen sehr belastend und ethisch heikel. Die Angehörigen der Opfer möchten, dass auch die Toten in einem möglichst unversehrten Zustand aus den Trümmern geborgen werden.

Es muss aber immer damit gerechnet werden, dass sich noch lebende Personen in den Trümmern befinden. Werden noch Überlebende in den Trümmern entdeckt, erfolgt die Technische Rettung analog der Phase 3.

Die Phase 5 ist abgeschlossen, wenn alle überlebenden und toten Personen gerettet bzw. geborgen sind. Es geht nicht darum, die Trümmer des Einsatzziels im Sinne einer Instandstellung oder für den Wiederaufbau zu räumen.

Mit der Phase 5 **endet** grundsätzlich der Einsatz eines Medium-USAR-Teams.

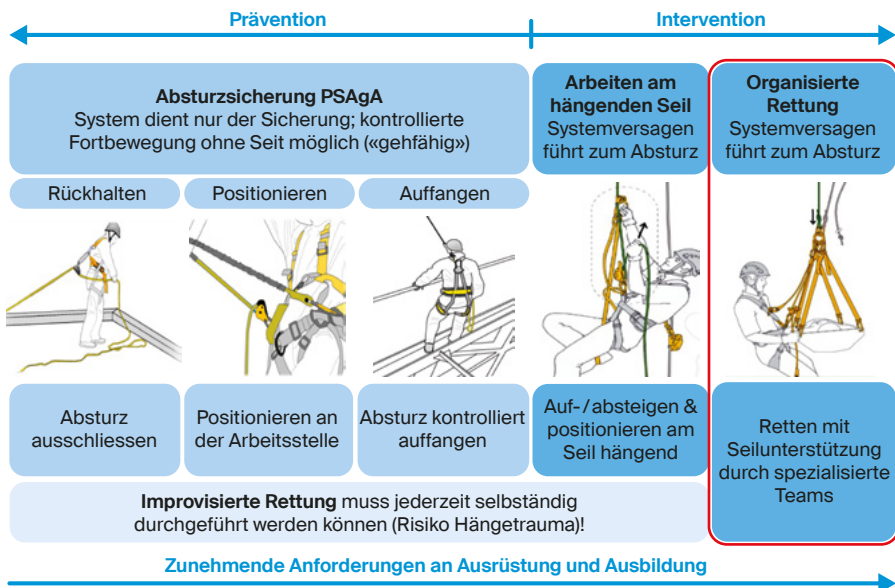


Abb. 63: Systematik Absturzsicherung – Seilunterstützte Rettung

Seilunterstützte Rettung

Einordnung und Abgrenzung

Mit seilunterstützten Rettungstechniken, auch als organisierte oder technische Rettung bezeichnet, können sich Retter/innen selbst in extrem unzugänglichen Trümmern noch Zugang verschaffen und eingeschlossene Personen retten. Dabei handelt es sich meist um Rettungen aus der Tiefe. Basis für die seilunterstützte Rettung bildet die Absturzsicherung. Bevor mit der Ausbildung und dem Einsatz der seilunterstützten Rettung begonnen werden darf, müssen die Retter/innen die Techniken der Absturzsicherung sicher beherrschen. Das Ausführen von seilunterstützten Rettungen ist mit besonderen Gefahren verbunden und stellt sehr hohe Anforderungen an die Retter/innen. Ein Systemversagen führt unweigerlich zum Absturz.

Seilunterstützte Rettungen dürfen nur durch dafür speziell aus- und regelmässig weitergebildeten Rettungsspezialistinnen/-spezialisten ausgeführt werden! Das Beherrschen der Absturzsicherung ist dabei eine Grundvoraussetzung.

Gemäss INSARAG-Guidelines muss ein Medium-USAR-Team in der Lage sein, einfache seilunterstützte Rettungen auszuführen. Erfahrungen aus Erdbebeneinsätzen zeigen allerdings, dass solche Rettungstechniken, im Gegensatz zu allen anderen, weniger «spektakulären» Einsatztechniken, sehr selten notwendig sind. Steht für die Ausbildung eines USAR-Teams nur wenig Zeit zur Verfügung kann es durchaus sinnvoll sein, auf die Fähigkeit der seilunterstützten Rettung zugunsten der anderen Einsatztechniken bewusst zu verzichten. Sollte diese Technik an einem Einsatzziel im Ernstfall doch einmal erforderlich sein, kann diese Aufgabe auch von einem professionellen Partner (z.B. Höhenretter/innen der Feuerwehr) übernommen werden.

Die nachfolgend aufgeführten Regeln und Techniken sind für eine Milizorganisation gedacht. Sie sollen einfach, klar und sicher sein. Je nach Ausbildungsstand und Ausrüstung sind auch andere, komplexere Rettungstechniken möglich.

Allgemeine Sicherheits- und Einsatzregeln

Personal

- Nur nachweislich ausgebildete Personen einsetzen.
- Personen mit medizinischen, psychischen oder physischen Kontraindikationen dürfen nicht eingesetzt werden.
- Keine langen Haare, Bärte, lose Kleider (Schal) usw.
- Erforderliche, persönliche Schutzausrüstung tragen.
- Einsatzgrenzen kennen, respektieren und durchsetzen. Die eigene Sicherheit hat erste Priorität!
- In schwierigen Situationen Spezialisten beiziehen (Bergführer/innen, Höhenretter/innen, Berufsfeuerwehr, Alpine Rettung Schweiz, Gebirgsspezialistinnen/-spezialisten der Armee).

Ausbildung

- Die Ausbildung im Bereich der seilunterstützten Rettung darf nur durch fachkundiges, erfahrenes Instruktionspersonal durchgeführt werden.
- Auch für den Ausbildungsstandort ist ein Sicherheits- und Notfallkonzept zu erstellen.
- Im Notfall muss die gesicherte Person immer auf eine sichere, für den Rettungsdienst zugängliche Fläche abgesiebt werden können.
- Es wird empfohlen, die maximale Höhe der Ausbildungsinfrastruktur auf 12 m zu begrenzen.

Ausrüstung

- Nur geprüfte, für die definierten Rettungssysteme zugelassene Ausrüstung bereithalten.
- Es gelten die Bedienungs- und Sicherheitsvorschriften der Hersteller!
- Ausrüstung, welche nur für Personen zugelassen sind, grundsätzlich nicht für den Transport von Material verwenden und nicht mit mehr als 250 kg (≈ 2 Personen) belasten.

Sicherheitsvorschriften

«Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die Sicherheitsvorschriften im Zivilschutz» einhalten (siehe ab Seite 22).

Absturzsicherung

Alle Personen in der Absturzzone müssen immer gegen Absturz gesichert sein.

Einsatzprozess

1. Planen

Feststellen und Beurteilen der Situation (sehen und verstehen).

- zu überwindende Höhe
- Platzverhältnisse
- mögliche Anschlagpunkte
- Tauglichkeit der Mittel
- besondere Gefahren und Risiken

Lösungsentscheid treffen.

- Technik
- Organisation (Funktionen, Abläufe)
- Kommunikation
- Bei zu grossen Risiken oder mangelnder Fachkompetenz
Nein sagen!

2. Team organisieren

Chef/in Sicherheit bestimmen

Funktionen zuteilen und Aufträge erteilen

- Teamgrösse 5 – 6 Adzs = Gruppenarbeit
- 1 Chef/in (Grfhr)
- 2 Retter/innen werden ab- / aufseilt
- 1 Retter/in am Arbeitsseil
- 1 Retter/in am Sicherungsseil
- 1 Retter/in Unterstützung / Reserve

3. System einrichten und betreiben

- Absturzsicherung einrichten
Für alle Personen in der Absturzzone
- Seilunterstütztes Rettungssystem einrichten
Verankerungen, Drei- / Zweibein, Arbeitsseil(e), Sicherungsseil.
- Retter/innen für das Ab- / Aufseilen vorbereiten.
- Patient/in für das Ab-/Aufseilen vorbereiten (Rettungsdreieck, Rettungsbahre).
- Sicherheitscheck des ganzen Systems.
- Auf- / Abseilen der Retter/innen sowie der Patientin/des Patienten.
- Ständige Beobachtung und Kontrolle des Systems!

Auf- / Abseilen von Personen

Die Person muss immer redundant an zwei getrennt verankerten Seilen (Arbeitsseil und Sicherungsseil) gesichert sein. Jede Verankerung muss dabei eine Mindestbruchlast von 22 kN aufweisen.

Mit dem **Arbeitsseil** werden die Personen auf- oder abgeseilt. Dafür müssen geeignete Seile und selbstblockierende Winden oder Flaschenzüge verwendet werden. Das System muss so ausgelegt sein, dass ein Wechsel vom Auf- zum Abseilen (und umgekehrt) auch unter Last jederzeit möglich ist.

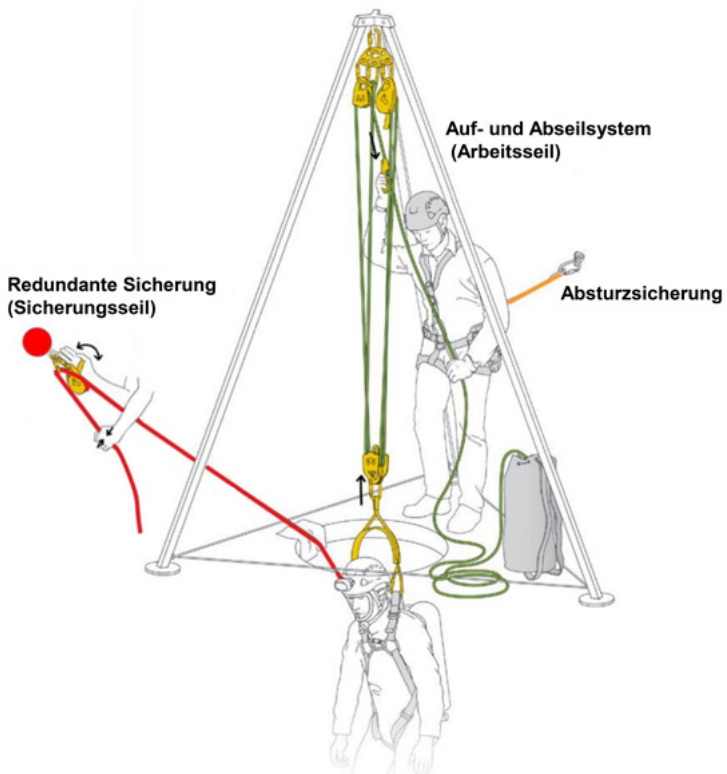


Abb. 64: Auf-/Abseilen einer Person am Beispiel einer Dreibeinrettung aus der Tiefe

Die Person wird **passiv** durch das Team von einem sicheren Standort aus auf- bzw. abgeseilt. Sie seilt sich nicht selber ab oder steigt selber aktiv am Seil hängend auf. Diese Techniken sind für eine Milizorganisation zu komplex und bringen keine echten Vorteile, dafür viele Fehlermöglichkeiten. Zudem haben die Retter/innen bei der passiven Methode im Notfall immer einen direkten Zugriff auf die am Seil hängende Person.

Das redundante **Sicherungsseil** wird getrennt angeschlagen und gemäss den technischen Regeln der Absturzsicherung eingerichtet und bedient. Sicherung mit Halbmastwurfsicherung oder zugelassenem Sicherungsgerät (analog Absturzsicherung). Dynamik- oder, bei straffer Seilführung, Halbstatikseil verwenden.

Arbeits- und Sicherungsseil farblich trennen und wenn möglich nicht parallel nebeneinander, sondern mit **genügend Abstand**, am besten in einem V auf die Person führen. Andernfalls können sich die Seile ineinander verdrehen und das System blockieren. Diese Gefahr besteht besonders bei Drahtseilen von Personenwinden (Drall im Drahtseil).

Gleichzeitig immer nur **eine** Person auf-/abseilen (Retter/in oder Patient/in). Die Begleitung einer Patientin / eines Patienten durch eine/n Retter/in kann bei schweren Verletzungen durchaus erforderlich sein. Diese Technik ist aber komplex, fehleranfällig und für eine Milizorganisation nicht zu empfehlen. In Trümmerlagen müssen durch den Zivilschutz meist nur kleine Höhenunterschiede von 5 bis 10 m überwunden werden. Die Überwindung von grossen Höhen (20–100 m) erfordert speziell ausgebildete Höhenretter/innen.

Um eine Rettungsbahre von aussen «steuern» zu können, kann zusätzlich ein Führungsseil angebracht und von einem sicheren Standort aus bedient werden.

Verbindungsmittel

Für alle zentralen Karabinerhaken wenn möglich solche aus Stahl verwenden.

Riggingplatten sind aus einem Stück hergestellt und gelten als «unzerstörbar». Sie müssen nicht redundant verwendet werden.

Seilunterstützte Rettung mit Drei- oder Zweibein

Allgemeines

Drei- und Zweibeine werden bei Ret-
tungen aus Trümmerlagen nicht nur
für das Retten von Personen, son-
dern besonders für das Heben und
Verschieben von Trümmerteilen oder
herausgeschnittenen Deckenteilen
verwendet. Nur für den Personen-
transport vorgesehene Drei- oder
Zweibeine sind für das Heben von
schweren Lasten zu schwach und
von den meisten Herstellern dafür
auch nicht zugelassen. Für den Ein-
satz in Trümmerlagen eignen sich
besonders speziell entwickelte Ab-
stütz- und Rettungssysteme. Sie sind
zwar schwerer und teuer, dafür aber
hoch belastbar und multifunktionell.

Nachfolgend wird besonders auf
Rettungen mit dem Dreibein einge-
gangen. Seilunterstützte Rettungen
mit einem Zweibein sind komplex
und sollten nur durch sehr gut aus-
gebildete und trainierte Retter/innen
oder am besten in Zusammenarbeit
mit Höhenrettungsspezialistinnen/-
spezialisten ausgeführt werden.

Allgemeine technische Grundlagen
für den Einsatz von Drei- und
Zweibeinen sind im Teil «Heben,
Verschieben und Sichern von Las-
ten» des Handbuches aufgeführt.

Allgemeine Regeln beim Dreibein

Das Dreibein symmetrisch und nur
so hoch wie nötig aufstellen (um z.B.
die Stollenbahre stehend hochzie-
hen und ausschwenken zu können).

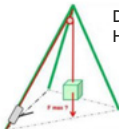
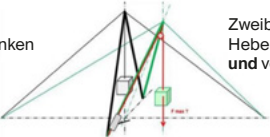
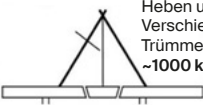
Zweck	Einfaches «Kransystem» für Rettungen aus Trümmerlagen	
Grundsysteme	 Dreibein: Heben / Senken	 Zweibein: Heben / Senken und verschieben
Einsatz	 Heben und Verschieben von Trümmerteilen ~1000 kg	 Ab- / Aufseilen Retter / gerettete Personen
Anforderungen	▪ tragbar ▪ multifunktionell ▪ für Material und Personen	

Abb. 65: Übersicht über den Einsatz von Drei- oder Zweibeinen bei Rettungen aus Trümmerlagen

Dabei muss ein allfälliger Höhenverlust durch die Ab- und Aufseileinrichtung berücksichtigt werden.

Wenn immer möglich das Dreibein abspannen. Kraftwirkungen beachten, insbesondere beim Aus-schwenken von Personen oder der Stollenbahre. Achtung bei nicht zugfesten Stützen!

Sicherungsseil grundsätzlich nicht am Dreibein, sondern an einer unabhängigen Verankerung anschlagen. Steht das Dreibein auf sicherem, absolut tragfähigem Untergrund und ist fest verankert, kann das Sicherungsseil ausnahmsweise direkt am Dreibein angeschlagen werden.

Allgemeine Regeln

- Leitung durch fachkundige Person
- Eine Person Chef/-in Sicherheit
- Seile genügend lang
- Atemluft i.O
- Kommunikation sichergestellt
- Sicherheitscheck vor dem Betrieb

Dreibein

- Spreizwinkel beachten
- Füße sichern
- Kraftrichtung beachten
- Dreibein evtl. abspannen

Auf- und Abseilsystem (Arbeitsseil)

- Halbstatik- und Drahtseil
- Seilende gesichert
- Geeignetes Untersetzungsverhältnis
- Selbstblockierend
- Wechsel Auf- / Abseilen jederzeit möglich

Absturzsicherung
Alle Personen in der Absturzzone sind gesichert

Redundante Sicherung (Sicherungsseil)

- Unabhängige Sicherung
- Grundsätzlich nicht über das Dreibein führen
- Seil immer straff nachführen
- Kantenschutz

Auf- und Abseilen

- Helm mit Kinnband
- Auffanggurt / Rettungsdreieck
- Geeignete Rettungsbahre
- Grundsätzlich nur eine Person gleichzeitig

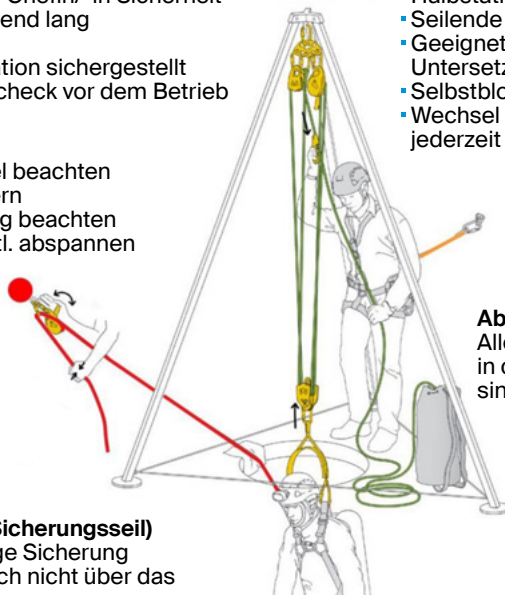


Abb. 66: Allgemeine Regeln für die seilunterstützte Rettung mit einem Dreibein

Allgemeine Regeln beim Zweibein

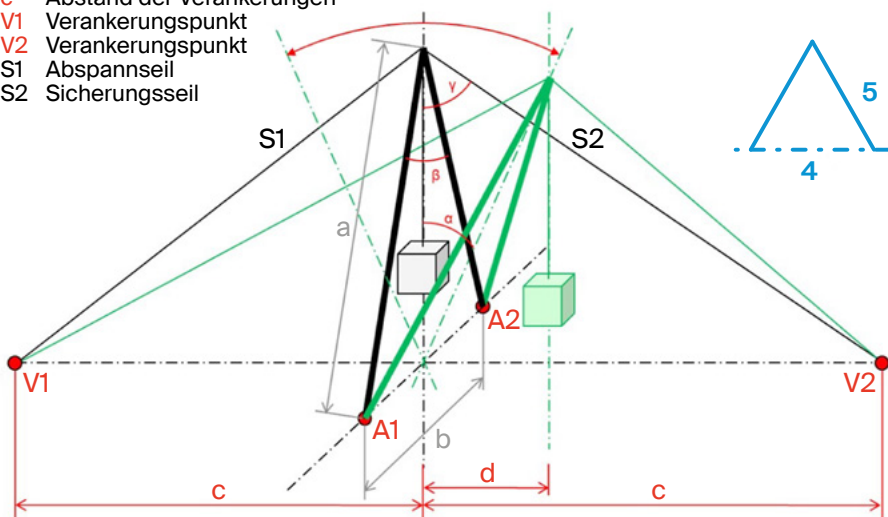
Seilunterstützte Rettungen mit einem Zweibein sind komplex. Sie dürfen nur mit dafür sehr gut ausgebildeten und trainierten Retterinnen/Rettern oder mit Höhenrettungsspezialistinnen/-spezialisten ausgeführt werden!

Bei der seilunterstützten Rettung muss das Abspannseil immer mit einem zweiten, **statischen** Seil (kein Dynamik- oder Halbstatikseil!) **redundant** gesichert werden.

Weiter gelten für die seilunterstützte Rettung grundsätzlich dieselben Regeln wie beim Dreibein.

Es gelten die Herstellervorschriften.

- a Länge der Bockbeine
- b Breite des Zweibeins
- A1 Fusspunkt des Zweibeins
- A2 Fusspunkt des Zweibeins
- d Ausladung der Last
- c Abstand der Verankerungen
- V1 Verankerungspunkt
- V2 Verankerungspunkt
- S1 Abspannseil
- S2 Sicherungsseil



Geometrische Bedingungen		
Speizwinkel Zweibein	Ausladung	Verankerungspunkte
$b : a = 4 : 5$	$d \leq 1/3 a$	$1.5 a \leq c \leq 2.5 a$
Winkel $\beta \approx 45^\circ$	$\alpha \leq 21^\circ$	$50^\circ < \gamma < 90^\circ$

Abb. 67: Allgemeine geometrische Regeln beim Einsatz eines Zweibeins

Anschlagen einer unverletzten Person

Eine unverletzte Person wird am sichersten mit einem kombinierten Auffang- und Haltegurt auf-/abgeseilt. Das Arbeitsseil wird dabei an der ventralen Halteöse (EN 358), das Sicherungsseil an der Brust-Auffangöse (EN 361) angeschlagen. Sind nur eine Brust- und eine Rücken-Auffangöse vorhanden, können die Seile auch an diesen angeschlagen werden (Arbeitsseil immer an der Brustöse). Achtung, Herstellervorschriften beachten, teilweise ist das Abseilen an den Auffangösen nicht gestattet!

Als einfache Alternative können unverletzte Personen auch mit einem sogenannten «Rettungsdreieck» auf-/abgeseilt werden. Es gelten die Herstellervorschriften. Im Übungsdienst wird empfohlen, die Person zusätzlich mit einem Auffanggurt redundant zu sichern.

Anschlagen der Stollenbahre mit Patient/in

Die Stollenbahre des Zivilschutzes ist auch nach dem aktuellen Stand der Technik eine der am besten geeigneten Bahren für Rettungen aus Trümmerlagen. Sie ist äusserst robust, schlank, hat keine Ecken, kann mit der Patientin/dem Patienten bei engen Richtungswechseln geknickt werden und verfügt über einen Gesichtsschutz. Für andere Rettungsbahren können die nachfolgend aufgeführten Anschlagmethoden sinngemäss übernommen werden.

Es gelten die Herstellervorschriften.

Stollenbahre horizontal:

- Bei genügend Platz die schonendste Transportart für die Patientin/den Patienten.
- Bahre an die Patientin/den Patienten anpassen, alle Steckbolzen korrekt montieren und mit Splint sichern.
- Kopf- und Gesichtsschutz anbringen.
- Die Patientin/den Patienten mit Auffanggurt (im Übungsdienst zwingend) oder mit Rettungsdreieck am Sicherungsseil sichern (direkt einbinden) und auf der Bahre straff fixieren. Alternative: Verbindung der Patientin/des Patienten auf die Riggingplatte nicht mit dem Sicherungsseil, sondern mit einem anderen Verbindungsmittel (z. B. mit einer Bandschlinge).

- Keine Gurte oder Seile im Halsbereich (Gefahr Strangulation).
- Vier Bandschlingen (genügend lang – Winkelverhältnisse beachten d. h. max. 60°) mit Karabinern an den 4 Bohrungen einhängen, Karabinersicherungen nach innen.
- Muss mit scharfen Kanten gerechnet werden schnittfeste Schlingen verwenden oder Bandschlingen verdoppeln.
- Bei der Verwendung von unterschiedlich langen oder verstellbaren Schlingen kann die Bahre bei Bedarf leicht schräg gestellt werden.
- Sicherungsseil mit einem Achterknoten an der Riggingplatte einhängen (Zugentlastung für die Patientin/den Patienten).
- Arbeitsseil mit Stahlkarabiner an der Riggingplatte einhängen.

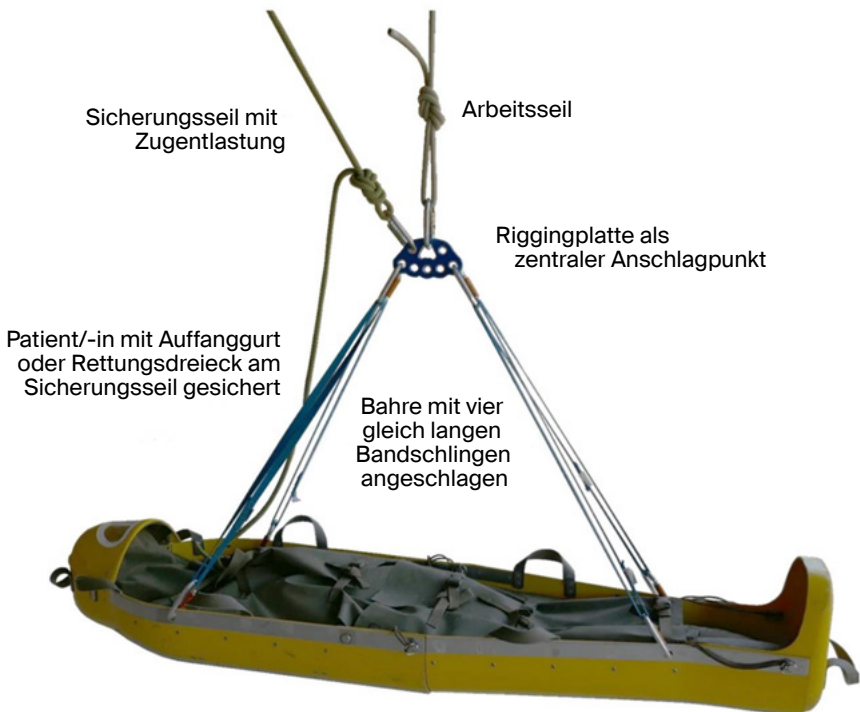


Abb. 68: Anschlagen der Stollenbahre horizontal

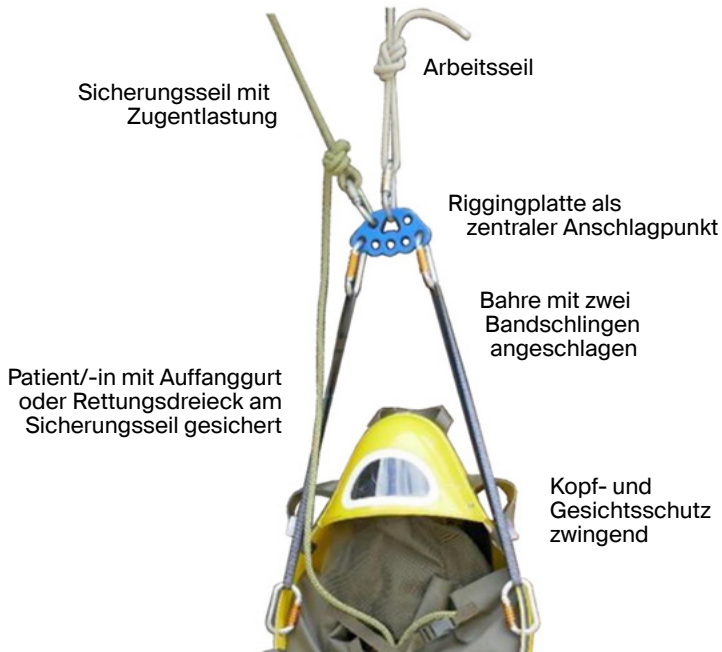


Abb. 69: Anschlagen der Stollenbahre vertikal (Bild ohne Absturzsicherung)

Stollenbahre vertikal:

- Bei engen Platzverhältnissen ist der aufrechte Transport der Bahre oft die einzige Möglichkeit.
- Die zentrale Öse der Stollenbahre darf nicht für den freihängenden Transport verwendet werden.
- Bahre an die Patientin/den Patienten anpassen, alle Steckbolzen korrekt montieren und mit Splint sichern.
- Kopf- und Gesichtsschutz anbringen.
- Die Patientin/den Patienten mit Auffanggurt (im Übungsdienst zwingend) oder mit Rettungsdreieck am Sicherungsseil sichern (direkt einbinden) und auf der Bahre straff fixieren. Alternative: Verbindung der Patientin/des Patienten auf die Riggingplatte nicht mit dem Sicherungsseil, sondern mit einem anderen Verbindungsmittel (z. B. mit einer Bandschlinge).
- Keine Gurte oder Seile im Halsbereich (Gefahr Strangulation).
- Zwei Bandschlingen in die Bohrungen am Kopfteil mit Karabinerhaken einhängen (Karabinersicherungen nach innen) und mit der Riggingplatte verbinden.
- Muss mit scharfen Kanten gerechnet werden schnittfeste Schlingen verwenden oder Bandschlingen verdoppeln.
- Sicherungsseil mit einem Achterknoten an der Riggingplatte einhängen (Zugentlastung für die Patientin/den Patienten).
- Arbeitsseil mit Stahlkarabiner an der Riggingplatte einhängen.



Abb. 70: Rettung mit einem Personendreibein und einer Personenwinde (Bild ohne Absturzsicherung)

Beispiel einer Dreibeinrettung mit einer Personenwinde

Rettung mit Personendreibein und einer dazu passenden Personen-Rettungswinde.

Es gelten die Herstellervorschriften.

Einfach und miliztauglich, die Winde kann aber nur mit dem passenden Dreibein verwendet werden. Sie ist nicht multifunktionell einsetzbar.

Das Seil muss auch ohne Last immer durch Kurbeln heraufgezogen bzw. hinuntergelassen werden.

Beispiel einer Dreibeinrettung mit einem Universal-Flaschenzug

Dieses System basiert auf einer einfachen, genormten und universellen Ausrüstung.

Es gelten die Herstellervorschriften.

Aufbau des Flaschenzugs (Arbeitsseil) mit Halbstatikseil, Riggingplatten, Umlenkrollen, mobilen Seilklemmen und dafür zugelassenem, selbstblockierendem Brems- und Sicherungsgerät (z. B. ID).

- Abseilen: Mit einem Untersetzungsverhältnis 1:2, Abbremsen mit dem ID.
- Aufseilen mit einem Untersetzungsverhältnis 1:6, das ID dient als Umlenkung und als Rücklaufsperrung.
- Seilrollen als Umlenkungen.
- Seilklemmen als verschiebbarer Fixpunkt auf dem Arbeitsseil und als Zughilfe.
- Riggingplatten zum Anschlagen des Flaschenzugsystems.

Der Flaschenzug kann auch ohne Dreibein universell eingesetzt werden.

Benötigt mehr Ausbildungszeit als bei den anderen Beispielen.

Arbeitsseil:

- Halbstatikseil als Flaschenzug 1:2 an der Riggingplatte angeschlagen
- Am Stützenfuss mit Sicherungsgerät ID angeschlagen

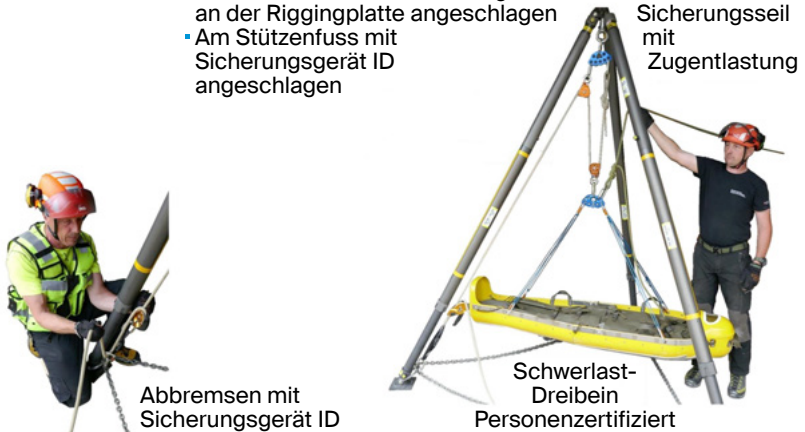


Abb. 71: Abseilen einer Bahre mit einem Schwerlastdreibein und einem Universal-Flaschenzug (Bild ohne Absturzsicherung)

Einsatz eines geeigneten Dreibeins erforderlich. Je nach Dreibein ist das Anschlagen des Flaschenzugs an einem Stützenfuss nicht oder nur «improvisiert» möglich, da keine zertifizierten Anschlagpunkte vorhanden sind.

Die Ausrüstung kann universell für viele Rettungs- und Sicherungsaufgaben bei unterschiedlichen Verhältnissen eingesetzt werden.

Arbeitsseil:

- Umgerüstet für das Aufziehen mit einem Flaschenzug 1:3
- Gesamtuntersetzung = 1:6



Abb. 72: Aufziehen einer Bahre mit einem Schwerlastdreibein und einem Universal-Flaschenzug (Bild ohne Absturzsicherung)

Beispiel einer Dreibeinrettung mit einem zertifizierten Handseilzug

Rettung mit einem für Personen zugelassenen Seilzugapparat (z. B. HIT 06 oder HIT 10 der Firma Habegger).

Einfache Methode mit bereits bekannter Ausrüstung, wenig zusätzliches Wissen erforderlich. Ideal bei knapper Ausbildungszeit.

Der Seilzug kann gleichzeitig für Personen und Material eingesetzt werden. Das bedeutet weniger Ausrüstung!

Der Handseilzug kann auch ohne Dreibein für die Rettung verwendet werden und ist damit multifunktional.

Diese Methode wird auch von den Rettungstruppen eingesetzt.

Handseilzug am Dreibeinfluss anschlagen und Drahtseil über die Umlenkrolle am Dreibeinkopf führen. Keinen Flaschenzug einrichten!

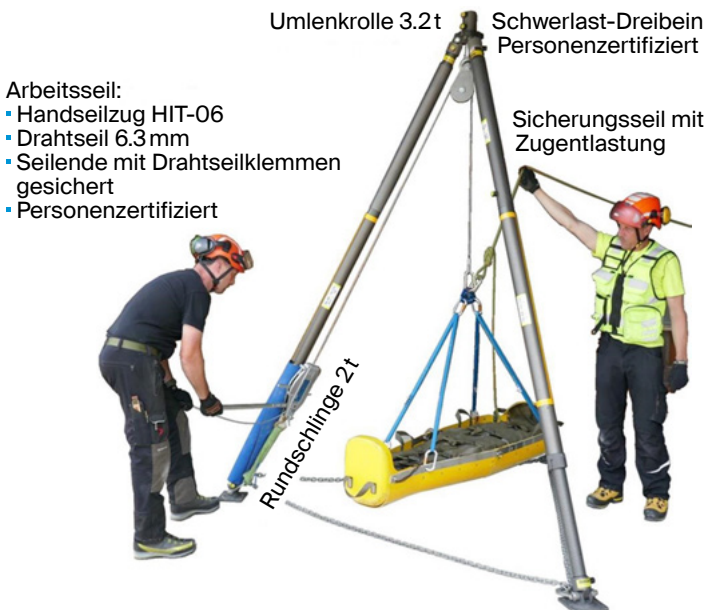


Abb. 73: Rettung mit einem Schwerlastdreibein und einem zertifizierten Handseilzug
(Bild ohne Absturzsicherung)

Seil in den Handseilzug einziehen und spitzes **Seilende** mit drei Drahtseilklemmen gegen ein unbeabsichtigtes «Herausbefördern» aus dem Seilzugapparat **sichern!** Oder besser: Seil bereits vor dem Einsatz in den Seilzugapparat einziehen und das Seilende sichern.

Sicherungsseil einrichten.

Sicherungs- und Arbeitsseil mit der Person bzw. der Rettungsbahre verbinden.

Die ganze Ausrüstung für das Arbeitsseil (Dreibein, Verbindungsmittel / Verbindungselemente, Umlenkrolle, Drahtseil) muss zum verwendeten Seilzug passen, insbesondere betreffend die erforderliche Mindestbruchlast. Aus diesem Grund werden nur für den Seilzug zugelassene Komponenten aus dem Hebesektor und ein Schwerlastdreibein aus multifunktionellen Rettungsstützen verwendet. Eine Kombination mit Material aus dem Personenrettungsbereich und einem Handseilzug aus dem Hebebereich kann bei starker Belastung durch den Seilzug zum Bruch und Versagen des Systems führen.

Nur leichte Seilzüge verwenden. Beim Einsatz von schweren Handseilzügen (z. B. HIT 32) ist die Gefahr einer Systemüberlastung besonders gross.

Der normale Lasthaken am Drahtseil für das Heben von Lasten ist für den Personentransport nur schlecht gesichert (schwache, nur einfach gesicherte Sperrklinke). Ideal ist eine Verbindung mit einem Stahlkarabinerhaken mit einer hohen Mindestbruchlast (entsprechend der Mindestbruchlast der Seilzug-ausrüstung, beim Hersteller abklären).

Seilunterstützte Rettung mit einer einfachen Schrägseilbahn

Seilunterstützte Rettungen mit Seilbahnen sind komplex. Sie dürfen nur mit dafür sehr gut ausgebildeten und trainierten Retterinnen/Rettern oder mit Höhenrettungsspezialisten ausgeführt werden!

Bei seilunterstützten Rettungen aus einem Gebäude kann es in ganz speziellen Fällen vorkommen, dass die gerettete Person nicht direkt senkrecht nach unten, sondern schräg seitwärts abgeseilt werden muss. Für solche Rettungen eignet sich eine Seilbahn. Der Aufbau einer Seilbahn ist sehr aufwändig, benötigt viel Zeit und viel Material. Aus diesem Grund sollten zuerst einfachere Lösungen geprüft werden.

Es gibt unterschiedliche Seilbahnsysteme. Nachfolgend wird als Beispiel das Prinzip einer einfachen Schrägseilbahn, welche nach dem «Schwerkraftprinzip» funktioniert, aufgezeigt.

Beispiel einer Rettung mit einer Schrägseilbahn

Die Schrägseilbahn funktioniert nach dem Schwerkraftprinzip. Die Person wird von oben mit dem Zugseil entlang der beiden Tragseile abgebremst.

Es wird unterschieden zwischen den Tragseilen, dem Zugseil und dem Sicherungsseil. Dafür werden Halbstatikseile verwendet.

Damit das Schwerkraftprinzip funktioniert wird eine Tragseilneigung von mindestens 30° benötigt. Flachere oder sehr lange Seilbahnen neigen aufgrund des Lastseildurchhangs und der Seildehnung dazu, im unteren Teil der Seillinie einen «Sack», d. h. eine Gegensteigung zur Talverankerung zu bilden. Die Person ist am tiefsten Punkt blockiert und muss mit einem zusätzlichen Seil zur Talverankerung hochgezogen werden. Dies muss verhindert werden – es handelt sich in einem solchen Fall nicht mehr um eine einfache Schrägseilbahn.

Ausser den Riggingplatten müssen alle Seile und Verankerungen konsequent redundant ausgeführt werden:

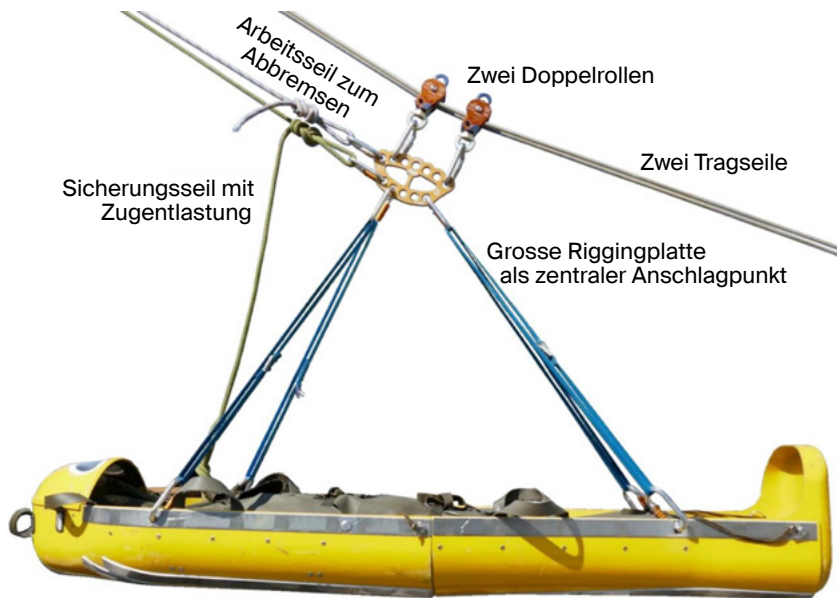


Abb. 74: Patiententransport mit einer einfachen Schrägseilbahn

- Redundante Verankerungen
- Zwei Tragseile
- Ein Abbrems- und ein zusätzliches Sicherungsseil
- Zwei doppelte Umlenkrollen an den Tragseilen
- Als Laufwagen wird eine grosse Riggingplatte und die zwei Doppelrollen verwendet.

Das Zugseil wird direkt an der Riggingplatte eingehängt. Das Sicherungsseil wird am Auffanggurt des Patienten und, als Zugentlastung, an der Riggingplatte eingehängt.

Das Zug- und das Sicherungsseil werden oben getrennt verankert. Die Person wird mit dem Zugseil mit einem Halbmastwurf oder einem Sicherungsgerät von oben abgesiebt.

Das Sicherungsseil wird ebenfalls mit einem Halbmastwurf oder einem Sicherungsgerät gesichert. In der Regel ist allerdings nicht eine sehr grosse Bremskraft erforderlich.

Achtung: Verlauf aller Seile unter Last bereits bei der Planung der Seilbahn unbedingt berücksichtigen. Alle Seile werden durch die Last und die Seildehnung tiefer verlaufen als in unbelastetem Zustand (Lastseildurchhang). Es besteht die Gefahr, dass die Seile dabei unerwartet über scharfe Kanten oder andere Seile (Gefahr der Schmelzverbrennung) verlaufen können!

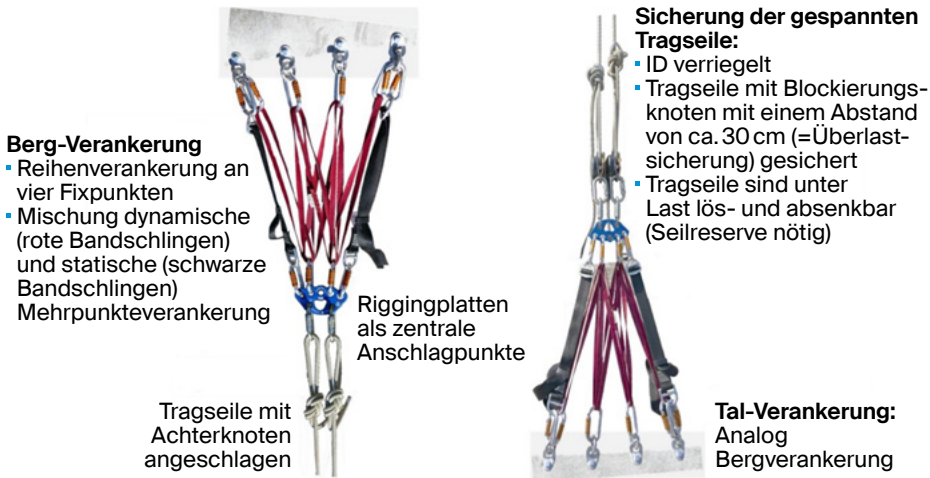


Abb. 75: Beispiel einer Berg- und Talverankerung auf Beton mit je einer Reihenverankerung an vier Fixpunkten

Bergverankerung:

- Pro Seil mindestens zwei Fixpunkte, bei «bombenfesten» Fixpunkten genügt ein Fixpunkt.
- In Beton eignet sich eine Reihenverankerung mit 4 Fixpunkten (vgl. Abbildung). Im Beispiel sind je drei Fixpunkte mit zwei Ausgleichsverankerungen an der Riggingplatte eingehängt. Die beiden äusseren Fixpunkte werden als statische Verankerungen ebenfalls auf die Riggingplatte geführt. Diese sollten erst fixiert werden, wenn die Tragseile gespannt und ausgerichtet sind.
- Die beiden Tragseile werden je mit einem Achterknoten und einem Stahlkarabinerhaken möglichst nahe nebeneinander in die Riggingplatte eingehängt, so dass die Doppelrollen des Laufwagens optimal laufen können.

Talverankerung:

- Die Talverankerung erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie die Bergverankerung.
- Sicherstellen, dass die Tragseile parallel laufen und **nicht verdreht** sind.
- Die beiden Tragseile werden je mit einem unter Last lösbaren Sicherungsgerät (z. B. ID) fixiert und wie folgt gespannt, maximal 2 Personen im Direktzug oder maximal 1 Person mit einem Flaschenzug 1:3, das ID dient dabei als Umlenkung und Rücklaufsperre (analog Universal-Flaschenzug beim Dreibein)

Die Tragseile dürfen nie zu stark gespannt werden! Bei zu starker Spannung können extreme Kräfte auf die Tragseile und die Verankerungen einwirken, was zu einem Totalversagen des Systems führen kann!

Das Sicherungsgerät wird nach dem Spannen blockiert und mit einem Blockierungsknoten und zusätzlich mit einem Karabiner gesichert.

Wichtig: der Blockierungsknoten muss einen Abstand von ca. 30 cm zum Sicherungsgerät aufweisen. Dies dient der Sicherheit bei Überlast bzw. zu stark gespannten Seilen: Das Seil rutscht bei ca. 450 bis 600 kg durch das ID – die Tragseile werden länger und die Kräfte dadurch kleiner.

Wichtig ist, bei den Tragseilen genügend Seilreserve zurückzuhalten. Bei einem Problem können die Tragseile mit den ID's unter Last entspannt und kontrolliert abgesenkt werden.

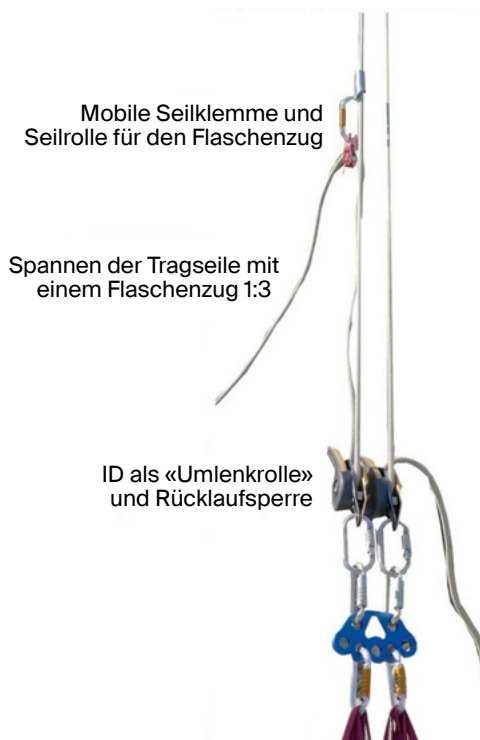


Abb.76: Spannen der Tragseile mit einem Flaschenzug 1:3

Retten aus Schutzbauten

Allgemeines

Schutzbauten (Schutzräume und Zivilschutzanlagen) wurden in erster Linie zum Schutz der Zivilbevölkerung und der Zivilschutzangehörigen im Fall von kriegesischen Auseinandersetzungen erstellt.

Schutzbauten sind unterirdische, allseitig stark armierte, geschlossene Betonbauten mit gepanzerten Eingangs- und Notausgangsabschlüssen. Sie sind künstlich belüftet und bieten guten Schutz gegen die Wirkung von konventionellen, atomaren und, bei eingeschaltetem Gasfilter, von chemischen Waffensystemen.

- 1 Schutzraumabteile mit höchstens 50 SP
- 2 Fluchtröhre / Luftfassung
- 3 Zwischenwand
- 4 Eingangstüre
- 5 Panzertüren
- 6 Kombierter Schleusen-Reinigungsraum
- 7 Drucktüre
- 8 Panzerdeckel
- 9 Notausstieg

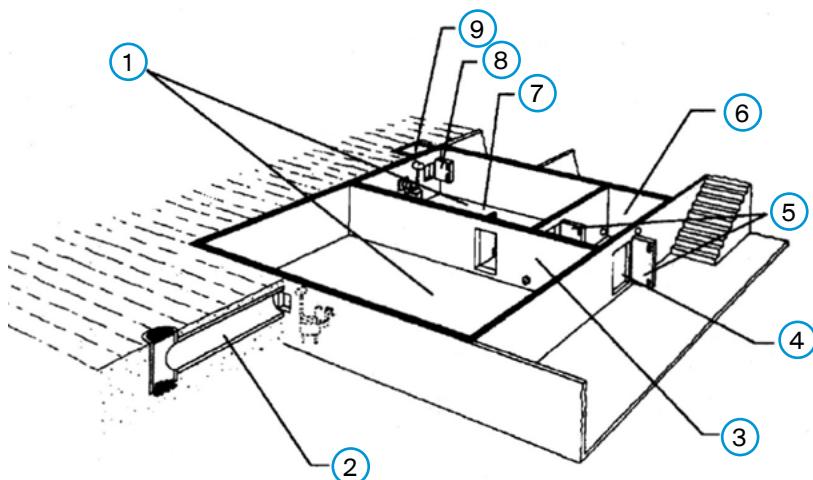


Abb.77: Beispiel eines Schutzraums mit 51 bis 100 Schutzplätzen

Aufgrund ihrer Bauweise widerstehen sie grossen, mechanischen Einwirkungen. Daher können sie nicht nur im Krieg, sondern (je nach Lage) auch in einem Katastrophenfall Schutz bieten.

Es ist durchaus denkbar, dass die Bevölkerung ihre Schutzräume nach einem Erdbeben als sichere «Zelle» nutzt, um sich vor den Einwirkungen durch Nachbeben zu schützen. Dies könnte besonders bei ungünstiger Witterung (z. B. starke Minustemperaturen im Winter) und in der Nacht der Fall sein.

Retten von Personen aus Schutzräumen

Personen, welche im Schutzraum ein Erbeben überlebt haben, können diesen in der Regel selber über die Panzertüre, den Notausstieg oder die Fluchtröhre verlassen. Sind diese Ausgänge durch Trümmer blockiert, müssen die Eingeschlossenen von aussen durch USAR-Teams gerettet werden.

Ist sichergestellt, dass sich Personen nur im Schutzraum und nicht in den Trümmern befinden, können die Trümmer mit schweren Geräten entfernt und die Schutzraumzugänge freigelegt werden. Die Personen bleiben im Schutzraum gut geschützt. Wichtig ist, dass mit den

Eingeschlossenen zuerst Kontakt aufgenommen wird und sie über das Vorgehen informiert werden.

Im Vordergrund steht das Vordringen zur Panzertüre, welche nach dem Wegräumen der Trümmer meist normal geöffnet werden kann.

Ist der Verschlussmechanismus der Panzertüre verklemmt oder blockiert, kann wie folgt vorgegangen werden:

- Verschlusshebel abschrauben.
- Mitnehmerbolzen zurückschlagen.
- Panzertüre aufziehen.

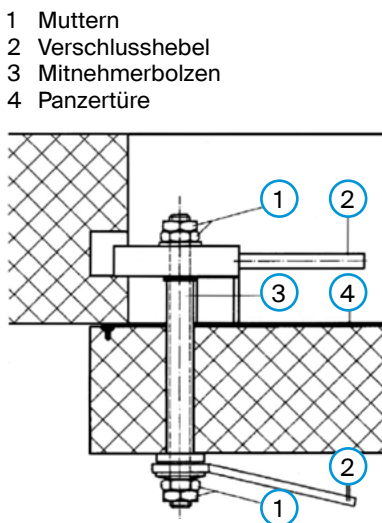


Abb.78: Verschlussmechanismus einer Panzertüre

Retten aus Schutzbauten

Kann der Verschlussmechanismus nicht entfernt werden, ist folgendes Vorgehen möglich:

- Panzertüre mit Brettern unterlegen.
- Seegerring entfernen oder Schweissnaht mit einem Trennschleifer abtrennen.
- Scharnierbolzen herausschlagen.

- Panzertüre auf der Seite der Scharniere vorsichtig von der Schutzraumhülle wegschieben. Dabei Panzertüre gegen Umfallen sichern.

Kann über die Panzertüre nicht eingedrungen werden, kann dies durch einen Notausgang erfolgen.

- 1 Scharnier
- 2 Seegerring/Schweissnaht
- 3 SR-Hülle
- 4 Panzertüre
- 5 Scharnierbolzen

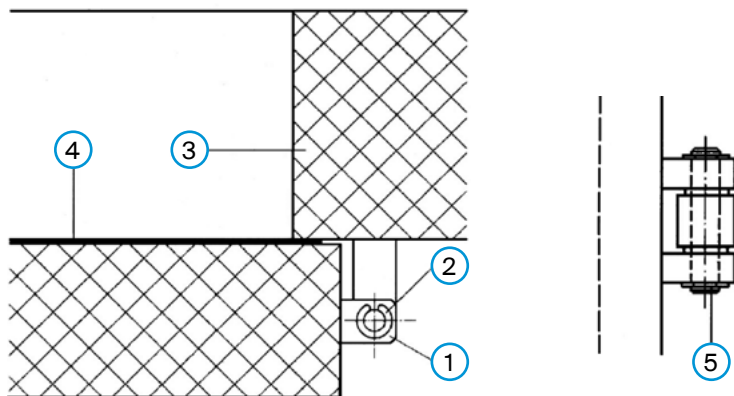


Abb. 79: Scharniere einer Panzertüre

- 1 Panzertüre
- 2 Brett(er)
- 3 Scharnierbolzen
- 4 Seegerring

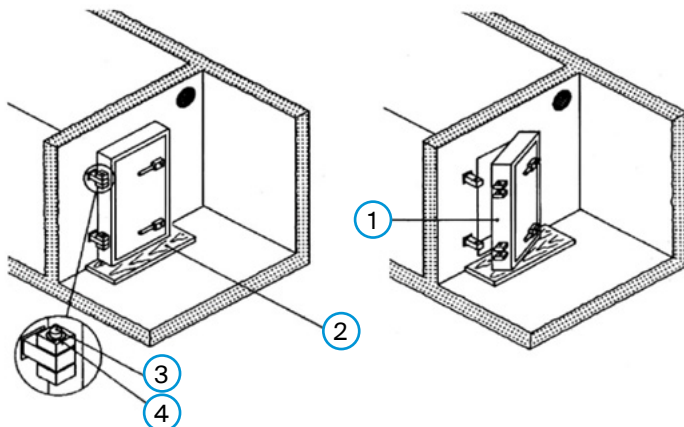


Abb.80: Phasen beim Öffnen der Schutzraumtüre

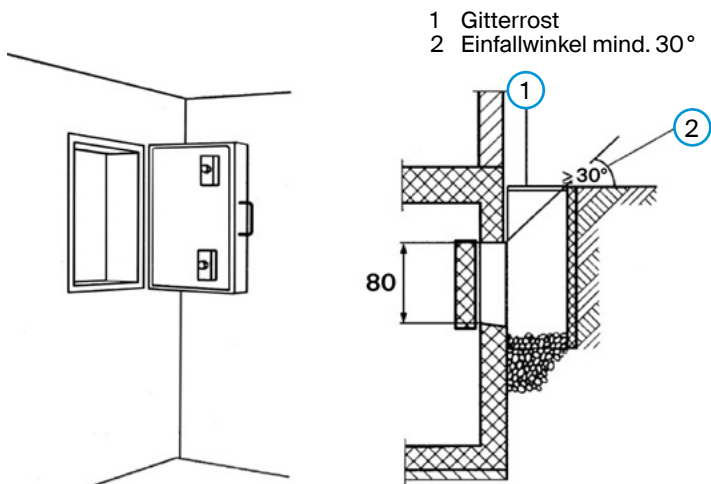


Abb.81: Notausstieg mit Panzerdeckel und Lichtschacht

Retten aus Schutzbauten

Der Panzerdeckel öffnet nach innen. Zum Öffnen des Panzerdeckels muss zuerst der Verschlusshebel aufgesetzt werden. Der Verschlusshebel befindet sich in der Regel in einer besonderen Halterung am Panzerdeckel oder seitlich am Rahmen. Ist der Panzerdeckel blockiert, kommt das gleiche Vorgehen wie bei der Panzertüre zur Anwendung.

Können weder Panzertüre noch Panzerdeckel geöffnet werden, so müssen die Eingeschlossenen mittels Mauerdurchbruch befreit werden. Dies ist aufgrund der massiven Bauweise der Schutzraumhülle sehr aufwändig. Wird mit Abbauhämmern gearbeitet, wird der Durchbruch mit Vorteil an folgenden Stellen vorgenommen:

- Panzerdeckel
- Panzertüre
- Bereich des Überdruckventils

- 1 Halbe Traufhöhe des Gebäudes
- 2 Panzerdeckel
- 3 Gefälle, mindestens 10%, maximal 15%
- 4 Steigeisen
- 5 Deckel, drucksicher

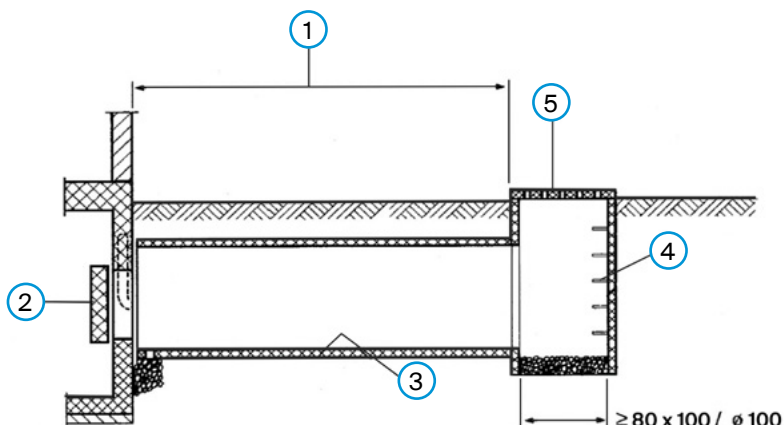
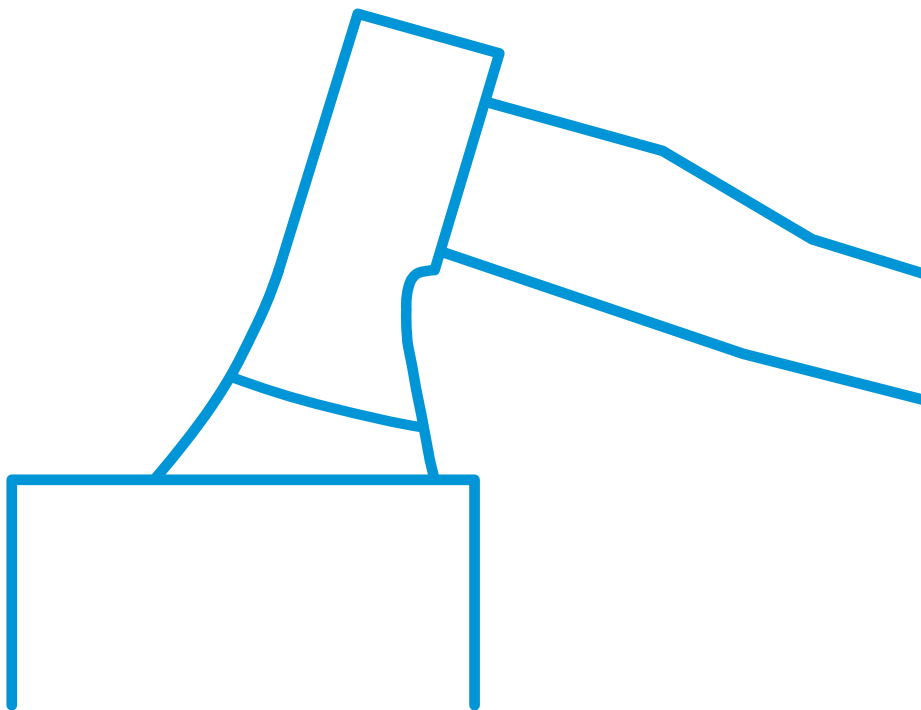


Abb. 82: Notausstieg mit Panzerdeckel, Fluchröhre und Aufstieggsschacht

Handbuch Pionier

Forstarbeiten und Bauwerke aus Holz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Impressum

Herausgegeben vom
Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)
Geschäftsbereich Zivilschutz und Ausbildung

Version 2025-07

Inhaltsverzeichnis

5 Motorsäge und Forstarbeiten

- 5 Einleitung**
- 6 Sicherheit**
- 6 Gefahren und Risiken
- 9 Sicherheitsvorschriften
- 11 Ausrüstung
- 12 Arbeitsplatzorganisation
- 14 Absperrungen
- 21 Arbeiten mit einer Motorsäge**
- 21 Sicherheitsvorschriften
- 21 Sicheres Arbeiten
- 23 Rückschlag der Motorsäge (Kick-Back)
- 24 Retablierung
- 25 Einfache Forstarbeiten**
- 25 Zug- und Druckspannungen im Holz
- 26 Sägetechnik und Trennschnitte
- 32 Methoden des Entastens**
- 34 Einsatz eines Seilzuges
- 39 Einsatz von Forstwerkzeugen
- 45 Rückearbeiten

47 Bauwerke aus Holz

- 47 Sicherheitsvorschriften
- 47 Holz als Baumaterial**
- 47 Vorteile von Holz
- 48 Nachteile
- 48 Lebensdauer
- 50 Ingenieurbiologie
- 51 Winkel abschätzen mit dem Doppelmeter
- 52 Holzkasten**
- 52 Einsatzspektrum
- 54 Einfacher (einwandiger) Holzkasten
- 54 Doppelter (doppelwandiger) Holzkasten
- 55 Planung
- 57 Bautechnik
- 62 Holzkännel**
- 62 Weitere Bauarten
- 63 Einbettung
- 64 Wildbachsperrn**
- 64 Grundlagen für kleinere Querwerke
- 65 Anordnung der Querwerke im Grundriss
- 65 Wichtige Abmessungen für kleinere Querwerke
- 67 Querwerk aus doppelwandigen Holzkästen
- 68 Querwerk aus Steinkörben
- 69 Leitwerke
- 70 Abrasionsschutz
- 70 Kolksschutz (Fallboden)
- 71 Grundschnellen**
- 72 Mindesteindeckung
- 72 Kolksschutz
- 73 Sickerströmung unterbinden

74 Ufersicherungen

- 74 Grundlagen
- 75 Ausführungen
- 76 Blocksatz
- 77 Holzkasten
- 77 Steinkörbe
- 78 Einsatzspektrum
- 79 Planung
- 80 Bautechnik

82 Brücken

- 82 Einsatzspektrum
- 83 Planung
- 85 Bautechnik

92 Stege

- 92 Einsatzspektrum
- 93 Planung
- 93 Bautechnik

97 Exkurs Bauwerke

- 97 Einführung zum
Einsatzgerüstsystem (EGS)
- 98 Hochwasserlaufsteg
- 98 Stege und Brücken
- 100 Dekontaminationsstelle /
Desinfektionsschleuse

Motorsäge und Forstarbeiten

Einleitung

Motorsäge- und Holzerntearbeiten sind Tätigkeiten mit besonderen Gefahren und erhöhten Risiken. Sie setzen fundierte Kenntnisse, Erfahrung, umsichtiges Vorgehen, regelmässiges Training und eine gründliche Ausbildung voraus und werden daher als Facharbeiten bezeichnet.

In diesem Handbuch verzichten wir bewusst auf die genaue Beschreibung und Illustration von Fälltechniken und dem Fällen von Bäumen in unterschiedlichen Situationen. Die benötigten Kompetenzen müssen in anerkannten Kursen (z. B. Kurse des Schweizerischen Waldeigentümerverbandes «WaldSchweiz») entwickelt werden. Dies ist im Waldgesetz für die ganze Schweiz verbindlich vorgeschrieben.

Fällarbeiten sind sehr komplex und technisch anspruchsvoll, jede Baumart und jede Situation ist anders und verlangt ein angepasstes Vorgehen. Dabei sind Forstarbeiten zwingend nach den anerkannten Regeln der Technik auszuführen. Nur ein fachkundiger Instruktor kann vermitteln, wie vielseitige und konkrete Situationen richtig beurteilt und daraus die sichersten Arbeitstechniken abgeleitet werden.

Fällarbeiten dürfen nur mit dem entsprechend ausgebildeten (Fach-)Personal vorgenommen werden!

Wagemutige Aktionen, Überforderung des Personals oder unnötige Risiken sind auf jeden Fall zu vermeiden!

Kursangebot unter waldschweiz.ch (Aufzählung nicht abschliessend). Für Zivilschutzpersonal, das im Forst eingesetzt werden soll oder Arbeiten im Forst instruiert und nicht beruflich als Forstwart/in oder in einem vergleichbaren Beruf tätig ist, werden folgende Kurse empfohlen

- Basiskurs Holzernte (E28) und anschliessend
- Weiterbildungskurs Holzernte (E29)

Sicherheit

Gefahren und Risiken

Wald- und Forstarbeiten sind mit besonderen Gefahren und situationsbedingt speziellen und mitunter hohen Risiken verbunden. In gewissen Arbeitssituationen ist Hilfe unabdingbar – beim Sichern des Arbeitsplatzes, beim Ausführen verschiedener Arbeitsschritte oder spezieller Techniken. Besonders zum Tragen kommt dies bei einem Unfall, wenn es um die Erste Hilfe, Kameradenhilfe oder die rasche Alarmierung geht. Das Befolgen des nachstehenden Merksatzes ist daher zwingend.

Arbeiten mit besonderen Gefahren, wie Motorsäge- und Forstarbeiten, dürfen nie alleine ausgeführt werden!

Ursachen für Unfälle bei Motorsäge- und Forstarbeiten (nicht abschliessend):

- Missachtung von Sicherheitsregeln im Gefahren- / Arbeitsbereich oder innerhalb der Gruppe
- Nichterkennung oder falsche Interpretation von Gefahren, insbesondere von Spannungen in Ästen und Stämmen
- Verwechslung von Zug- und Druckzone im Holz
- Falscher Standort des Motorsägeführers/ der Motorsägeführerin oder anderer beteiligter Personen

- Mangelhafte Kommunikation und/oder fehlende Kommunikationsmittel (beispielsweise Verständigung durch Ruflaute anstatt Sprechfunk)
- Nicht bestimmungsgemässe Verwendung von Maschinen, Geräten und Material
- Ungeeignete oder mangelhaft ausgeführte Schneide- oder Trenntechnik
- Ungenügende persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Arbeiten im Forst setzen also zwingend eine saubere und disziplinierte Vorbereitung voraus. Es gilt, das Vorgehen festzulegen, abzuklären, welche Arbeitsmittel zum Einsatz kommen, ob Personen mit den nötigen Ausbildungen und Kenntnissen zur Verfügung stehen, Sicherheitsmassnahmen und Verhalten in einem allfälligen Notfall zu definieren usw.

Das Erstellen eines Sicherheitskonzeptes ist unerlässlich. Dies beinhaltet die Abschätzung und Kategorisierung der bestehenden Gefahren und Risiken, das Festlegen geeigneter Massnahmen sowie einer Notfallplanung. Ein Leitfaden zur Erstellung eines Sicherheitskonzeptes steht im Handbuch Pionier, Teil Grundlagen, zur Verfügung.

Das benötigte Material bzw. die Arbeitsmittel müssen dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und in betriebssicherem Zustand sein.

Das eingesetzte Personal muss über die entsprechende Ausbildung und Ausrüstung (PSA) verfügen und in der Lage sein, die geforderten Aufträge erfüllen zu können.

Im Katastrophenfall steht die möglichst hohe Sicherheit im Einsatz an erster Stelle, es geht dabei nicht um die Gewinnung von Nutzholz!

Um eine hohe Leistungs- und Konzentrationsfähigkeit aufrecht zu erhalten, sind regelmässige Pausen und eine angepasste Verpflegung nötig. Dabei sind Zwischenverpflegungen sinnvoll, um den stark erhöhten Energiebedarf überhaupt abdecken zu können.

Flüssigkeitsmangel wirkt sich besonders negativ auf funktionelle

Vorgänge im Menschen aus, was neben der gesundheitlichen Beeinträchtigung auch das Unfallrisiko markant erhöht. Der tägliche Flüssigkeitsbedarf von geschätzten rund 2,5 Litern steigt mit körperlicher Arbeit und bei entsprechender Witterung schnell auf das Doppelte an. Gerade bei schwerer körperlicher Arbeit ist ausreichendes Trinken eine immer noch zu wenig beachtete Präventionsmassnahme. Ein Flüssigkeitsverlust von bereits zwei Prozent des Körpergewichts kann während der Arbeit nicht mehr vollständig ausgeglichen werden. Maximal kann der Körper 0,8 Liter Flüssigkeit in der Stunde aufnehmen. Trinken nur in den Hauptpausenzeiten reicht in der Regel nicht aus. Bereits ein geringer Flüssigkeitsmangel hat spürbare Auswirkungen auf die körperliche und geistige Leistung.

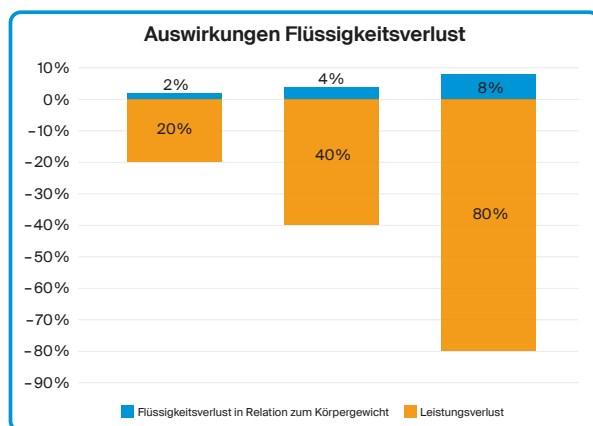


Abb. 1: Flüssigkeitsverlust prozentual zum Körpergewicht in Korrelation zum Leistungsabfall

Ein weiteres Risiko bei Arbeiten im Wald sind die Gefahren durch Zeckenbisse. Folgende Anweisungen sollen unbedingt befolgt werden:

- Hohes und geschlossenes Schuhwerk tragen
- Schliessende Kleidung mit langen Ärmeln und Hosenbeinen tragen
- Antizeckenspray oder ähnliches Produkt einsetzen
- Nach der Arbeit seinen ganzen Körper absuchen oder von einer anderen Person absuchen lassen
- Nach einem Zeckenbiss unbedingt zum Arzt gehen
- Die Möglichkeit von Impfungen nutzen (bei Zecken die Impfung gegen die FSME-Viren, oftmals Zeckenimpfung genannt)

Folgende Unterlagen empfehlen wir bei Motorsäge- und Forstarbeiten:

- «EKAS Richtlinie Nr. 2134», Forstarbeiten
- «Die Holzernte», Checkkarten des Verbandes der Waldeigentümer WaldSchweiz

Broschüren der Suva

- «Profi im eigenen Wald», 44069
- «Vorsicht Zecken», 44051
- «Notfallkarte», 88217/1
- Viele weitere Broschüren, Checklisten und Informationen unter



<https://www.suva.ch/de-ch/praevention/nach-branchen/forstunfaelle-vermeiden-bei-waldarbeiten?lang=de-CH>

Die «EKAS Richtlinien Nr. 2134», Forstarbeiten, müssen bei Arbeiten im Forst und mit der Motorsäge im Zivilschutz zwingend eingehalten werden!

Sicherheitsvorschriften

Auszug aus den «Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die Sicherheitsvorschriften im Zivilschutz» WSZS (Arbeitsfassung vom 1.3.2020).

2. Abschn.: Persönliche Schutzausrüstung

Art. 10 Allgemeines

- ¹ Die persönliche Ausrüstung muss:
- a. für den Verwendungszweck geeignet sein;
 - b. den Träger wirkungsvoll vor den zu erwartenden Risiken schützen.
- ² Die Sicherheits- und Bedienungsvorschriften der Hersteller müssen eingehalten werden.

Art. 11 Schuhwerk

- Das Schuhwerk muss für alle Schutzdienstleistenden mindestens folgende Eigenschaften erfüllen:
- a. hohes, festes, über den Knöchel reichendes Schuhoberteil;
 - b. profilierte, rutschsichere Laufsohle;
 - c. geschlossener Fersenbereich;
 - d. wasserfest;
 - e. antistatisch und kraftstoffbeständig.

Art. 12 Warnbekleidung

- Es muss mindestens ein zertifiziertes, den Torso bedeckendes Warnkleidungsstück der Klasse 2 EN ISO 20471 getragen werden:
- a. bei Arbeiten im Bereich öffentlicher Strassen;
 - b. bei schlechten Sichtverhältnissen;
 - c. im Wirkungsbereich von Maschinen.

3. Abschn.: Geräte und Material

Art. 13 Allgemeines

- ¹ Die zu verwendenden Geräte müssen:
- a. für den Verwendungszweck geeignet sein;
 - b. nach den anerkannten Regeln der Technik eingesetzt werden.

- ² Die Sicherheits- und Bedienungsvorschriften der Hersteller müssen eingehalten werden.
- ³ Das zu verwendende Material muss für den Verwendungszweck geeignet sein und den grundlegenden Sicherheitsanforderungen entsprechen.
- ⁴ Sicherheitseinrichtungen dürfen weder entfernt noch geändert werden.

5. Abschn.: Forstarbeiten

Art. 46 Forstarbeiten

- ¹ Forstarbeiten dürfen nur in Absprache mit dem zuständigen Forstdienst durchgeführt werden.
- ² Beim Ausführen von Forstarbeiten müssen die EKAS-Richtlinien 2134 (Forstarbeiten) eingehalten werden.
- ³ Schutzdienstpflichtige dürfen je nach Ausbildung für folgende Holzerntearbeiten eingesetzt werden:
- a. ausgebildete Forstwerte für jegliche Art von Holzerntearbeiten;
 - b. Schutzdienstpflichtige, die einen anerkannten Holzerntekurs von mindestens zehn Tagen erfolgreich besucht haben, dürfen Normalfälle fällen, aufrüsten und rücken. Das Fällen von Spezialfällen und das mit vergleichbaren Gefahren verbundene Ausführen von Trennschnitten ist verboten;
 - c. Schutzdienstpflichtige, die einen anerkannten Holzerntekurs von mindestens drei bis fünf Tagen erfolgreich besucht haben, dürfen Normalfälle mit einem Brusthöhendurchmesser von höchstens 20 cm fällen, aufrüsten und rücken. Das Fällen von Spezialfällen und das mit vergleichbaren Gefahren verbundene Ausführen von Trennschnitten ist verboten;
 - d. Schutzdienstpflichtige, die mindestens über die Grundausbildung an der Motorkettensäge verfügen, dürfen Bäume oder Baumstämme mit einem Durchmesser von höchstens 20 cm aufrüsten und rücken. Das Fällen von Bäumen ist verboten.

Erläuterungen:

Art. 11 Schuhwerk

Die Kampfstiefel der Armee erfüllen diese Eigenschaften und sind für alle Tätigkeiten im Zivilschutz zugelassen. Bei besonders gefährlichen Arbeiten entscheiden die Kantone selbstständig über eine Erhöhung der Anforderungen an das Schuhwerk.

Art. 12 Warnbekleidung

Bst. c

Unter Aufenthalt im Wirkungsbereich von Maschinen wird beispielsweise der Aufenthalt in der Arbeits- bzw. Schwenkzone von Baggern, Kranen, Forstschleppern oder Lastwagen/Dumpfern verstanden.

Art. 13 Allgemeines

Abs. 2

Für die vom Bund ausgelieferten Geräte und das ausgelieferte Material (standardisiertes Material) gelten die vom Bund herausgegebenen Sicherheits- und Bedienungsvorschriften.

Bei ortsveränderlichen, steckbaren elektrischen Betriebsmitteln und mobilen Stromerzeugern wird empfohlen, einmal jährlich eine Sicherheitsprüfung durch eine sachkundige Person nach der Norm VDE 701/702 durchführen zu lassen. Dies auch, wenn diese Prüfung vom Hersteller nicht vorgeschrieben ist.

Art. 46 Forstarbeiten

Abs. 3

Holzerntearbeiten umfassen das Fällen, Aufrüsten (Entasten, Einschnitten, Entrinden) und Rücken von Bäumen und Baumstämmen. Sieht die kantonale Forst- und Waldgesetzgebung schärfere Vorschriften vor, müssen diese eingehalten werden. Das Zuschneiden von Bau-Rundhölzern im Rahmen von Bautätigkeiten (z. B. Holzkastenbau) fällt nicht unter den Begriff Holzerntearbeiten.

Bst. b und c

Normalfälle sind gesunde, nicht gefrorene Bäume mit einer gleichmässigen Gewichtsverteilung. Spezialfälle sind unter grossen Spannungen stehende, schräge, gebogene, gefrorene, gerissene oder ineinander verkeilte Bäume. Das Fällen und Trennen von Spezialfällen ist mit sehr grossen Risiken verbunden und daher dem Fachpersonal vorbehalten.

Ausrüstung

Für Personen, welche als Motorsägeführer/innen eingesetzt werden, ist das Tragen der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) Pflicht. Die Ausrüstung muss beim Arbeiten mit der Motorsäge konsequent und ohne Ausnahmen getragen werden.

Dazu gehören folgende Bestandteile:



Abb. 2: PSA bei Motorsägearbeiten (SUVA)

Eine grosse Bedeutung innerhalb der PSA fällt sicherlich der Schnittschutzhose zu. Diese ist neben dem Helm die wichtigste Schutzbekleidung für Arbeiten mit der Motorsäge und kann effektiv vor Verletzungen im Beinbereich schützen.

An den am meisten gefährdeten Stellen, im vorderen Beinbereich, ist vom Knöchel bis an die Hüfte zwischen den äusseren und inneren Hosenstoffen eine Schicht aus lose verwebten, sehr langen, feinen, reissfesten Fäden eingearbeitet.

Bei Berührung zerschneidet die Kette der Motorsäge den Oberstoff und nimmt aus der Schutzschicht die Fäden auf, die sich dann um das Antriebsrad der Motorsäge wickeln und die Maschine in Sekundenbruchteilen blockieren.



Abb. 3: Säge beim Kontakt mit Schnittschutzhose (Husqvarna)

Die Schnittschutzhosen werden in vier Klassen unterteilt:

- Klasse 0 bis 16 m/s
- Klasse 1 bis 20 m/s
- Klasse 2 bis 24 m/s
- Klasse 3 bis 28 m/s

Wir empfehlen, für Forst- und Motorsägearbeiten im Zivilschutz mindestens PSA der Klasse 1 zu verwenden!

Arbeitsplatzorganisation

Für ein effizientes und sicheres Arbeiten müssen die Aufträge verständlich und besprochen sein, es sollten möglichst keine Missverständnisse entstehen können. Eine vorgängige Absprache mit den zuständigen Fachkräften und Waldbesitzern wird empfohlen. Anhand einer Schlagorganisation und von Skizzen können die verschiedenen Arbeitsplätze sowie mögliche Transportwege einfach und verständlich sichtbar gemacht werden. Die Arbeiten sind stets so zu organisieren und umzusetzen, dass keinerlei sicherheitswidrige Zustände entstehen. Das Personal muss im Vor herein über den Arbeitsablauf, das Arbeitsverfahren und Techniken sowie die Arbeitsplatzgestaltung instruiert werden. Die im Zivilschutz gültigen Sicherheitsvorschriften sowie die Herstellervorschriften der verwendeten Geräte und Maschinen sind selbstverständlich jederzeit verbindlich und strikte einzuhalten.

Die Vorgesetzten sind in der Pflicht, dies zu überprüfen und bei Bedarf geeignete Massnahmen anzuordnen und Korrekturen vorzunehmen.

Die Vorgesetzten sind in der Pflicht, die getroffenen Massnahmen gemäss Sicherheitskonzept sowie die Umsetzung der Sicherheitsvorschriften zu überwachen und fehlerhaftes Verhalten zu korrigieren!

Bei und während den Arbeiten sollte auf Ordnung geachtet werden, zum einen dient dies der Sicherheit am Arbeitsplatz und zum anderen können durch diese einfache Massnahmen kostspielige Materialverluste verhindert werden. Wird in Gruppen gearbeitet, so muss darauf geachtet werden, dass sich die einzelnen Personen bei der Arbeit nicht gegenseitig gefährden und die benötigten Abstände und Sicherheitszonen berücksichtigt werden. Generell müssen Gefahrenbereiche von technischen Einrichtungen, Geräten und Maschinen oder plötzlich entstehende Gefahrenzonen bedingt durch spezifische Arbeitsvorgänge beachtet werden, es dürfen sich keine weiteren Personen darin aufhalten, und die maschinenführende Person oder der/die Sägeführer/in muss mit entsprechenden Massnahmen und Vorkehrungen geschützt werden.

Forstarbeiten und Tätigkeiten in Waldgebieten müssen nach dem Stand der Technik so ausgelegt sein, dass negative Bedingungen durch Witterungseinflüsse bestmöglich gemildert werden können. Gerade auch bei längeren Einsätzen muss eine angemessene Hygiene während der Arbeitstage möglich sein, um die Gesundheit der Mitarbeitenden zu bestmöglich zu schützen. Dafür kann ein mobiler Personalwagen oder ein Zeltaufbau zur Verfügung gestellt werden. Der Unterstand sollte dabei das Personal vor allem vor Nässe und Kälte schützen, einen Erholungsraum und die Möglichkeit von Pausen und Verpflegung im Trockenen bieten.

Für die Verständigung auf dem Arbeitsplatz und dem umliegenden Gebiet sind zwingend taugliche Mittel einzusetzen. Gerade bei Arbeiten mit besonderen Gefahren, lauten Gerätschaften und Maschinen haben sich Lärmsprechfunkgarituren bewährt, welche vom Personal direkt im Gehörschutz vom Helm eingebaut werden können.

Absperrungen

Drittpersonen dürfen auf keinen Fall gefährdet werden, dies ist bereits in der Vorbereitung und Arbeitsplanung zu bedenken. In Waldgebieten sind oftmals Personen aus unterschiedlichsten Gründen anzutreffen, viele möchten sich sportlich betätigen, Pilze und Beeren suchen oder einfach die Natur geniessen. Die Unfallgefahr für unbeteiligte Dritte muss sich durch die ausgeführten Sicherungsmassnahmen soweit wie möglich minimieren lassen. Im Bereich aller öffentlichen Verkehrsflächen – dazu gehören auch Waldstrassen, Fuss- und Wanderwege

mit Ausnahme von ausschliesslich privat genutzten Strukturen – müssen zwingend die Sicherungsmassnahmen des Strassenverkehrsgesetzes (SVG), der Signalisationsverordnung (SSV) und der kantonalen Ausführungsbestimmungen eingehalten werden.

Die Absperrung muss eine unverkennbare und unmissverständliche Barriere darstellen und den aktuell gültigen Signalisationen entsprechen. In Bereichen, welche besonders von Drittpersonen frequentiert werden, muss der Einsatz von Sicherungsposten angedacht und



Abb. 4: Signalisationsmassnahmen müssen unmissverständlich sein (Suva)

überprüft werden. Die Notwendigkeit eines Sicherungspostens wird mit der situativen Gefährdungsbeurteilung im Sicherheitskonzept ermittelt. Eine Sprechverbindung etwa mittels Funk zwischen Motorsägenführer/in und Sicherungsposten ist zu gewährleisten. Falls erforderlich, sind rechtzeitige Abspra-

chen mit den zuständigen Stellen zu führen. Dies können unter anderem Strassenverkehrsbehörden, Bahn, Energieversorger oder die Polizei sein. Bei Planung und Durchführung der Arbeitsplatzsicherung und Absperrungen unbedingt daran denken, etwaige Umleitungsmöglichkeiten einzuplanen und umzusetzen.



Abb.5: Reflektierende Absperrblache (Forstblache)



Abb. 6: Professionelle Absperrung (GRABUS)

Notfallplanung

Unerwartete Ereignisse oder Unfälle können weitgreifende Konsequenzen für alle Beteiligten mit sich bringen. Nicht immer muss es sich dabei um einen Unfall mit einer Maschine oder eine Motorsäge handeln, auch gesundheitliche Probleme, Allergien, Stiche oder eine akute Erkrankung können jeden treffen. Umso wichtiger ist es dabei, dass schnell und zielgerichtet reagiert und gehandelt werden kann. Der Leitsatz muss auch hier wieder sein: Niemals alleine arbeiten!

Die arbeitsplatzspezifische Notfallorganisation hat schriftlich vorzuliegen, muss täglich überprüft und bei Bedarf angepasst werden. Um die Notfallplanung möglichst effizient und schlank zu gestalten, haben sich folgende Merkmale bewährt.

Alarmierung

Notfallkarte erstellen oder Vorlagen verwenden (Suva)

- Wichtige Nummern notieren (Sanität, REGA, nächstes Spital, weitere Nummern wie etwa Vertrauens-/Kontaktperson)
- Koordinaten des Arbeitsplatzes (kann sich verändern mit dem Arbeitsfortschritt), dies sind zugleich die Koordinaten für die Luftrettung
- Treffpunkt mit Koordinaten für die Bodenrettung

Die Notfallkarte vor Arbeitsbeginn unbedingt mit dem Personal durchbesprechen und ergänzen lassen. Nur wenn die Handhabung allen vertraut ist, kann der grösstmögliche Nutzen garantiert werden.

Checkliste vor Arbeitsbeginn

- Erste-Hilfe-Set mit dabei
- Optimal: jede Person trägt ein Verbandset auf sich
- Alarmierung gewährleistet
 - Mobiltelefone aufgeladen
 - Empfang gewährleistet
 - Funkgeräte einsatzbereit
 - Verbindungskontrollen mit allen Kommunikationsmitteln
- Jede/r hat die Notfallkarte bei sich
- Erste-Hilfe-Massnahmen sind allen bekannt
- Zugang der Rettungskräfte zu einer möglichen Unfallstelle (Strassenzustand, Strassen frei von Hindernissen, Befahrbarkeit bei Schnee oder Eisglätte, Flugsicht)

Notfall: Vorgehen nach Ampelschema



Abb.7: Ampelschema (Schweizerischer Samariterverbund)

Nothilfe gemäss BLS-AED-Schema durchführen

BLS-AED-Schema

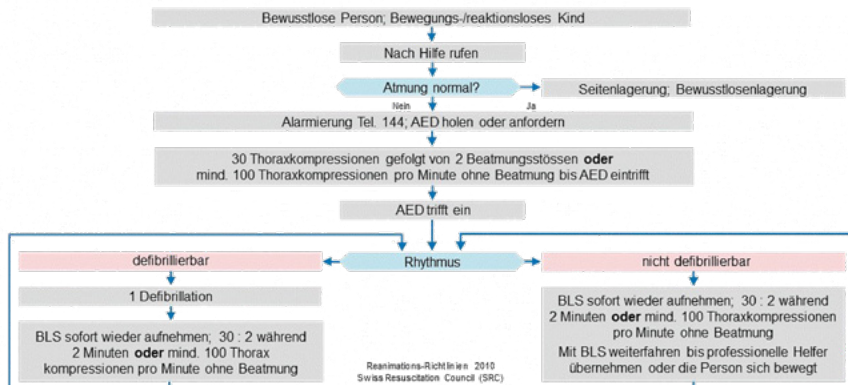
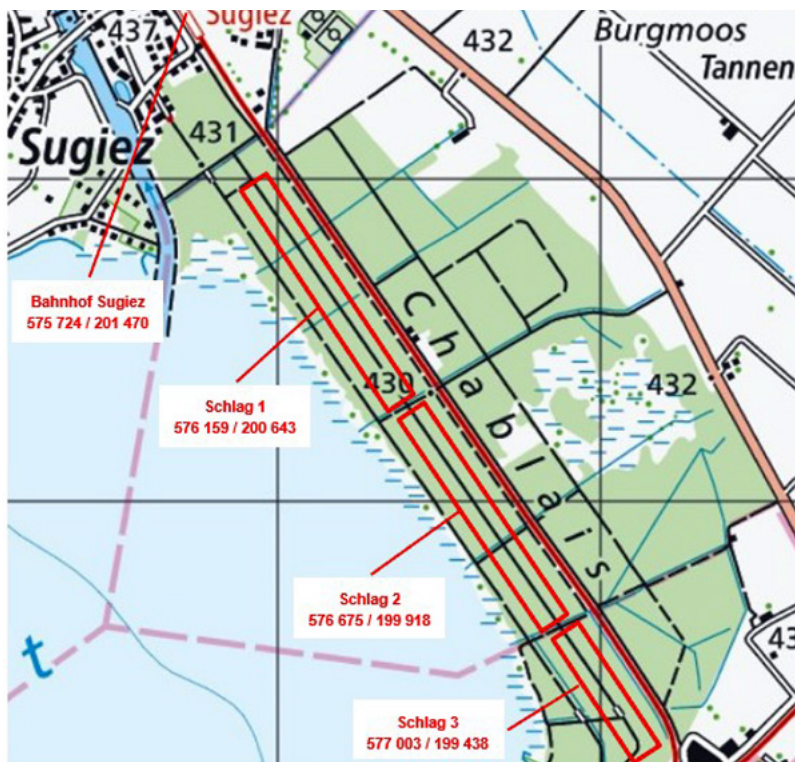


Abb. 8: BLS-AED-Schema (Schweizerischer Samariterverbund)

Notfallplan Holzschlag Sugiez 2020: Chemin du Chablais



Standort:	Waldgebiet "Chablais", Holzschläge entlang des "Chemin du Chablais"	Notruf	112
		Sanitätsnotruf	144
Bodenrettung:	Treffpunkt Bahnhof Sugiez Koord. 575 724 / 201 470	Spital Murten	026 306 70 00
		REGA	1414
Luftrettung:	Schlag 1 Koord. 576 159 / 200 643		
	Schlag 2 Koord. 576 675 / 199 918		
	Schlag 3 Koord. 577 003 / 199 438		

Abb. 9: Sicherheitskonzept in kompakter Miniaturausführung – SIKO Mini – als Beispiel für einen Holzschlag

Gefährdung	Risiko	Risiko-grad	Massnahmen	Risiko nach Umsetzung Massnahmen	Arbeiten ausführen
Fussgänger	Treffer durch Holzteile Erschlagen	hoch	Absperrung anbringen Wenn nötig, wegweisen	tief	Ja
Velofahrer	Treffer durch Holzteile Erschlagen Kollision	mittel	Absperrung anbringen Wenn nötig, wegweisen	tief	Ja
E-Biker	Treffer durch Holzteile Erschlagen Kollision	mittel	Absperrungen anbringen mit Vorwarnung in genügender Distanz Wenn nötig, wegweisen	tief	Ja
Wildtiere	Biss-verletzungen Infektion	tief	Tiere, welche nicht flüchten, mit Signalhorn oder lautem Rufen fern halten	tief	Ja
Insekten	Stiche Allergische Reaktion	hoch	Erste-Hilfe-Mittel vor Ort Allergien im Vorfeld abklären und entsprechende Medikamente mitführen	mittel	Ja
Zecken	Bisse Krankheiten (FSME, Borreliose)	hoch	Impfung Geeignete Sprays einsetzen (Antizeckenspray) und deckende Kleidung Bei Bissen sofort zum Arzt	mittel	Ja

Gefährdung	Risiko	Risiko-grad	Massnahmen	Risiko nach Umsetzung Massnahmen	Arbeiten ausführen
Totholz	Erschlagen	hoch	Schlag vor der Arbeit mit Experten besichtigen Gefährliche Stämme und Abschnitte markieren / meiden	tief	Ja
Spannungen im Holz	Erschlagen schwere Verletzungen	hoch	Ausbildung der arbeitenden Personen Chef Sicherheit vor Ort Bei Unsicherheit nicht weiterarbeiten	mittel	Ja
Sturm	Treffer durch Holzstücke oder Stämme Erschlagen	hoch	Wettervorhersage / Wetterentwicklung vor Ort beachten und beobachten, bei starken Winden und Sturm nicht im Forst arbeiten	tief	Ja
Hitze	Dehydrieren	hoch	Viel trinken, auch ausserhalb der Pausenzeiten	mittel	Ja
Regen	Ausrutschen	mittel	Gutes Schuhwerk mit rutschhemmender Sohle	tief	Ja
Kälte	Unfälle	mittel	Geeignete Kleidung (Zwiebelschalenprinzip)	tief	Ja

Tab 1: Besondere Gefahren

Arbeiten mit einer Motorsäge

Sicherheitsvorschriften

Das Arbeiten mit der Motorsäge kann kaum mit dem Arbeiten mit der Axt oder der Handsäge verglichen werden. Die Kettengeschwindigkeit ist hoch und die Schneidezähne sind sehr scharf, daher sind besondere Sicherheitsmassnahmen unerlässlich.

Bei allen Arbeiten müssen Schnittschutzhosen oder Schnittschutzbeinlinge mit Rundumschutz einer Schnittschutzklasse getragen werden, welche für die verwendete Motorsäge zugelassen ist. Für die im Zivilschutz in der Regel eingesetzten Motorsägen genügt die Schnittschutzklasse 1 (Kettengeschwindigkeit liegt bei 20 m/s).

Beim Anwerfen des Motors und bei Sägearbeiten darf sich niemand im

Schwenkbereich innerhalb von zwei Metern Radius der Sägekette aufhalten.

Zum Betanken, Nachfüllen von Öl, Prüfen der Kettenspannung sowie zum Auswechseln der Sägekette muss der Motor abgestellt sein.

Es ist verboten;

- das Gerät über Schulterhöhe einzusetzen!
- das Gerät mit laufender Sägekette umherzutragen!

Sicheres Arbeiten

Beim Verschieben (man unterscheidet zwischen Verschiebungen während der aktiven Sägearbeit, wie etwa beim Asten, und dem Transport vor und / oder nach dem Arbeiten) mit der Motorsäge sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Kettenbremse blockieren, bei grösseren Distanzen (mehr als ca. 50 m) Motor abstellen
- Motorsäge nur am Griffrohr tragen, der heisse Schalldämpfer zeigt weg vom Körper (Verbrennungsgefahr)
- Führungsschiene nach hinten

Transport:

- Im Innern von Fahrzeugen Gerät gegen Umkippen, Beschädigung und Auslaufen von Kraftstoff sichern



Abb.10: mind. 2 Meter Sicherheitsabstand (Suva)

Inbetriebnahme:



Abb. 11: Starten der Motorsäge (Suva)

- Festen und sicheren Stand beachten
- Die Motorsäge wird nur von einer Person bedient
- Keine weiteren Personen im Arbeitsbereich dulden
- Vor dem Starten Kettenbremse blockieren
- Motor nicht aus der Hand anwerfen, sondern Starten mit der zwischen die Beine geklemmten Säge
- Motorsäge nicht starten, wenn sich die Sägekette in einem Schnittpalt befindet
- Starten der Motorsäge gemäss
- Bedienungsanleitung des Herstellers
- Die Motorsäge darf ausschliesslich in betriebssicherem Zustand betrieben werden

Motorsäge immer mit beiden Händen festhalten: Rechte Hand am hinteren Handgriff – dies gilt auch für Linkshänder!

Zur sicheren Führung Griffrohr und Handgriff mit den Daumen fest umfassen!



Die Beine befinden sich immer hinter dem Rohrbügel bei Arbeiten mit der Motorsäge!



Abb. 12: Motorsäge sicher führen, korrekte Stellung der rechten Hand und Position des Daumens der linken Hand sowie der Beine (Stihl)

Rückschlag der Motorsäge (Kick-Back)

Der Rückschlag einer Motorsäge wird in der Fachsprache auch mit dem englischen Begriff Kick-Back bezeichnet. Dabei wird die Säge, genauer die Schienenspitze der Motorsäge, abrupt und unkontrollierbar in die Richtung des Benutzers / der Benutzerin geschleudert. Eine Reaktion der Person ist bei solchen schnellen Vorgängen nicht möglich, daher ist die richtige Handhabung und Führung der Säge äusserst wichtig, um schwere Verletzungen zu vermeiden.

Ein Rückschlag tritt auf, wenn die rotierende Kette im Bereich um das obere Viertel der Schienenspitze der Führungsschiene mit einem Objekt in Kontakt kommt oder wenn sich die Kette während des Sägens verklemmt und im Holz stecken bleibt. Dieser Kontakt der Führungs-

schienenspitze kann zu einer blitzartigen Umkehrreaktion führen und die Führungsschiene nach oben und hinten in Richtung des Bedieners / der Bedienerin schleudern. Das Einklemmen der Sägekette im oberen Bereich der Führungsschiene kann ebenfalls zu einem heftigen Rückschlag der Führungsschiene in Richtung der bedienenden Person führen. In beiden Fällen droht der Kontrollverlust über die Kettensäge und es kann zu schweren Verletzungen der bedienenden oder umstehenden Personen kommen.

Bei korrekter Führung der Motorsäge, die linke Hand und insbesondere der Daumen umschliessen fest das Griffrohr, wird die Kettenbremse ausgelöst und die Sägekette kommt im Bruchteil einer Sekunde zum Stillstand.

Wird das Griffrohr mit dem Daumen der linken Hand nicht sauber umfasst, wird einem die Säge bei einem Rückschlag aus der Hand geschleudert!

Die Rückschlaggefahr kann deutlich reduziert werden, die folgende Auflistung zeigt einige mögliche Massnahmen (Liste nicht abschliessend):

- Halbmeissel- anstelle von Vollmeisselketten verwenden, Halbmeisselketten verhalten sich weniger «aggressiv» beim Sägen
- Säge stets mit beiden Händen, mit sicherem Griff und mit Vollgas führen



Abb.13: Rückschlaggefahr bei der Motorsäge (Suva)

Motorsäge und Forstarbeiten

- Mit der Schienenspitze zu sägen, bedingt die Beherrschung dieser Technik, somit gilt: nur «einstechen», wenn man mit dieser Arbeitstechnik vertraut ist und sich dabei sicher fühlt
- Im Profi- oder Landwirtschaftsbereich werden Ketten gerne mit Spezialschliffen versehen um das letzte Quäntchen an Sägeleistung herauszuholen; davon wird im Zivilschutz zwingend abgeraten
- Nur mit richtig geschärfter und gespannter Sägekette arbeiten, der Tiefenbegrenzer sollte dabei nicht zu tief ausgebildet sein
- Auf die Lage des Stammes oder der Äste achten sowie auf Kräfte, welche den Schnittpalt schliessen und die Sägekette einklemmen können
- Schiene nur mit grosser Vorsicht in einen begonnenen Schnitt einbringen
- Stets überlegtes und fachtechnisch korrektes Arbeiten



Abb. 14: Vorsicht beim Entasten (Husqvarna)

Die Erfahrung zeigt, dass sich die meisten Rückschlagunfälle beim Entasten ereignen. Deshalb hat die Person, welche mit der Motorsäge arbeitet, dafür zu sorgen, dass er / sie fest und sicher steht und keine Gegenstände am Boden liegen, über die man stolpern und dabei das Gleichgewicht verlieren könnte. Durch Unachtsamkeit kann der Rückschlagbereich der Führungsschiene einen Ast, einen nahen Baum oder einen anderen Gegenstand berühren und einen Rückschlag auslösen.

Retablierung

Motorsäge regelmässig warten, dabei nur Wartungsarbeiten und Reparaturen ausführen, die in der Gebrauchsanleitung beschrieben sind. Alle anderen Arbeiten von der zuständigen Stelle im Zivilschutz respektive der Zivilschutzorganisation oder einem Fachhändler ausführen lassen.

Zur Reparatur, Wartung und Reinigung den Motor immer abstellen: Verletzungsgefahr!

Retablierung, Kontroll- und Wartungsarbeiten sind nach jedem Einsatz gemäss den Herstellerangaben durchzuführen.

Bei Störung der Funktion der Kettenbremse das Gerät sofort ausschalten und durch einen Fachspezialisten überprüfen lassen!

Einfache Forstarbeiten

Zug- und Druckspannungen im Holz

Baumstämme bauen auf Grund ihres Wachstums, ihres Standortes, von Windeinflüssen, ihrer Liegeposition bei Sturmschäden oder sogenannten «Hängern» beim Fällen Spannungen im Holz auf. Diese Spannungen können sich bei Sägearbeiten und dem damit verbundenen Durchtrennen der Holzfasern blitzartig entladen und die sägeführende Person wird innert Sekundenbruchteilen von Holzteilen getroffen, schwer verletzt oder sogar getötet.

Kommt es zu Sägearbeiten an Baumstämmen oder Ästen, welche unter Spannung stehen könnten, ist besondere Vorsicht walten zu lassen.



Abb. 15: Aufspaltendes Holz führt zu schwersten Verletzungen (Suva)

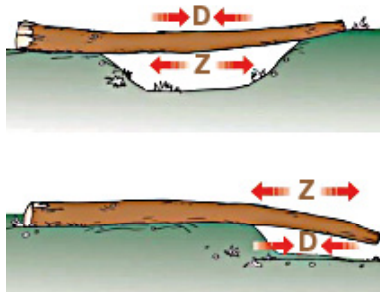


Abb. 16: Spannungen bei liegenden Baumstämmen (Suva)

Als Erstes muss versucht werden herauszufinden, in welche Richtung die Spannung wirkt, wo sich die sogenannten Zug- (Z) und Druckzonen (D) befinden und ob die vorhandenen Spannungen schwach, mittel oder stark sind. Daraus ergibt sich eine Abschätzung, wo die Bruchstelle liegen könnte, also die Stelle, an der das Holz brechen würde, wenn die Spannung zusätzlich erhöht würde. Nun gilt es, zu sich überlegen, ob und wie die Spannung sicher beseitigt werden kann und ob die dafür notwendigen Fachkenntnisse vorhanden sind. Dabei ist zu beachten, dass Nadelhölzer auf Grund der langfaserigen Holzstruktur gutmütiger sind als Laubhölzer. Bei Laubholz können schon bei sehr kleinen Durchmesser durch Spannungen tödliche Energien infolge eines falsch gesetzten Schnittes freigegeben werden.

Grundsätze zum Trennen von Holz unter Spannung, wichtige Arbeitsvorbereitungen und Massnahmen bei Arbeiten mit Spannungen im Holz:

- Gemäss den vorhergehenden Einschätzungen einen sicheren Arbeitsstandort und die geeignete Säge- und Trenntechnik wählen
- Immer zuerst in die Druckzone sägen
- Im Zweifelsfall Arbeiten einstellen und den Trennschnitt durch einen Profi ausführen lassen

Sägetechnik und Trennschnitte

Sind die Zug- und Druckverhältnisse identifiziert, können ein oder mehrere Sägeschnitte an oder in der Nähe der Bruchstelle vorgenommen werden. Diese sind je nach Art und Intensität der auftretenden Spannungen zu wählen. Zeigt sich, dass die Situation zu kompliziert oder gefährlich ist, gilt es, unverzüglich die Arbeiten einzustellen und die Lage neu zu beurteilen.

Allgemeines

- Baumstamm bezüglich Lage, Umgebung, Zug- und Druckzonen einschätzen und beurteilen
- Sichere Position, an welcher nicht Gefahr besteht, getroffen zu werden, wenn der Baumstamm oder Ast von der Spannung befreit wird, abschätzen und einnehmen
- Vorsicht vor wegrollenden, zurückschleudernden, herabfallenden oder abbrechenden Teilen



Abb.17: Niemals in der Gefahrenzone arbeiten (Suva)



Abb.18: Arbeiten in Hanglage (Suva)

- in Hanglagen immer oberhalb oder seitlich des Stammes (sicherer Standort) oder liegender Bäumen stehen und auf abrollende Stämme achten
- Gefahren und Risiken vor und nach dem Schnitt abwägen und sich dementsprechend verhalten
- Gefahrenbereiche zwingend freihalten
- Fluchtweg von Beginn an planen und freihalten
- beim Trennen von starkem Baukant- oder Baurundholz können ebenfalls gefährliche Situationen entstehen (Spannungen im Holz, weggrollende oder fallende Teile)
- Die Motorsäge darf niemals über Schulterhöhe verwendet werden
- Andere Personen nicht gefährden, stets umsichtig und vorausdenkend arbeiten
- Motorsäge nur aus dem Holz herausziehen, wenn die Sägekette läuft
- Motorsäge nur zum Sägen verwenden und nicht etwa zum Hochstemmen, Wegdrücken oder Wegschaukeln von Ästen oder Wurzelanläufen
- Motorsäge mit Vollgas in den Schnitt bringen, Krallenansschlag fest ansetzen und erst dann mit Sägen beginnen
- Ergonomisch arbeiten und Rücken gerade halten, wenn immer möglich die Beschaffenheit von Holzstrukturen nutzen, um die Säge aufzulegen

Beim Sägen darf sich kein Körperteil im verlängerten Schwenkbereich der Sägekette befinden!

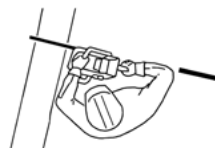


Abb. 19: Stihl Motorsäge

Hineinziehen der Motorsäge

Beim Sägen mit der Unterseite der Führungsschiene (Vorhandschnitt) kann es passieren, dass die Sägekette klemmt oder auf einen festen Gegenstand im Holz trifft. Nun kommt es zu einem ruckartigen Kraftschluss, welcher die Motorsäge abrupt zum Stamm hinzieht. Um dies zu vermeiden, sollte der Krallenansschlag immer sicher angesetzt werden.

Niemals ohne Krallenansschlag arbeiten, die Säge kann die bedienende Person nach vorne reißen. Krallenansschlag daher immer sicher ansetzen!

Rückstoss der Motorsäge

Wenn beim Sägen mit der Oberseite der Führungsschiene (Rückhandschnitt) die Sägekette klemmt oder auf einen festen Gegenstand im Holz trifft, kann die Motorsäge mit hoher Kraft in Richtung Benutzer/-in zurückgestossen werden.

Einfacher Trennschnitt

Für Holz ohne Spannungen eignet sich der einfache Trennschnitt.

- Motorsäge mit Vollgas auf das Holz auflegen, dabei möglichst die ganze Schwertlänge nutzen und so nahe wie möglich beim Objekt stehen
- Holz von oben nach unten durchsägen, dabei keinen übermäßigen Druck auf die Säge ausüben
- Am Ende des Schnittes wird die Motorsäge nicht mehr über die Schneidegarnitur im Schnitt abgestützt, das Gerätegewicht muss dann wieder komplett von der bedienenden Person getragen werden

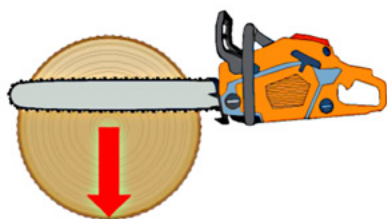


Abb. 20: Einfacher Trennschnitt
(Agentur Landesdomäne)

Einsteichen

Diese Technik ist bei verschiedenen Anwendungen hilfreich und, korrekt gehandhabt, mit einem vergleichsweise kleinen Risiko behaftet. Das fachgerecht ausgeführte Einsteichen ist eine Schnitttechnik, die zur Arbeitssicherheit beiträgt. Damit ein nur geringes Rückschlagrisiko besteht, sind jedoch die fachlich korrekte Arbeitstechnik und Ausführung ausschlaggebend.

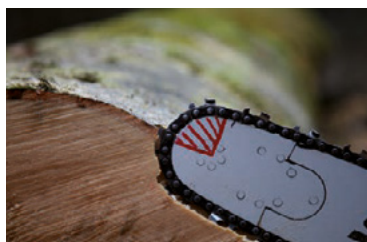


Abb. 21: Ablauf Einsteichen (SVLFG)

- Sicherer Stand und fachgerecht geschärfte Sägekette
- Einstecken mit der Schienenunterseite beginnen bis sich die ganze Schwertschärfe im Holz befindet, dazu mit der Unterseite der Schienenspitze bei Vollgas ansetzen
- Mit der Schienenunterseite der Sägekette eine Führungsnut ausformen, dabei stets darauf achten, dass die Sägekette nicht aus dem Schnitt läuft und wegdriftet
- Einschwenken und Schnitt ausführen, ab hier in das Holz hineinstecken

Kreisschnitt

Bei leichten und mittleren Spannungen im Holz.

- Immer zuerst auf der Druckseite (D) beginnen
- Danach auf beiden Seiten die Kanten brechen
- Zum Schluss von unten her bzw. von der gegenüberliegenden Seite (Zugseite, Z) den Schnitt beenden und das Holz durchtrennen

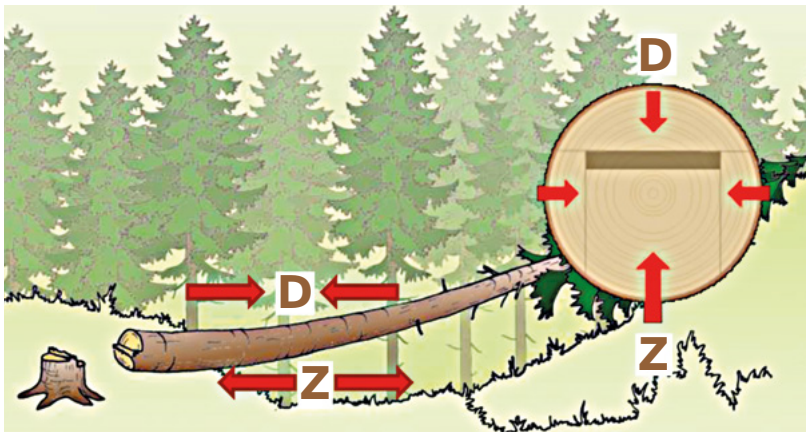


Abb. 22: Kreisschnitt

Kerbschnitt

Im Schwachholz bei starken Spannungen.

- In der Druckzone (D) eine kleine Kerbe im Verhältnis 1:1 (Breite zu Tiefe) heraussägen
- Nun mit immer weiteren parallelen Schnitten die Kerbe vertiefen
- Kerbe solange vergrössern, bis das Holz bricht



Abb. 23: Kerbschnitt (Agentur Landesdomäne)

Klemmschnitt

Für Holzelemente und Stämme mit mässiger bis starker Spannung.

- Als Erstes gerade in die Druckzone einsägen
- Sobald sich der Schnitt zu schliessen beginnt, Säge aus dem Holz ziehen

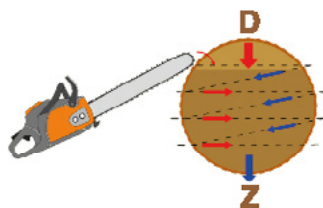


Abb. 24: Klemmschnitt (Agentur Landesdomäne)

- Nun Säge immer wieder ansetzen, einstecken und beim Rausziehen den Schnitt vertiefen
- Auf dem letzten Teil (ca. $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ des Durchmessers), wenn sich die Schnitthfuge oben geschlossen hat, den Schnitt zu Ende sägen

Trennschnitt mit Schrägschnitt

Kommt zur Anwendung bei scherenden oder drückenden (z. B. am Hang) Schnittflächen.

- Mindestens $\frac{3}{4}$ des Durchmessers des Stamms oder des Bauholzes durchtrennen
- Schrägschnitt in einem Winkel von ca. 45° zum ersten Schnitt (links oder rechts je nach Situation)
- Schrägschnitt muss den ersten Schnitt berühren oder kreuzen

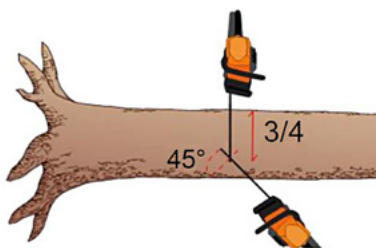


Abb. 25: Trennschnitt mit Schrägschnitt (Agentur Landesdomäne)

Entasten

Beim Entasten gibt es verschiedene Methoden und Vorgehensweisen, folgende Punkte müssen jedoch für ein sicheres und unfallfreies Arbeiten immer beachtet werden.

Arbeitssicherheit:

- Reaktion des Stammes beurteilen
- Wie verhält und wo befindet sich meine Schwertschärpe (Rückschlaggefahr beim Entasten besonders hoch)
- Nie mit der Schwertschärpe sägen
- Von der Wurzel zur Krone hin entasten

Arbeitsstellung:

- In Blick- / Arbeitsrichtung links vom Stamm stehen
- Bei Gefahr auf der sicheren Seite stehen
- Stabile Fussposition, mit den Beinen weit auseinander stehen und die Beine befinden sich hinter dem Griffrohr
- Nicht über Schulterhöhe sägen
- Beschaffenheit des Holzes mitnutzen, Motorsäge auf dem Stamm «abstellen», um den Rücken zu entlasten

Sägeführung:

- Dynamisch und gleichzeitig ruhig und überlegt
- Fester Griff und Daumen unter dem Griffrohr durch
- Motorsäge auf dem Stamm abstützen
- Hebelwirkung der Motorsäge ausnutzen
- Beim Vorwärtsverschieben das Schwert auf der anderen Stammseite mitführen (Erhöhung der Arbeitssicherheit)

Körperhaltung:

- Rückenschonend und Beine am Stamm abstützen
- Beim ergonomisch richtigen Arbeiten liegt die Motorsäge beim Entasten auf dem Stamm auf

Arbeitsqualität:

- Rindenglatt entasten (nur bei Nutzholz erforderlich)

Anmerkung:

- Bei Holz, das am Boden liegt, sind Techniken zum liegenden Entasten anzuwenden
- Stehendes Holz bis Schulterhöhe: Bearbeitung mit der Technik stehendes Entasten

Methoden des Entastens

Nadelholz – Nordische Methode

Schritt 1

- Säge auf dem Stamm auflegen und mit schiebender Kette arbeiten
- Rechtes Bein gegen den Stamm abstützen (unterstützt Gleichgewicht)

Schritt 2

- Schiene auf dem Stamm auflegen und mit schiebender Kette sägen
- Rechtes Bein gegen das Gehäuse der Säge stützen

Schritt 3

- Ziehende Kette nutzen zum Sägen
- Gewicht der Säge auf dem Stamm und dem rechten Bein aufteilen

Schritt 4

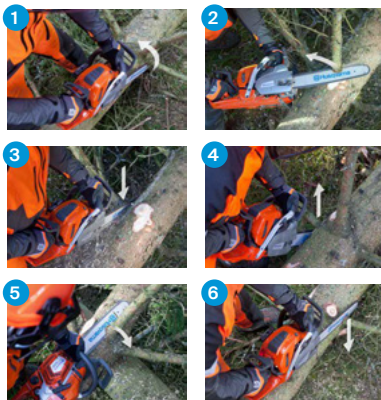
- Sägen mit schiebender Kette

Schritt 5

- Säge auf dem Stamm auflegen
- Sägen mit schiebender Kette
- Den Gashebel mit dem Daumen bedienen

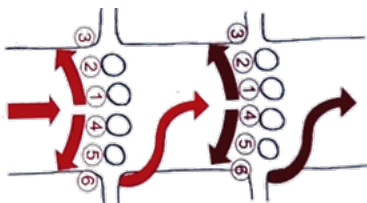
Schritt 6

- Säge auf dem Stamm abstützen
- Sägen mit ziehender Kette
- Wieder bei Schritt 1 beginnen

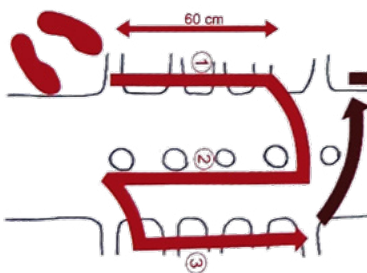


Äste liegen zu weit auseinander:
Wenn der Abstand zwischen den Astkränzen zu gross ist, um den gesamten Ablauf auszuführen, kann der Ablauf nach Schritt 3 unterbrochen und direkt wieder mit Schritt 1 begonnen werden.

Schwere Äste – Scheitelmethode



Viele kleine Äste – Pendelmethode



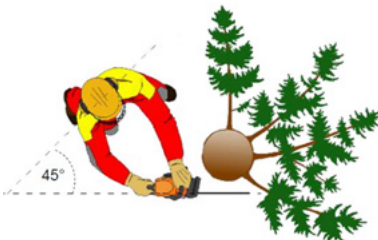
Laubholz – Laubholzentastung

Bei Laubholz ist ein schematisches Entasten nicht möglich. Die sehr unregelmässige Astverteilung, das hohe Astgewicht und die unterschiedlich ausgeprägten Aststärken zwingen einen dazu, individuell («astindividuell») vorzugehen. Alle möglichen Stamm- und Astbewegungen, die durch die Trennschnitte ausgelöst werden könnten, müssen vorgängig abgeschätzt werden.



- Bei Laubbäumen immer von aussen nach innen arbeiten
- Laufend Reaktion des Baumes beobachten
- Am besten zuerst hindernde Äste entfernen
- Die Spannung der langen und schweren Äste wird reduziert, indem diese von aussen her eingekürzt werden
- Erst zum Schluss die Äste an der Astbasis abtrennen

Nadel und Schwachholz – Stehen-des Entasten bis Schulterhöhe



- Motorsäge immer schräg zur Körperrichtung führen
- Schutz durch den Stamm zwischen Körper und Schwert sicherstellen
- Niemals über Schulterhöhe arbeiten

Quelle: Husqvarna, WaldSchweiz, Agentur Landesdomäne Südtirol

Einsatz eines Seilzuges

Der Handseilzug ist ein wertvolles und unverzichtbares Hilfsmittel bei Arbeiten im Forst oder in der Handhabung von grossen Stämmen und Bauholz. Man sollte niemals Forstarbeiten durchführen, ohne einen Seilzugapparat im Sortiment zu haben. Nachfolgend werden die wichtigsten Anwendungen erläutert, nicht betrachtet werden Anwendungen von Seilzügen bei Fällarbeiten.

Baumstämme sichern

Mit einem Seilzugapparat kann ein Stamm gesichert und somit dessen Wegrollen, -rutschen oder -schleudern verhindert werden. Die arbeitende Person wird damit gleichzeitig geschützt. Am sichersten ist es, eine Rücke- oder Forstkette im Schnürgang am Stamm zu montieren. Die Kettenglieder werden durch das Würgen in das Holz gedrückt und die Kette so am Stamm fixiert. Sie kann seitlich nicht mehr verrutschen oder vom Stamm abgleiten. Der Seilzug muss an einem ausreichend dimensionierten Ankerpunkt befestigt werden. Nun wird der Seilzugapparat soweit auf Zug gebracht, bis das Stahlseil gespannt ist. Die Seilsicherung muss so montiert werden, dass sich der Stamm nicht mehr zu der arbeitenden Person hinbewegen kann.

Baumstämme drehen

Kann mit den dafür vorgesehenen Werkzeugen wie dem Kehrhaken oder Zappi ein Baumstamm nicht gedreht werden, kommt der Seilzug zum Einsatz. Der zu drehende Stamm wird sozusagen in eine bewegliche Rolle verwandelt. Das Vorgehen ist dabei wie folgt:

- Seil auf Höhe des Schwerpunktes des Stammes montieren
- Seil einige Male umschlagen, es sollte sich dabei nicht überschneiden (Seilquetschung) ausser bei der letzten Umwindung. Um das Seilende zu fixieren, wird es unter der letzten Umwindung «eingeklemmt».
- Seilzug einrichten und Stamm drehen

Achtung auf abrollenden Stamm!
Seilzug nur von einem sicheren Standort aus bedienen!

Liegend drehen direkt

- Weg des Seils am Seilzug 100 cm
- Weg des Stammes 50 cm



Abb. 26: Stamm liegend drehen direkt
(WaldSchweiz)

Liegend drehen mit doppeltem Seilzug

- Weg des Seils am Seilzug 100 cm
- Weg des Stammes 25 cm

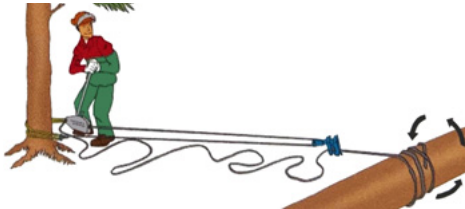


Abb. 27: Stamm liegend drehen mit doppeltem Seilzug (WaldSchweiz)

Möglichkeit darstellt, um eine unter dem Stamm eingeklemmte Person zu befreien.

Wichtig ist, folgendes Vorgehen einzuhalten:

- Zuerst immer eine Gefahren- / Situationsanalyse machen
- Stamm sichern, dazu Holzkeile unter den Stamm schlagen
- Mit dem Seilzug den Stamm nun auf das vorbereitete Holzstück (Rundholz oder ähnliches) anheben

Baumstämme anheben

Einfache Methode, um einen schweren Stamm anzuheben. Diese Methode kann insbesondere bei der Kameradenhilfe zur Anwendung kommen, da sie eine schonende

Seilzugapparat und Rundholz immer auf der gegenüberliegenden Seite des Verletzten anbringen!

In Hanglagen die Seillinie V-förmig nach oben versetzt anbringen, um ein Abrutschen zu vermeiden.

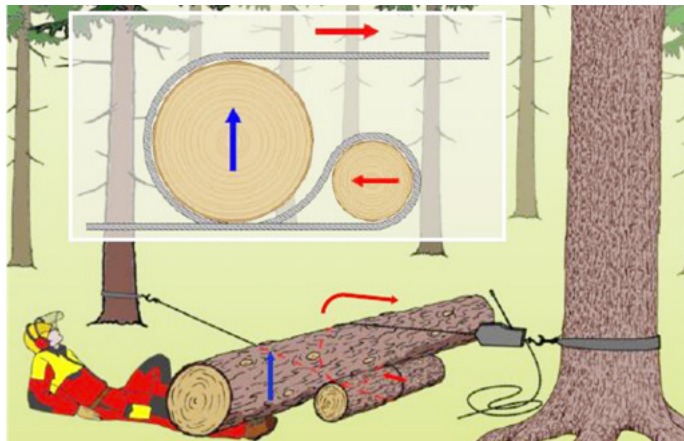


Abb. 28: Baumstamm mit Seilzug anheben (Agentur Landesdomäne)

Umlenkrollen

Die zulässigen Belastungen (maximale Arbeitslast) aller zum Arbeiten mit dem Handseilzug eingesetzten Hilfsmittel wie Umlenkrollen, Schäkel, Rückeketten, Rundschnellen usw. müssen auf die Zugleistung des Handseilzuges abgestimmt sein. Dabei muss beachtet werden, dass Umlenkrollen, je nach Seilführung, mit der doppelten oder mehrfachen Kraft belastet werden können (Flaschenzugeneffekt). Es müssen deshalb immer die Herstellerangaben beachtet werden. Bei den meisten Hilfsmitteln ist die maximale Arbeitslast als WLL (Working Load Limit) auf dem Produkt angeschrieben.

Hinweis: Die orange Umlenkrolle 6 t (60 kN) aus Alu-Legierung ist mit einem Gleitlager ausgerüstet und darf deshalb nicht für schnell laufende Seile (z. B. schwere Rückewinden) verwendet werden.



Abb. 29: Umlenkrolle 60 kN

Winden (Spillseilwinde)

Die Motor-Spillwinden dienen zum Ziehen von Lasten. Die Ausrüstung ist besonders leicht und daher auch im schwierigen Gelände zu Fuss über längere Strecken transportierbar. Grösste Sicherheit wird durch die sogenannte Seilbremse erreicht. Sobald der/die Bediener/in das Seil loslässt, bleibt die Winde stehen und das Seil klemmt in der Bremse. So wird ein ungewolltes Zurückrutschen der Last verhindert, die Last kann gezielt abgelassen werden.

Hinweis: Die Winden haben per se keine/n Endabschaltung oder mechanischen Endanschlag. Somit muss der Zugvorgang durch den/die Bediener/in gestoppt werden, bevor das Seilende die Spilltrommel erreicht und das sich daran befindliche Zubehör das Gerät beschädigen kann.

Diese Winden sind sehr leistungsfähig und vielseitig einsetzbar, umso wichtiger ist es, sich dabei entstehender Gefahren bewusst zu sein und immer mit der nötigen Vorsicht und Behutsamkeit zu arbeiten.

Die Geräte müssen stets gemäss Hersteller und Bedienungsanleitung verwendet werden. Die Funktionsfähigkeit und Sicherheit der Spillwinde und des Seils müssen regelmässig geprüft werden. Am besten wird vor jedem Einsatz das Gerät mit einer Sicht- und Funktionsprüfung auf seine Betriebs-



Abb. 30: Anschlagen der Winde (Eder Maschinenbau GmbH)

fähigkeit getestet. Zusätzlich muss jährlich eine gründliche Prüfung gemäss Prüfbuch stattfinden, welche mit einem zugehörigen Protokoll dokumentiert wird.

Gefahrenbereich

Gemäss den Sicherheitsvorschriften darf sich im Schleuderbereich von Seilen ausschliesslich das Bedienpersonal aufhalten. Werden Zugseile umgelenkt, so ist der Aufenthalt im Seilwinkel strengstens verboten.

Der Schleuderbereich bezeichnet generell Folgendes: Alle Seile (einschliesslich der statisch erscheinenden Seile wie Drahtseile oder Textilseile aus Dyneema, Kevlar) verhalten sich bei Belastung elastisch. Bei Belastung werden die Seile analog einer Feder vorgespannt und die Energie wird gespeichert. Beim Versagen eines beliebigen Elementes wie etwa der Verankerung, dem Seil oder einem Verbindungselement,

wird diese Energie schlagartig freigesetzt. Bei grossen Zugkräften können Seile oder Verankerungsmaterial über weite Strecken geschleudert werden und schwere Unfälle verursachen. Als Faustregel kann gilt: Der Schleuderbereich umfasst die Kreisflächen rund um jeden Verankerungspunkt. Der Radius entspricht der längsten Seilstrecke. Der Sicherheitsabstand für Personen umfasst den 1,5-fachen Radius. Bei unterschiedlichen Radien wird für die Berechnung des Sicherheitsabstandes der grösste Radius oder die grösste Seillänge verwendet.

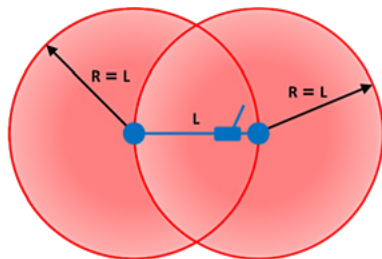


Abb. 31: Schleuderbereich bei direktem Seilzug

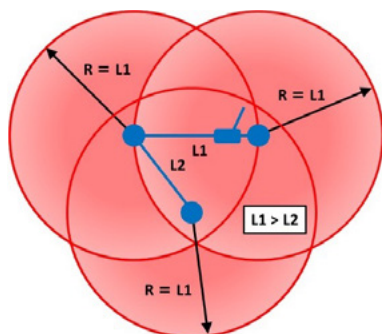


Abb. 32: Schleuderbereich bei einem umgelenkten Seilzug

Am gefährlichsten ist die Zone im Seilinnenwinkel. Auf die Umlenkung kann je nach Situation und Anwendung die doppelte Zugkraft einwirken. Entsprechend gross ist die Schleuderenergie bei einem Versagen des Umlenkpunktes. Sprich: Die Umlenkrolle kann sich so innert Sekundenbruchteilen in ein Geschoss verwandeln. Ein ausreissen der Ankerpunkt wirkt mit dem aus-

schlagenden Drahtseil wie ein riesiger Fadenmäher, welcher alles auf die entsprechende Höhe kürzt (auch Menschen). Darum darf sich im gespannten Seildreieck, also im Seilinnenwinkel, niemand aufhalten.

Der Aufenthalt im Seilinnenwinkel (Seildreieck) bei gespanntem Seil ist verboten!

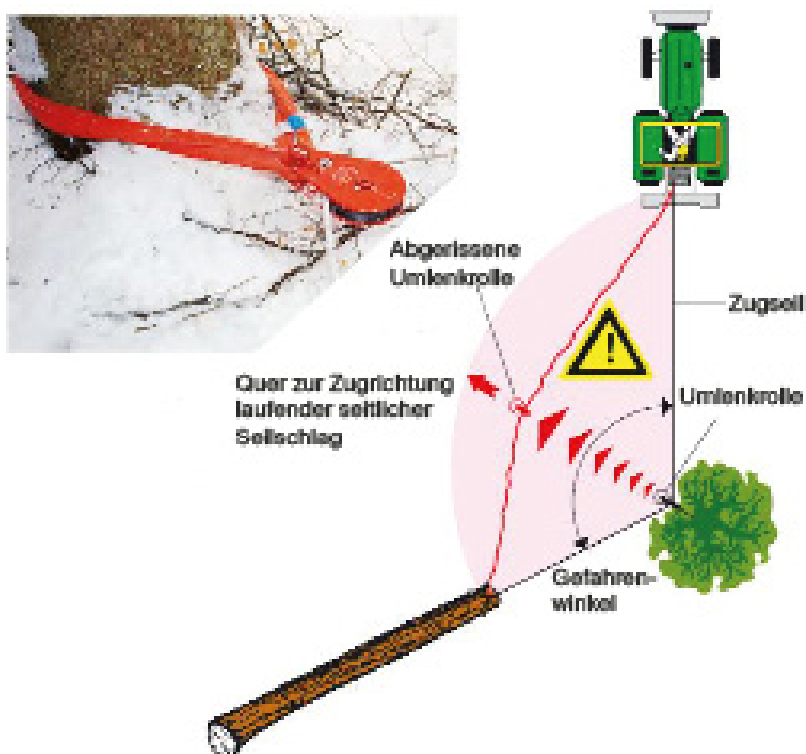


Abb.33: Gefahrenbereich im Seilwinkel

Einsatz von Forstwerkzeugen



Abb. 34: Arbeitsmittel (Suva)

- ① Axt mit Schneidenschutz oder Handsäge mit Blattschutz
- ② Gertel (Gertelhaken)
- ③ Doppelmeter, Ablängstab, Rollmessband
- ④ Fällhebeisen
- ⑤ Fällkeil
Spaltkeile 
- ⑥ Spalthammer
- ⑦ Kehrhaken
- ⑧ Zappi
- ⑨ Motorsäge mit Zubehör
- ⑩ Erste-Hilfe-Material
- ⑪ Zugmittel: Seilzugausrüstung
- ⑫ Mittel für das Absperren oder Signalisieren des Arbeitsplatzes

Axt

Äxte werden nicht nur zum Fällen von Bäumen verwendet. Äxte und Beile sind nützliche Werkzeuge für die Bearbeitung von Holz und wichtige Utensilien, um Holz zu hacken. Zum Arbeiten mit der Axt umfassen in der Regel beide Hände den Stiel des Werkzeugs, der in etwa doppelt so lang ist wie derjenige des Beils. Um eine möglichst hohe Krafteinwirkung zu erzielen, wird mit Schwung ausgeholt.

Ein besonderes Werkzeug ist die sogenannte Fällaxt. Ihrem Namen entsprechend wird sie vor allem zum Fällen von Bäumen eingesetzt. Mit der Fällaxt wird das Holz quer zu seinen Fasern durchtrennt, die Schlagrichtung verläuft horizontal. Die Schneide von Fälläxten muss daher schärfer sein als die von Spaltäxten. Beim Fällen von Bäumen mit der Fällaxt wird zunächst ein Keil aus dem Stamm auf der Seite der gewünschten Fallrichtung herausgeschlagen. Dann wird der Stamm von der anderen Seite mit der Axt bearbeitet, bis er fällt. Zu den Vorteilen beim Bäume Fällen mit der Axt gegenüber dem Arbeiten mit der Motorsäge zählt unter anderem die geringere Lautstärke. Zudem ist der Umgang mit der Motorsäge für den Laien nicht ohne Risiko. Gerade für einzelne, kleinere Bäume bietet sich deshalb die Verwendung einer Fällaxt an.

Bezüglich der Arbeitssicherheit gilt es, folgende Punkte zu überprüfen:

- Gibt es keine Risse oder Brüche im Axtkopf?
- Ist der Stiel fest montiert?
- Ist der Keil an seinem Platz?
- Gibt es keine Brüche oder Risse im Stiel?
- Ist der Stiel nicht verzogen?
- Ist die Axt noch scharf, gerade und ganz?
- Ist die Axt nicht verrostet?

Gertel

Einsatz als «verlängerter Arm», um leichte Stämme zu ziehen oder Schichtholz bis ca. 1 m Länge ergonomisch aufzunehmen und zu tragen. Ideal um Büsche, Jungwuchs und kleine bis mittelstarke Äste zu entfernen, um spezielle Flächen frei von nachwachsenden Büschen und Bäumen zu halten. Darüber hinaus nutzbar beim Beseitigen möglicher abknickender Äste. Die Klinge ist aus Stahl und sollte je nach Gebrauch regelmässig nachgeschliffen werden. Ideal für dünne bis mittelstarke Äste, allerdings können damit auch Bäume bis ca. 10 cm Durchmesser gefällt werden. Es muss darauf geachtet werden, vom Körper weg zu arbeiten und so zu schneiden, dass das Werkzeug in der verlängerten Bewegung am Bein vorbeizieht oder zwischen den Beinen durchgeht.

Auf jeden Fall muss vermieden werden, dass der Gertel in der Schneidebewegung abrutscht und direkt auf den Körper auftreffen kann, da dies zu schwerwiegenden Verletzungen führt.

Ablängstab

Ideal für die schnelle Abmessung einer festen Länge für Bau- oder Brennholz.

Rollmessband

Für die Längenmessung von Nutzholz. Der Anfang der Messrolle kann mit einem Dorn eingesteckt werden; die notwendigen Längenmasse lassen sich direkt am Stamm anzeichnen.

Fällhebeisen (Fällheber)

Zum Fällen und Drehen von Schwachholz, Drehen und Wenden von Baumstämmen und Abdrehen von Hängern. Das Fällhebeisen kann den Kehrhaken und Keile ersetzen. Fällhebeisen dienen dazu, den bereits mit Schnitten abgetrennten, aber noch stehenden Stamm in die gewünschte Richtung umzudrücken und somit das Umfallen des Baumes gezielt in eine Richtung zu lenken. Sie werden insbesondere im schwachen Nadelholz eingesetzt. Bis zu einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von 25 cm kann ein grosser Fällheber auch als Keilersatz dienen.

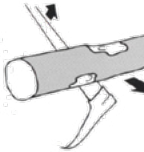
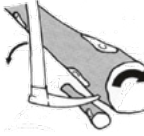
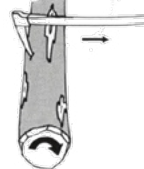
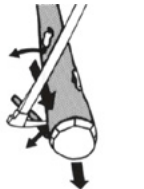
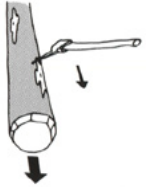
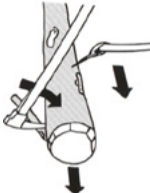
Kehrhaken

Dient zum Drehen von Baumstämmen.

- Haken am Stamm fest einhaken und sicheren Sitz vor dem Ziehen überprüfen
- Immer ziehend arbeiten
- Beim Ziehen Rücken stets gerade halten
- Breiter Stand, ein Bein nach hinten abspreizen, um beim Abrutschen des Kehrhakens nicht auf den Rücken zu fallen!

Zappi

Mit dem Zappi können vielerlei Techniken angewendet werden, grundsätzlich gilt bei allen, mit geradem Rücken und möglichst nahe am Stiel zu arbeiten, dabei wann immer möglich die Hebelwirkung zur Erleichterung der Arbeit nutzen. Die nachfolgenden Illustrationen zeigen die verschiedenen Arbeitstechniken auf.

Anwendung	Erklärung	Illustration
Vorderauge stecken	Einschlagen des Zappi in die Stirnseite, um einen Stamm wegziehen zu können. Zappi im Schwerpunkt einschlagen, um Drehung zu verhindern.	
Sparnen	Hochheben und Wegschieben oder Wegrollen eines Stammes. Zappi unter dem Stamm durchschieben, Spitze talwärts, um Wegrutschen zu vermeiden.	
Drehen durch Beissen	Stamm drehen, dazu Zappi im Bereich ansetzen, wo der Stamm auf dem Boden aufliegt, Abstellpunkt des Zappi muss bergwärts liegen.	
Drehen durch Ziehen	Zappi auf der oberen Seite einschlagen, kontrollieren ob die Spitze sitzt und ziehen. Stamm dreht sich.	
Beissen	Stückweises Vorrücken. Dazu im vorderen Drittel eine geeignete Stelle suchen. Zappi 45° gegen den Stamm ansetzen. Nun kann mithilfe der Hebelwirkung der Stamm stückweise vorwärtsgerückt werden.	
Ziehen	Vorrücken, im vorderen Drittel Zappi einstecken. Beim Ziehen immer neben dem Stamm hergehen und wenn nötig den Stamm lenken.	
Ziehen und Beissen	Arbeiten im Team, eine Person beisst und die andere zieht. Ist der Stamm zu schwer, dann beissen beide, eine auf der linken, die andere auf der rechten Seite. Kommandos verwenden für synchrones Arbeiten.	

Tab. 2: Anwendungen

Holz spalten

Ein Spaltkeil ist ein nützliches Hilfsmittel beim Spalten langer, dicker und verasteter Stämme. Spaltkeile werden hauptsächlich zum Spalten von Meterstücken eingesetzt und mit dem Spalthammer in das Holz eingetrieben. Beim Spalten dicker Stämme sollte immer ein ausreichend langer Keil verwendet werden. Wird ein zu kurzer Keil eingetrieben, kann es passieren, dass der Keil im Holz verschwindet, ohne dass der Stamm gespalten ist. Dann muss etwas versetzt ein zweiter Keil in das Holz eingeschlagen werden. Es empfiehlt sich, immer einen Ersatzkeil griffbereit zu haben. Spaltkeile werden aus Stahl oder Aluminium gefertigt. Nur Spaltkeile aus Aluminium können zum Spalten und zum Fällen genutzt werden. Keile aus Kunststoff eignen sich nicht zum Spalten (Schneide zu weich).

Drehspaltkeile sind eine Sonderform des Spaltkeils. Sie sind von der Schneide zur Schlagfläche um 30° bis 90° verdreht.



Abb.35: Holz spalten mit Spaltkeil

Durch die grosse Schlagfläche wird das Holz beim Eintreiben des Keils weiter aufgerissen. Der entscheidende Vorteil eines Drehspaltkeils liegt also nicht unbedingt in der Verdrehung, sondern in der grösseren Spaltbreite.

Holz spalten und Keile treiben mit dem Spalthammer

Am häufigsten wird der Spalthammer genutzt, um mithilfe des Axtkopfes Holz zu spalten und so grosse Baumstämme effektiv zu zerkleinern. Weitere Anwendungen sind Keile treiben und – wenn kein Hammer zur Hand ist – mithilfe des Hammerkopfes Schlagarbeiten ausführen. Abhängig von der Holzart und deren Beschaffenheit ermöglicht der Spalthammer im Gegensatz zur klassischen Axt sogar das Bearbeiten metergrosser Holzscheite. Theoretisch bräuchte es so weder Motorsäge noch andere Formen der Zerstückelung von Holz in die gewünschte Grösse.

Je frischer das Holz ist, umso leichter und effektiver kann der Einsatz des Spalthammers erfolgen. Direkt nach der Fällung des Holzes ist der Spalthammer somit am effektivsten. Gelagertes Holz lässt sich durch die Holzbeschaffenheit weniger vorteilhaft mit dem Spalthammer bearbeiten.

Ein Spalthammer ermöglicht jedoch nicht nur die effektive Spaltung von Holz. Auch das Abschlagen von Astwerk oder das Eintreiben von Keilen während der Fällung oder aber während der Herstellung von Brennholz sind mithilfe des Spalthammers möglich. Grosser Vorteil hierbei ist die Hammerfläche des Kopfes, die das Eintreiben von Keilen effektiv und ohne Werkzeugwechsel ermöglicht.

Technik beim Holzspalten

Schritt 1: Meterstücke können liegend oder stehend gespalten werden. Stehende Stücke zu spalten hat den Vorteil, dass die ideale Tref-ferfläche besser zu sehen ist und sich die arbeitende Person selbst auf die richtige Seite stellen kann, anstatt das liegende Holz umständlich in Position drehen zu müssen. Das Holz wird in der Wuchsrichtung des Baumes entsprechend aufgestellt und vom dünneren Ende zum dickeren Ende hin gespalten.

Schritt 2: Einen breiten Stand in ausreichendem Abstand zum Holz einnehmen. So haut der Spalthammer zwischen den Beinen durch, falls mal ein Schlag am Holz vorbeigeht. Wird liegendes Holz gespalten, so muss auf ausreichend Platz zwischen dem Stamm und den Füßen geachtet werden: nicht breitbeinig über das Holz stehen, sondern beide Füße entweder links oder rechts des Holzes positionieren, den Rücken gerade halten und

den Oberkörper leicht vorbeugen. Die Axt oder den Spalthammer in beide Hände nehmen, wobei eine Hand das Stielende umfasst, die andere greift den Stiel etwas unter dem Axt- oder Hammerkopf.

Schritt 3: Bei schwer zu spaltendem Holz werden zuerst Scheite vom Rand abgetragen. Das Werkzeug wird über den Kopf geführt und anschliessend wird zugeschlagen. Die untere Hand beschleunigt, die obere führt. Dabei gleitet die obere Hand vom Kopf bis knapp über die untere Hand am Stiel. Bei leicht zu spaltendem Holz wird direkt in die Mitte gezielt. Bei schwerer zu spaltendem Holz empfiehlt es sich, auf eine Stelle nahe dem Rand des Holzstückes zu zielen. Die Schneide sollte auf der der arbeitenden Person zugewandten Seite des Holzes leicht aus der Rinde herausgucken. Die Axt, den Spalthammer oder den Keil immer parallel zur Holzfaser einschlagen. Besonders einfach spaltet sich das Holz, wenn ein Schwundriss getroffen werden kann. Nicht in eine Verastung schlagen.

Scheiben mit besonders grossem Durchmesser werden nicht über die Mitte gespalten. Stattdessen werden rechts und links der Mitte einzelne Scheite abgespalten, bis das Splintholz vollständig abgespalten ist. Erst dann wird die Mitte angegriffen.



Abb. 36: Bei schwer zu spaltendem Holz werden zuerst Scheite vom Rand abgetragen (Philip Seemann)

Schritt 4: Wiederholen. Manchmal reicht ein Schlag nicht aus. Wenn der Axtkopf im Holz stecken geblieben ist, nicht den Stiel zur Seite drücken. Seitliche Kräfte, die auf den Kopf einwirken, sind einer der Hauptgründe für lockere Axtköpfe. Stattdessen die Axt nach vorne und hinten wiegen (den Stiel nach oben und unten drücken). Die Axt löst sich dann meist wie von allein aus dem Holz. Mit dem nächsten Schlag in den bereits vorhandenen Spalt zielen.

Rückearbeiten

Rückearbeiten sind Bestandteil der Holzerntearbeiten und mit grossen Gefahren verbunden. Dabei kommen verschiedene Gerätschaften zum Einsatz wie etwa Forstraktoren, Rückeschlepper, Klemmbankschlepper, Forstseilkrane und andere Maschinen.

Das Rücken von schweren Stämmen und der Einsatz von schweren Maschinen dürfen nur durch dafür speziell ausgebildete Personen ausgeführt werden!

Ein wichtiges Hilfsmittel für die Forstarbeit und für Rückearbeiten ist die Seilwinde. Ohne jegliche Unterstützung einer Motorwinde sollte auf Rückearbeiten verzichtet werden. Die verwendete Winde muss in einwandfreiem Zustand sein und dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Alle Hilfsmittel wie Drahtseile, Rollen, Ketten und Anhängeseile, sind nur in einwandfreiem Zustand zu gebrauchen. Zu beachten sind insbesondere die vom Hersteller angegebenen maximalen Belastungswerte. Gewöhnliche Ketten sind für Rückearbeiten äusserst gefährlich. Es sind entweder Drahtseile oder speziell vergütete Rückeketten zu verwenden.



Abb. 37: Verwendung von sogenannten Rückeketten oder Drahtseilen ist Pflicht (woodpower.company)

Bevor mit Rücke-, Reist- (Reistarbeiten bezeichnen das Transportieren von Holzstämmen ohne Maschinen, oder Transportarbeiten begonnen wird, haben die Beteiligten den Arbeitsablauf und eine unmissverständliche Zeichen- oder Funksprache zu vereinbaren. Das Befahren des Waldbodens ist wegen Bodenverdichtungen und Rückeschäden möglichst zu vermeiden. Deshalb sollen die Stämme mittels Winde an die Rückegassen gezogen werden, welche speziell für diesen Zweck angelegt wurden. Im Gefahrenbereich von Lasten, Kranen, Rückemitteln, gespannten und sich bewegenden Seilen und von Seilwindkeln darf sich niemand aufhalten. Bei Seilzugarbeiten mit dem Traktor darf die Stellung des Traktors nicht

stark von der Zugrichtung des Seiles abweichen. Bei Seilzugarbeiten auf einer Hangstrasse muss das Zugseil bergwärts umgelenkt werden. Das bewegte Seil darf niemals berührt werden (Seilspriessen).

Muss das Zugseil über Fahrwege geführt werden, so sind diese Stellen durch ein Gefahrensignal zu kennzeichnen oder durch ein gut sichtbares Hindernis abzusperren. Nötigenfalls müssen Hilfspersonen beigezogen werden.

Während grösserer Arbeitsunterbrüche (Mittag und Nacht) ist das Seil zurückzuziehen, damit es für Strassenbenützer kein Hindernis bildet. Fremde Personen sind wegzuweisen.

Bauwerke aus Holz

Sicherheitsvorschriften

Auszug aus den «Weisungen des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz über die Sicherheitsvorschriften im Zivilschutz» WSZS (Arbeitsfassung vom 1.3.2020).

6. Abschn.: Erstellen von Bauwerken

Art. 47

Bei der Planung, Erstellung sowie bei der Instandstellung und dem Rückbau von Bauwerken, die Dritten dienen oder öffentlich zugänglich sind, müssen die anerkannten Regeln der Baukunde und das geltende Recht eingehalten werden.

Erläuterung:

Art. 47 Erstellen von Bauwerken

Um seinen Auftrag erfüllen zu können, ist der Zivilschutz besonders bei Katastrophen- und Rettungseinsätzen oft gezwungen, temporär mit einfachen, behelfsmässigen Hilfskonstruktionen zu arbeiten. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei Bauwerken um ordentliche, ortsfeste, für eine lange Nutzungsdauer angelegte Bauten, Anlagen oder Terrainveränderungen (z. B. Gebäude, Gerinne- und Hangverbauungen, Wege, Strassen, Brücken oder Schutzdämme). Bauwerke müssen ihre Funktion meist während Jahren nachhaltig und sicher erfüllen können. Anerkannte Regeln der Baukunde sind technische Regeln, die wissenschaftlich anerkannt sind und sich nach Ansicht der Mehrheit der Baufachleute in der Praxis bewährt

haben. Sie sind zum Beispiel in Fachverbandsnormen (SIA-Normen) und staatlichen Vorschriften enthalten.

Holz als Baumaterial

Vorteile von Holz

Holz verfügt als Baumaterial über einige herausragende Vorteile und stellt zudem einen erneuerbaren und einheimischen Baustoff dar, der meist in nicht zu weiter Entfernung verfügbar ist oder einfach beschafft werden kann. Nachfolgend sind einige der wichtigsten Vorteile für die Verwendung von Holz aufgeführt (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Rasche Erstellung von Bauwerken mit einfachen Mitteln
- Lässt sich gut in das umliegende Gelände einfügen
- Leichter Baustoff, welcher nur zu geringen zusätzlichen Belastungen des Baugrundes führt
- Nach der Fertigstellung sind die Bauwerke sofort belastbar
- Holz als Baumaterial weist eine hohe Festigkeit auf
- Ist leicht zu bearbeiten
- Verbauungen aus Holz ermöglichen Setzungen
- Kostengünstige Erstellung
- Hohe Akzeptanz bezüglich Landschaftsbild
- Eignet sich auch gut für Kombination mit Steinen und Verankerungen mit Seilen

Abschliessend lässt sich feststellen, dass Schutzbauwerke aus Holz mittels einfacher Konstruktionen erstellbar sind. Für die Realisierung sind sie jedoch nur bedingt militärisch tauglich und wir empfehlen dringend die Zusammenarbeit mit ausgebildeten Fachkräften.

Bei der Planung und Realisierung von Bauprojekten muss eine erfahrene Fachkraft beigezogen werden!

Verbauungen oder Bauwerke aus Holz eignen sich auf Grund der oben genannten Vorteile hervorragend als Sofortmassnahme und können bei entsprechender vorgängiger Initialplanung schnell umgesetzt werden.

Nachteile

Nun ergeben sich natürlich auch Nachteile bei Konstruktionen und dem Einsatz von Holz als naturbelassenes Produkt:

- Eingeschränkte bzw. endliche Lebensdauer (Grössenordnung von ungefähr 20 bis 80 Jahren)
- Erhöhter Unterhaltsbedarf im Vergleich zu Betonbauwerken
- Nicht geeignet für Bachverbauungen bei Gerinnen, die keine vollständige Wasserführung oder eine starke Geschiebeführung aufweisen

- Ungeeignet für Holzkasten, welche entweder nicht komplett eingedeckt oder nicht durch Bepflanzung gesichert werden können
- Hangroste sind etwa bei Felsböschungen nur schwer zu realisieren und auch nicht dafür geeignet

Lebensdauer

Die in der Schweiz heimischen Holzarten sind unterschiedlich resistent gegenüber Fäulnis und daher nicht alle gleich gut geeignet für die Verwendung bei Bauwerken. Natürlich spielen auch wirtschaftliche Aspekte eine grosse Rolle, daher werden teure Holzarten wie Kirschbaum oder Nussbaum sicherlich nicht für Bauwerke und Verbauungen verwendet.

Die Lösung zur Verlängerung der Lebensdauer liegt nun darin, dass das Holz nachhaltig trocken oder nass gehalten werden sollte. Speziell das für Schutzbauwerke oftmals verwendete Fichten- und Tannenholz muss immer nass gelagert oder zugedeckt werden, um eine dauernde Feuchtigkeit zu erhalten und so die Fäulnis zu verlangsamen.

Holzart	Eibe	Edelkastanie Eiche Robinie	Lärche Douglasie Föhre	Fichte Tanne Esche Ulme Pappel	Erle Buche Hagebuche Birke Ahorn Weide
Lebensdauer	> 25 Jahre	15 – 25 Jahre	10 – 15 Jahre	5 – 10 Jahre	< 5 Jahre

Tab. 3: Lebensdauer Holzarten (nach Findlay und Bosshard)



Abb. 38: Beispiele für Nasslagerung, Erdeindeckung und Bepflanzung

Diskussionspunkt Entrindung:

Bezüglich des Einflusses der Entrindung bei Schutzbauwerken auf die Lebensdauer existieren verschiedene Ansichten und Expertenmeinungen. Heutzutage spielen die Kosten eine zentrale Rolle bei Bauwerken, somit wird oftmals auf die komplette Entrindung verzichtet. Dazu kommt, dass die entrindeten Stämme gerade bei Regen und Feuchtigkeit sehr glatt und nur schwer begehbar sind (Stichwort Arbeitssicherheit). Für eine Entrindung sprechen insbesondere die bessere Präzision der Verbindungen und der etwas geringere Befall durch Insekten. Als eine Kompromisslösung zwischen Kosten und

Arbeitssicherheit empfehlen wir folgendes Vorgehen:

- **Priorität 1:** Nur die Verbindungsstellen komplett entrinden, damit eine möglichst gute Verbindung entsteht
- **Priorität 2:** Fakultative Entrindung aller weiteren luftseitigen Holzteile
- **Priorität 3:** Falls notwendig, eine Entrindung von Hand auf der Baustelle vornehmen, die maschinelle Entrindung verletzt den Holzkörper zu stark, was wiederum zu einer schnelleren Fäule führt.

Ingenieurbiologie

Die Idee hinter der Ingenieurbiologie ist die Stabilisierung des Bodens mit lebenden Pflanzen. Man bezeichnet dies auch als Lebend- oder Grünverbau. Dabei ist die Auswahl geeigneter Pflanzen entscheidend, um einen abgestuften Wurzelhorizont bedingt durch die unterschiedlichen Bewurzelungstiefen zu erreichen. Kommt es später möglicherweise zu einem Ausfall einer Pflanzenart der Bepflanzung, so ist das gesamte Konzept der Ingenieurbiologie des Bauwerks nur wenig gefährdet, die anderen Pflanzen garantieren die Befestigung mit ihren Wurzeln weiterhin. Von der Wirkung der Bepflanzung verspricht man sich folgende Effekte:

- Oberflächenschutz (Schutz vor Erosion)
- Sicherung des Bodens mit Wurzelwerk, was zugleich eine Befestigung des gesamten Bauwerkes bewirkt
- Entwässerung des Bodens
- Beschatten von Holzbauwerken

Die richtige Wahl des Pflanzenmaterials ist eine Grundvoraussetzung für das gute Gelingen von ingenieurb biologischen Massnahmen. Daher wird von unserer Seite zwingend empfohlen, bei solchen Massnahmen mit einer Fachkraft zusammenzuarbeiten, welche die Umsetzung der Massnahmen planen, begleiten, unterstützen und überprüfen kann. Ein massgebender Punkt sind dabei insbesondere die Standortsanprüche der einzelnen Pflanzen. Der Anwendungsbereich richtet sich nach dem Verbreitungsgebiet der eingesetzten Gehölze. Oberhalb von Höhenlagen von 1400 m über Meer ist die Verwendung gewisser Pflanzenarten schwierig und ab 1600 m über Meer gar unmöglich. Begrünungen (Grünverbau) und Lebendverbau stellen wirksame und zugleich kostengünstige Methoden dar für die Sicherung der Bauwerke oder allgemein für die Böschungssicherung. Das dichte Wurzelflecht der Pflanzen festigt den Boden mechanisch und entzieht ihm gleichzeitig Wasser, was ebenfalls stabilisierend wirkt. Im Unterschied zu Verbauungen aus unbelebten Stoffen sind Begrünungen und Lebendverbau auf unbeschränkte Zeit wirksam.

Eine Einarbeitung in die Thematik ist sinnvoll mit geeigneter Fachliteratur, wie zum Beispiel dem *Handbuch Bautypen* des Vereins für Ingenieurbiologie (Zeh, 2007).

Winkel abschätzen mit dem Doppelmeter

Die Methode, einen Winkel zu messen oder zu übertragen wird hier kurz erläutert. Einige hochwertige Doppelmeter (Zollstöcke) verfügen bereits über eine Winkelübersicht. Diese Übersicht befindet sich meist auf der Innenseite des ersten Messgliedes. Hier sind alle gängigen Winkel aufgezeichnet, somit muss lediglich das erste Glied bis zur Strich-Markierung aufgeklappt werden um dann bequem den Winkel (aus erstem und zweitem Glied) anzulegen.

Eine weitere Variante ist die Winkelgradskala. Hierbei werden die ersten beiden Glieder des Doppelmeters benutzt. Sie werden vom Doppelmeter weggeklappt, um dann das erste Glied dreiecksförmig zum Doppelmeter zurückzuführen. Auf der Skala sind nun die entsprechenden Winkel markiert. Wird die dem Doppelmeter nähere vordere Ecke des Anfangsgliedes an der Markierung angelegt, dann kann das Winkelmaß zwischen dem ersten und dem zweiten Glied genommen werden. Diese Skala lässt sich auf einem herkömmlichen Doppelmeter auch selber anlegen.

95°	= 68.9 cm
90°	= 67.7 cm
85°	= 66.4 cm
80°	= 65.2 cm
75°	= 63.7 cm
70°	= 62.3 cm
65°	= 60.8 cm
60°	= 59.3 cm
55°	= 57.6 cm
50°	= 56.2 cm
45°	= 54.6 cm
40°	= 52.9 cm
35°	= 51.4 cm
30°	= 49.6 cm
25°	= 47.8 cm
20°	= 46.2 cm
15°	= 44.6 cm

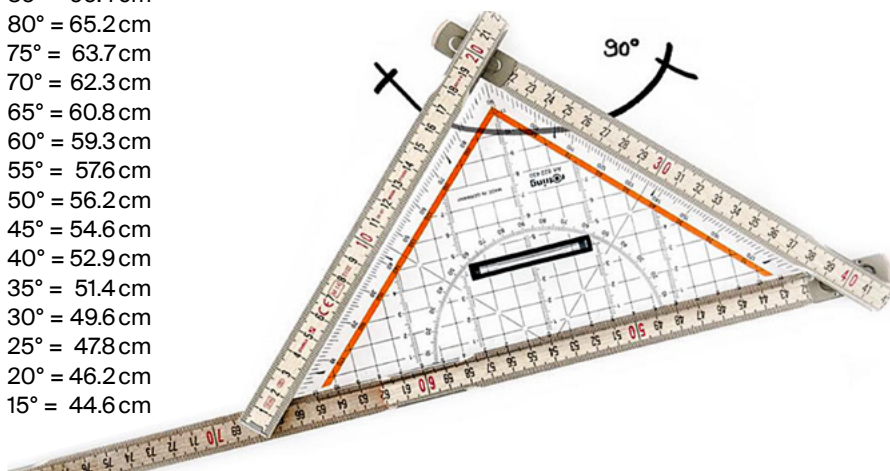


Abb. 39: Winkel abmessen mit dem Doppelmeter

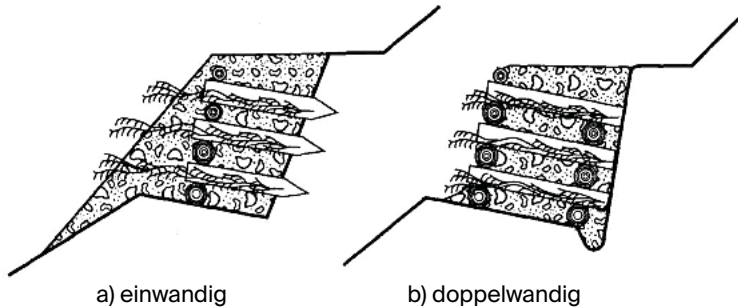


Abb. 40: Prinzip eines einfachen (a) und doppelten (b) Holzkastens (ASTRA)

Holzkasten

Einsatzspektrum

Holzkasten sind für die Stabilisierung von Hangabschnitten, als Stützkonstruktion in Hang- und Uferverbau, als Wildbachsperre im sogenannten Sperrenvollverbau sowie zur Sicherung neuer und bestehender Böschungen anwendbar. Der Holzkasten ermöglicht den schnellen Bau von grossvolumigen, relativ steifen, aber nicht unflexiblen Stützkonstruktionen (Steinkörbe sind vom Volumen her kleiner und weniger steif). Die flexible Konstruktion kann in instabilem Baugrund Vorteile bieten. Das Material ist oft in der Nähe vorhanden.

Der Holzkasten wird dabei als Schwergewichtssystem (sind Stützkonstruktionen wie Mauerwerke, Steinkörbe, Beton- und Stahlbetonverbauungen, Holzverbauungen) konstruiert und erstellt.

Baumaterial, Ausrüstung und Arbeitssicherheit

Holz:

- Rundholz: Nadelholz wie Lärche, Tanne, Föhre, Fichte; Laubholz allenfalls Eiche oder Kastanie; Eignung auch standortabhängig; auch Bahnschwellen oder Imprägnierstangen (nicht für Wildbachsperren)
- Durchmesser 20 bis 40 cm (Quer- und Längshölzer); grösserer Durchmesser = längere Lebensdauer, aber schwieriger einzubauen
- Kreuzungsstellen sowie offen liegende Holzstellen entrinden; Rest belassen (Gefahr des Ausrutschens)
- Haltbarkeit wenn möglich durch Erdüberdeckung und Bepflanzung (Hangverbau) oder ständiges Feuchthalten (Wildbachsperren) erhöhen

Nägel:

- Rundeisen/Armierungsstahl; ungespitzt (Verlaufen des Nagels, Spaltgefahr), rechtwinklig geschnitten; Länge = etwa zweimal Holzdurchmesser
- Nageldurchmesser: etwa 14 bis 18 mm. Dünnere Nägel können bei frischem Holz mit dem Hammer eingeschlagen werden, andernfalls ist eine Vorbohrung erforderlich; Bohrdurchmesser etwa 1 bis 2 mm geringer, bei geripptem Armierungsstahl gleich dick wie die Nägel wählen
- Wenn möglich mit Presslufthammer einschlagen

Füllmaterial:

- Vom Aushub anfallendes Material verwenden (Transportfrage)
- Steine ohne Feinmaterial: keine Probleme bezüglich Materialaustritt, gute Entwässerung
- Wenn nötig die Zwischenräume mit Feinmaterial gut abdichten; evtl. Verwendung von Geotextilien

Zwischenlagen:

- Geeignete Steine oder Holz

Dränage:

- Material für Sickerpackung oder Filter sowie Holzkännel zur Ableitung des Wassers (wenn nötig).

Werkzeuge und Baumaschinen:

- Wasserwaage, Doppelmeter, Messband
- Äxte, Schaufeln, Pickel, Zappi
- Schreitbagger für Aushub und Setzen der Rundhölzer, dazu Drahtseilstruppen
- Motorsägen
- Winden, Stahlseile evtl. Seilbahnen
- Wenn möglich Spiralbohrer für die Vorbohrung, 1 mm kleiner als Nägel (vor allem in trockenem Holz)
- Kompressor (Zugänglichkeit abklären) und Presslufthammer mit Spezialeisen, vorne gebohrt; andernfalls Vorschlaghammer mit Manschette gegen Stielbruch verwenden

Arbeitssicherheit:

- Persönliche Schutzmittel (Handschuhe, Helm, gute Schuhe)
- Beim Ziehen oder Heben von Holz sich nicht in der Baugrube aufhalten
- Schwenkbereich des Baggers meiden
- Sicherheit bei Arbeiten mit Seilen (sich nie im Seilwinkel aufhalten)
- Guten Stand beim Nageln aussuchen; nicht hinter dem Schlagenden stehen
- Das Auffüllen soll parallel zum Bau des Holzkastens erfolgen (Ausrutschgefahr, auch das Verdichten ist sonst schwierig); evtl zusätzlich Gerüst einsetzen (bei nasser Witterung und ent-rindetem Holz)

Einfacher (einwandiger) Holzkasten

Im Vergleich zu einem doppelten Holzkasten werden beim einfachen Holzkasten die hinteren Längslagen (Schwellen) weggelassen. Das Anbringen eines einfachen Holzkastens sollte, wenn immer möglich, in Kombination mit Massnahmen aus der Ingenieurbiologie (Begrünung) ausgeführt werden (Verlängerung der Lebenszeit, Verkleinerung Unterhaltsaufwand). Bei guten Verankerungsmöglichkeiten (Lockermaterialanker) können die Bauwerke sehr hoch gebaut werden. Bei nicht verankerten, einwandig ausgeführten Holzkasten gilt für eine ausreichende Sicherheit gegen Kippen und Gleiten die Empfehlung, dass die Höhe des Bauwerks die Tiefe desselben nicht übersteigen darf. Es ist zwingend eine gute Einbindung in den Hang erforderlich, da der einfache Holzkasten eine weniger grosse Standfestigkeit aufweist als der doppelte Holzkasten.

Doppelter (doppelwandiger) Holzkasten

Doppelte Holzkasten werden als doppelwandige Bauwerke ausgebildet, indem zwei parallel zum Hang angeordnete Wände aus Längshölzern (Schwellen) durch Querhölzer (Zangen) miteinander verbunden werden. Doppelte Holzkasten werden sehr oft in Kombination mit Massnahmen aus der Ingenieurbiologie (Begrünung) ausgeführt. Die Bauwerke können bei sorgfältiger Ausführung ohne weiteres 4 m hoch gebaut werden. Um eine genügende Sicherheit gegen Kippen und Gleiten zu erreichen, ist eine Basisbreite von mindestens halber Bauhöhe zu wählen. Wenn dies nicht möglich ist, muss das Bauwerk nach hinten verankert werden (Felsanker oder Lockermaterialanker).

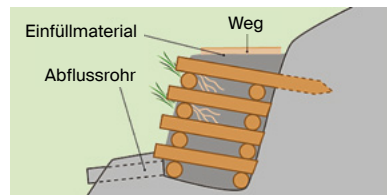


Abb. 41: Einsatz doppelter Holzkasten im Wanderwegbau (Astra)

Im Wanderwegbau besonders interessant sind Holzkasten bezüglich einer Sanierung der talseitigen Böschungen, da der Weg anschliessend über die entstehende stabile Schwelle geführt werden kann.

Planung

Bauwerke dieser Art sind immer mit einem Fachspezialisten, der auch aus den eigenen Reihen einer Zivilschutzorganisation stammt, zu planen und umzusetzen. Die spezifischen Bedingungen werden von Projekt zu Projekt verschieden sein, daher gibt es kein allgemeingültiges Rezept für die Projektierung von Massnahmen und für die Planung von Verbauungen und Bauwerken. Für jedes Projekt sind die Prozesse und Mechanismen erneut zu beurteilen. Als Hilfestellung müssen folgende Punkte bedacht und einbezogen werden:

- **Wie können wir den Hangfuss sichern?** Es macht keinen Sinn, Hänge zu stabilisieren, wenn unten die Sohle vom Gerinne weiter vertieft wird. Dann würde die Hangstabilisierung im Laufe der Zeit instabil und der Hang trotz allen Verbauungen weiter (wieder) rutschen.
- **Hangneigung?** Auf welchen Wert muss die Hangneigung reduziert werden und wie ist dies machbar? Kann die Hangneigung mit einem Holzkasten innerhalb geeigneter Ausmasse und Dimensionen auf den gewünschten Wert reduziert werden?
- **Schutz der Oberfläche?** Um den Hang nachhaltig zu stabilisieren und das Bauwerk langlebig zu gestalten, ist der Oberflächenschutz ein wichtiger Bestandteil der Stabilisierungsarbeiten. Das Ziel besteht dabei in der stabilen und dauerhaften Wiederbestockung der kahlen Erosionsflächen.
- **Zusätzlich notwendige Massnahmen?** Dies können Punkte sein wie das Abtragen von Abbruchkanten und übersteilen Partien, Entwässerungsmassnahmen, Verbau von Kleingerinnen und Einbau von zusätzlichen Stützwerken.
- **Baumaschinen und Geräte?** Genügt ein Raupenbagger oder wird ein Schreitbagger benötigt? Wie sieht es mit dem Holztransport aus, muss ein Rückefahrzeug mit Seilwinde zur Verfügung stehen, ein Seilkran oder sogar die Unterstützung eines Helikopters? Welche Kleingeräte wie Motorsäge, Bohrgerät, Wasserpumpe oder weitere sind verfügbar?
- **Baumaterialien?** Holz, Stahlnägeln, Verankerungseisen und Kleinmaterial.
- **Bepflanzung?** Ingenieurbiologie angepasst auf die Gegebenheiten.

Als Richtwert für die Kostenrechnung haben wir eine Beispielberechnung für einen Holzkastenbau im Zivilschutz angestellt, diese kann natürlich je nach örtlichen

Gegebenheiten, Anzahl Mannstunden, Kosten für Fachkräfte und aktuellen Marktpreisen des Holzes abweichen.

Faustformel	Beispielberechnung
Bauvolumen m ³ L × B × H des Bauwerks	$4 \times 1,5 \times 2,4 \text{ m} = 14,4 \text{ m}^3$
Holzverbrauch m ³ 0,2 × Bauvolumen	$14,5 \text{ m}^3 \times 0,2 = 2,9 \text{ m}^3$
Baggerstunden m ³ Holzverbrauch	$= 2,9 \text{ h}$
Arbeitsstunden 3- bis 5-mal m³ Holzverbrauch	$4 \times 2,9 \text{ m}^3 = 11,6 \text{ h}$
Total Kosten grob 500 bis 600 CHF × m³ Holzverbrauch	$600 \text{ CHF} \times 2,9 \text{ m}^3 = 1740 \text{ CHF}$

Tab. 4: Beispielberechnung Planung Holzkasten

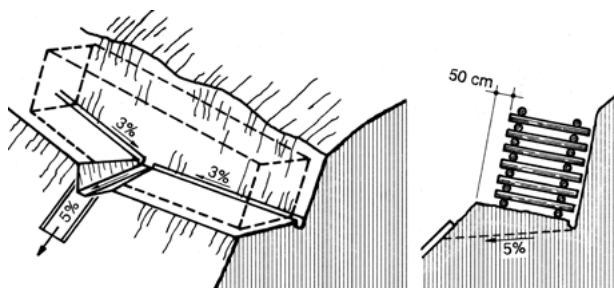


Abb. 42: Fundation des Holzkastens

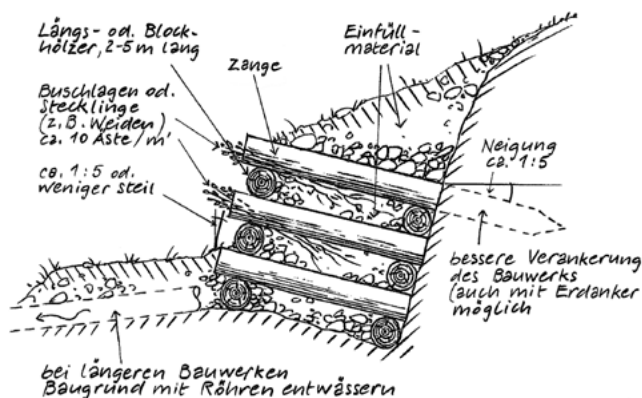


Abb. 43: Skizze Holzkasten (ASTRA)

Bautechnik

Bei solider Ausführung können die Bauwerke problemlos mit Höhen von bis zu 4 Metern erstellt werden. Besser ist es jedoch, nicht zu hoch zu bauen, dafür mehrere Werke zu erstellen, welche treppenartig mit Böschungen zwischen den einzelnen Werken ausgestattet sind. Um eine ausreichende Sicherheit gegen Kippen und Gleiten zu erreichen, ist eine Basisbreite von mindestens halber Bauhöhe zu wählen. Ansonsten muss das Bauwerk nach hinten verankert werden mit geeignetem Verankerungsmaterial. Wenn immer möglich, sind die Holzkästen voll-

ständig einzudecken, ansonsten ist die Verwendung von dauerhaften Holzarten (z. B. Lärche, Kastanie, Eiche) notwendig.

Damit sich kein Hangwasserdruck hinter dem Stützwerk aufbauen kann, muss eine künstliche Entwässerung, etwa mit Sickerrohren, mit darüber liegenden Astpackungen oder anderem Sickermaterial eingebaut werden. Ist nur sehr wenig Wasser zu erwarten, genügen normalerweise einfache Ast- oder Steinpackungen, um den Abfluss von hinter dem Kasten eindringendem Wasser unter oder zwischen dem Bauwerk durchzuleiten.

Vorgehen und Bautechnik

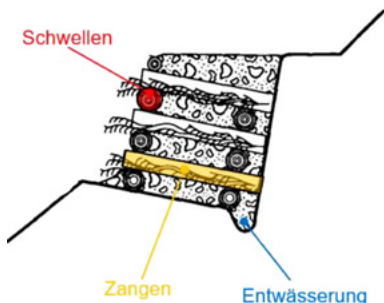


Abb. 44: Skizze doppelwandiger (doppelter) Holzkasten (ASTRA)

Dimensionierung

- Anzug ca. 1:5
- Höhe max. 4 m (noch mit Miliztruppen realisierbar)
- Breite = $\frac{1}{2} \times$ Höhe (mind. 1,5 m)
- Schwellen $\varnothing$ 20 bis 40 cm
- Zangen $\varnothing$ 15 bis 35 cm
- Zangenabstand 1,5 bis 2 m

Fundament mindestens einen Meter tief wählen bzw. bis zur Frosttiefe (gewachsener Boden). Allgemein wird von einem Aushub bis auf eine feste Unterlage gesprochen.

Bauwerk mit Schwellen in der ersten Lage beginnen.

Schwellen wenn möglich seitwärts einbinden. Die seitliche Einbindung des Bauwerkes sollte dabei minimal 1,2 bis 1,5 Meter betragen. Die Schwellen müssen überall gut aufliegen, wo nötig an der Unterseite auskerben.

Entwässerung ausreichend vorsehen und dimensionieren.

Kreuzungsstellen entrinden, vorbohren und mit Armierungseisen vernageln. Dieses Vorgehen führt zu den besten Verbindungen und den kleinsten Holzschädigungen. Wichtige Merkmale:

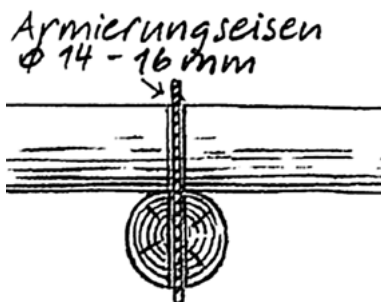


Abb. 45: Kreuzungsstelle (ASTRA)

- Nagellänge = $2 \times$ Holzdurchmesser (jeweils anpassen)
- Jede Kreuzstelle verbinden
- Nageln mit dem Hammer (zu zweit) oder mit dem Presslufthammer
- Wenn immer möglich, Holz maschinell vorbohren
- Querhölzer nicht zu knapp bemessen, gute Montagehilfe beim Nageln. Erst nachher auf etwa 20 cm absägen



Abb. 46: Ausfuchung (waldwissen)

Holzkasten lageweise mit geeignetem, grobkörnigem Material (Schotter, Aushub usw. – kein feinkörniges Material wie Sand oder Lehm) satt ausfüllen. Ein leerer Holzkasten ist funktionsuntauglich. Im Wasserbau müssen die Zwischenräume zwischen den Schwellen zwingend mit geeigneten Methoden (passende Steine, Füllhölzer) geschlossen werden, damit die Füllung des Holzkastens nicht durch das Wasser ausgeschwemmt wird.

Beste Resultate werden erzielt bei vollständiger Eindeckung mit Erdmaterial. Zusätzlich begrünen.

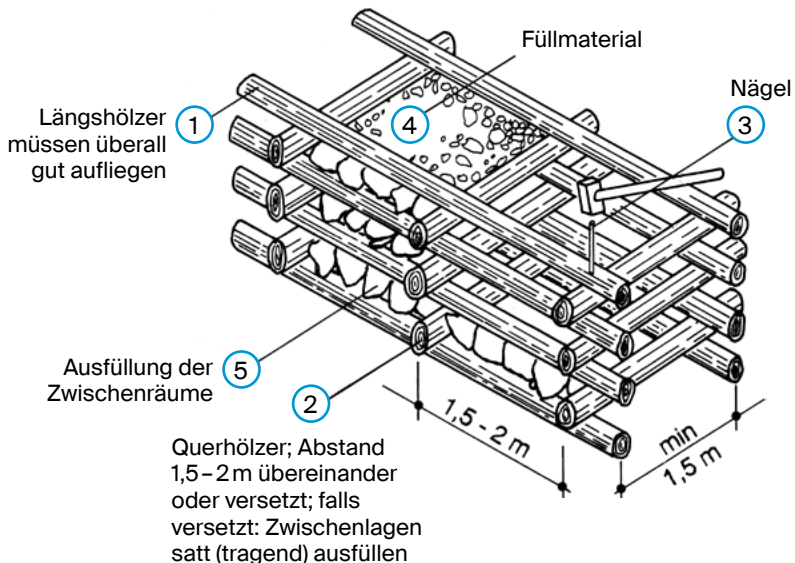


Abb. 47: Ausführung des Holzkastens (ASTRA)

Im Wasserbau Lücken mit Steinen oder Holz ausfachen. Ansonsten kann die Füllung des Kastens ausgespült werden.

Möglichkeiten dazu:

- mit Steinen von innen her ausfüllen und verkeilen (so, dass sie nicht nach vorne herausfallen können)
- Füllholz parallel zu Längshölzern; Länge und Durchmesser anpassen; von innen her anbringen und festnageln
- Füllholz parallel zu den Zangen, etwa 1 m lange Stücke. Nachteil bei setzungsempfindlichem oder schlecht verdichtetem Füllmaterial: Hebelwirkung auf Längshölzer, Entstehung von Hohlräumen (begünstigt Fäulnis)

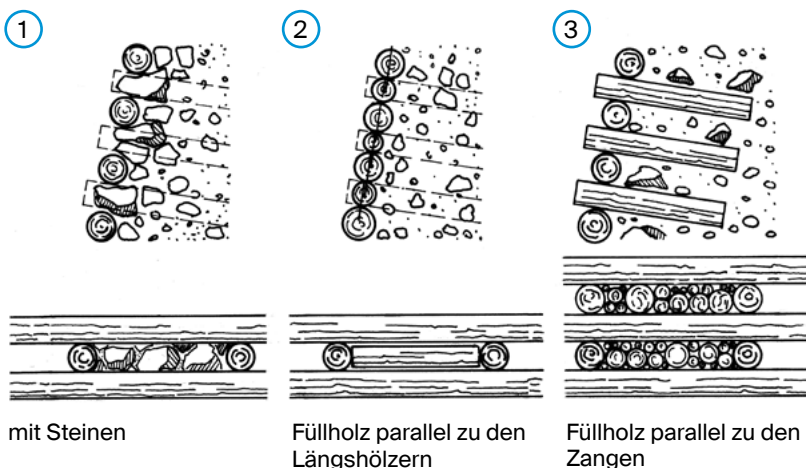
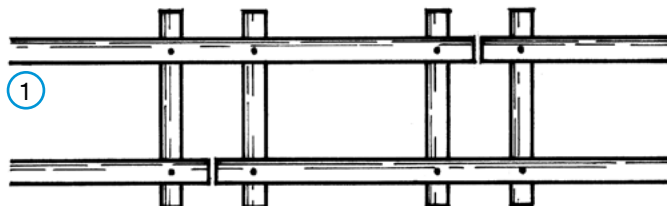


Abb.48: Ausfüllung der Zwischenlagen (ASTRA)

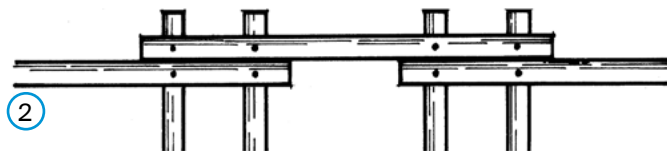
Auf der Rückseite des Holzkastens kann bei Bedarf eine Filterschicht eingebaut werden (Wasserabfluss Hangwasser).

Längssteifigkeit: Wo eine Längssteifigkeit erforderlich ist (zum Beispiel Wildbachsperrn), sind die Längshölzer versetzt anzuordnen. Es existieren verschiedene Möglichkeiten zur Verlängerung der Längshölzer.

Oft ist aber eine Längssteifigkeit nicht nötig oder gar ungünstig, etwa bei unterschiedlichen Längsholzdurchmessern oder setzungsempfindlichen Böden. Der Holzkasten wird dann in abgetrennten Blöcken erstellt.



Bei Stoss Doppelzangen



Überlappen der Längshölzer (nur bei der hinteren Wand)

Abb. 49: Möglichkeiten zur Verlängerung der Längshölzer (Grundriss) (ASTRA)

Holzkännel

Kännel sollen Wasser und je nach Situation auch sogenannte Feststoffe (Geschiebe) schnell und sicher ableiten. Das im Kännel fließende Gemisch erreicht dabei hohe Geschwindigkeiten. Typische Anwendungen sind unter anderem:

- Provisorische Um- und Ableitungen wie etwa bei Bauarbeiten
- Entwässerungen in Rutschgebieten

Ein besonderes Augenmerk muss auf die auftretenden Wassermengen und Geschwindigkeiten (aufgrund des Gefälles) gelegt werden. Die auftretenden Kräfte können den

Kännel beschädigen und allenfalls austretendes Wasser kann die Fundation angreifen oder unerwünschte Feststoffe in den Kännel spülen. Daher gilt auch hier die Devise, dass solche Bauwerke sorgfältig und mit Unterstützung von Fachleuten geplant werden müssen.

Weitere Bauarten

- Vorgefertigte Kännel aus Blech, Kunststoff oder Beton finden häufig in der Entwässerung Einsatz, die obere Breite derartiger Elemente schwankt üblicherweise zwischen 30 cm und 1 m
- Rohrleitungen (vor allem bei Bauarbeiten)

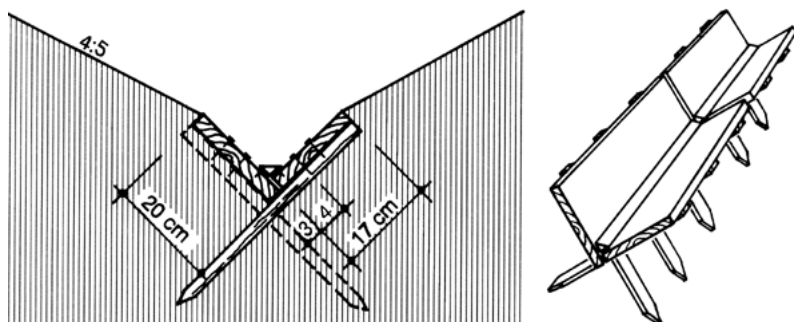


Abb. 50: Dreieckskännel (ASTRA)

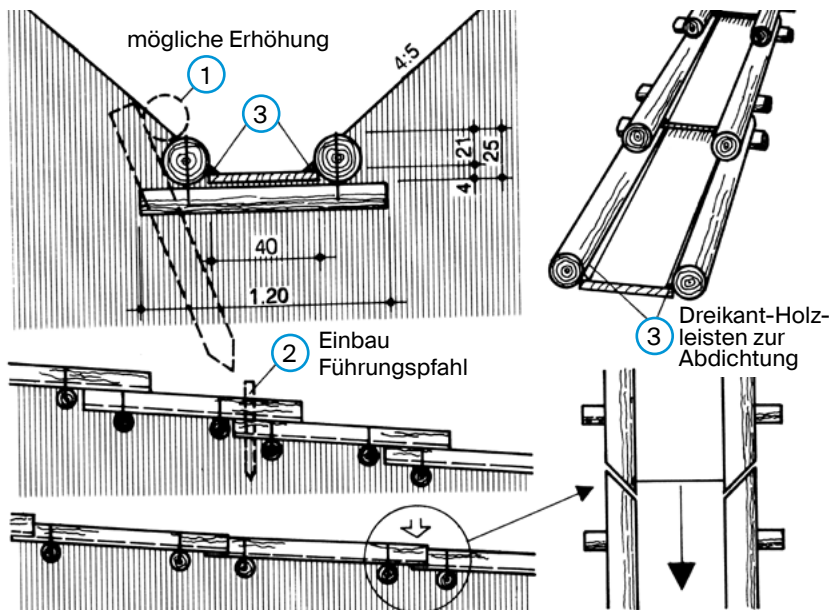


Abb. 51: Rundholz-Rechteckkännel (ASTRA)

Einbettung

Gefahrenquellen für den Bestand des Kännels sind die Kräfte des schnell fließenden Wassers, die seitliche Erosion und Abheben durch Frost. Der Auflagerung und Einbettung sind daher besondere Beachtung zu schenken.

Empfohlen werden mindestens:

- saubere Einbettung, damit von der Böschung herkommendes Wasser in den Kännel fließt und nicht dessen Fundation angreift; Böschung sollte später gesichert werden (Bewuchs;

- Kännel alle 2m durch Pfähle/ Querhölzer im Erdreich einbinden (Abb. 51: Rundholz-Rechteckkännel)
- Übergang von einem Kännel-element auf das nächste genügend überlappen, evtl. abdichten

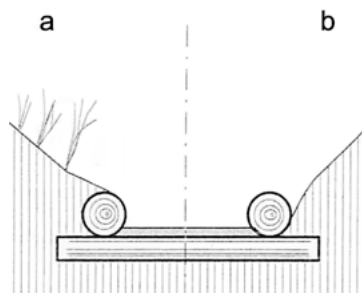


Abb. 52: Einbettung
a richtige Ausführung – b falsche Ausführung
(ASTRA)

Wildbachsperren

Wildbachsperren sind eine Massnahme gegen die Tiefenerosion des Baches und können wie folgt ausgebildet werden:

- Steinkörbe
- speziell (zum Beispiel mit Fertigelementen aus Beton oder Metall)
- Beton, zum Teil auch Steinmauern, vor allem für grössere Sperren

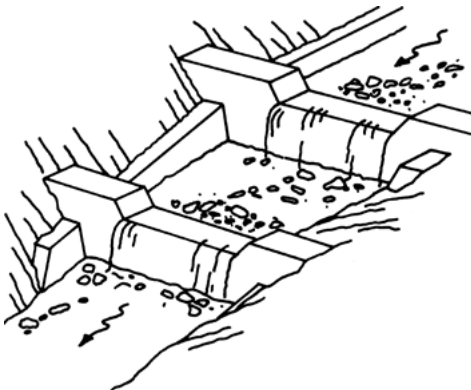


Abb. 53: Bestandteile einer Wildbachverbauung
– Holzkästen und einwandige Holzsperrn
(ASTRA)

Im Rahmen des Baueinsatzes im Katastrophenfall kommen praktisch nur Sperren aus Holz und Steinkörben zur Anwendung. Die Formenvielfalt ist insbesondere bei den Holzbauten gross.

Grundlagen für kleinere Querwerke

Die Standsicherheit von Wildbachsperren ist vor allem bedroht durch:

- Unterkolkung (Aushöhlung der Fundation durch das fallende Wasser)
- Umfliessen der Sperre

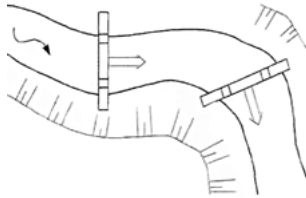
Die Anlage muss diesen Punkten im Grundriss, in den Abmessungen und in der Konstruktion samt allfälligen Ergänzungsbauten (Leitwerke, Kolk-schutz) Rechnung tragen.

Weitere Massnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer sind:

- auswechselbare Konstruktionen für stark beanspruchte Teile bevorzugen (Flügel, Überfallkante, Kolk-schutz);
- Ufergehölz schonen (Hangstabilisierung; Beschattung = längere Lebensdauer der Holz-sperren).

Die Hinterfüllung der Sperre muss hingegen nur so weit erfolgen, als diese baulich erforderlich ist. Der Rest ist dem Bach zu überlassen.

richtige Anordnung



falsche Anordnung

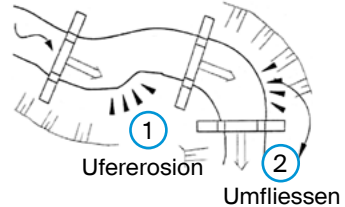


Abb. 54: Querwerke im Grundriss

Anordnung der Querwerke im Grundriss

Die Senkrechte auf die Mitte der Abflusssektion der Oberligersperre soll auf die Abfluss-Sektion der Unterligersperre zielen (siehe Abbildung 54).

Wichtige Abmessungen für kleinere Querwerke

Grobe Richtwerte für die wichtigsten Abmessungen (Abb. 55: Abmessungen des Querwerks: Ansicht und Längsschnitt) sind in der Tabelle zusammengestellt.

Abmessungen, welche sich aus der Hydrologie, dem Untergrund und Geschiebe sowie aus allgemeinen Eigenschaften des Einzugsgebietes und des Gewässers ergeben, werden in jedem Fall durch Fachleute der zivilen Einsatzleitung vorgegeben.

- Abmessung und Form der Abfluss-Sektion (inkl. Flügelhöhe) hängen vor allem vom zu bewältigenden Abfluss ab.
- Für murgangfähige Bäche wird oft ein spezielles, flaches Murgangprofil verwendet.
- Die Eindeckung einer Sperre wird verbessert, indem man sie tiefer fundiert oder die nächstuntere Sperre höherzieht. Das natürliche Bachgefälle ermöglicht oft eine Reduktion des in Tabelle 5 angegebenen Wertes.
- Die Sperrenhöhe und damit der Sperrenabstand ergeben sich aus topografischen, wirtschaftlichen und anderen Überlegungen.

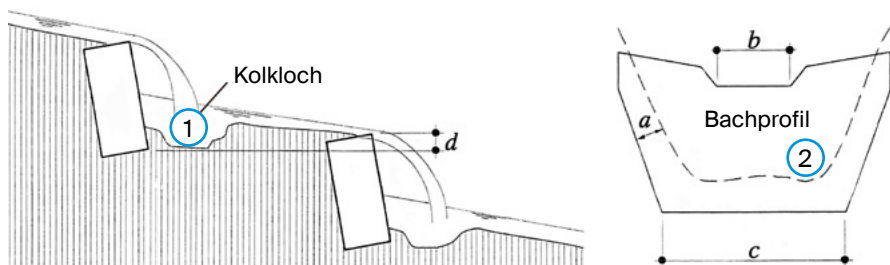


Abb. 55: Abmessungen des Querwerks: Ansicht und Längsschnitt (ASTRA)

Abmessungen	Übliche Werte für kleinere Holzkastensperren	Bedeutung
Seitliche Einbindung <i>a</i>	1 bis 2 m (je nach Baugrund und Sperrengrösse)	Einbindung im Hang; verhindert ausserdem ein Umfliessen der Sperr
Maximale Breite der Abfluss-Sektion <i>b</i>	maximal 70 bis 80 % der Bachbreite (bei fester Seitenwandung mehr als bei natürlichen Böschungen)	schützt gegen Unterkolkung der Ufer; sonst Ufersicherung (zum Beispiel Blöcke)
Fundamentbreite <i>c</i>	mindestens doppelte Breite der Abfluss-Sektion	vor allem aus baulichen Gründen
Eindeckung <i>d</i>	etwa 0,5 bis 1,0 m; 1 bis 2 mal bei kleineren Holzsperrren Holzdurchmesser	schützt gegen Unterkolkung der Sperre (evtl. Verstärkung durch Kolksschutz)

Tab. 5: Übliche Werte für die Abmessungen des Querwerks

Querwerk aus doppelwandigen Holzkästen

Allgemeine Konstruktion der Holzkästen sowie Geräte, Material, Aufwand und Sicherheit siehe Seite 77 (Holzkästen).

Besonderheiten:

- Übliche Höhe von Fundament bis Überfall etwa 2 m, maximal 4 m
- Tiefe t = mindestens halbe Höhe h , aber nicht kleiner als 1,5 m
- kräftige Ausbildung der Überfallkante: zwei Längshölzer oder bei grösserem Geschiebeanfall Abrasionsschutz aus halbierten Querhölzern; Überfallkante genau horizontal (gleichmässiger Überfall = gleichmässige Benetzung der Sperre, wichtig für die Lebensdauer)
- Füllmaterial: meist anstehendes Material, da oft erschwerte Zugänglichkeit

Daneben existieren auch einwandige Holzkastensperren (durch Zangen im Erdreich und zum Teil in der Oberliegersperre rückverankert). Sie sind für kleinere Sperren geeignet (Höhe des Fundamentes bis Überfall etwa 1 m). Noch kleinere Höhen führen zu Formen, die Grundschwellen gleichen.

Füllmaterial ohne Feinanteil

Keine Probleme mit Auswaschung von Feinmaterial

Sperrenkörper ist dräniert, was eine gewisse Entlastung der Sperre ergibt, dafür trocknen bei Bächen mit geringer Niederwasserführung grosse Teile des Holzes aus (Fäulnis)

Füllmaterial mit hohem Feinanteil

Gute Abdichtung der luftseitigen Zwischenräume gegen Auswaschung ist nötig (evtl. Geotextil)

Vorteil: Wasser fliesst über die Sperrenkonstruktion und benetzt das Holz ständig (erhöht die Lebensdauer)

Tab. 6: Füllmaterial mit und ohne Feinanteil

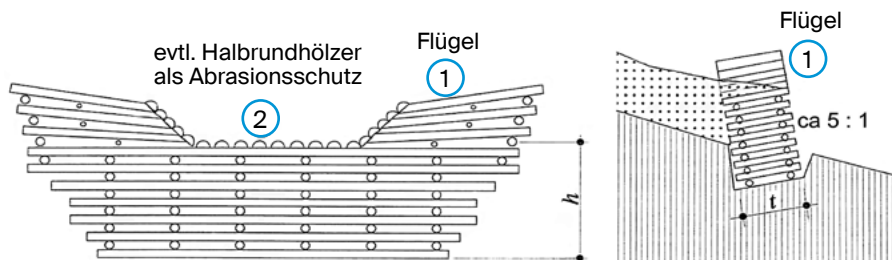


Abb. 56: Doppelwandige Holzkastensperre: Ansicht und Längsschnitt

Flügel: Die seitlichen Flügel der Querwerke können mit der Holzkastentechnik oder mit Steinblöcken ausgebildet werden. Steinkörbe oder Steine sind schwer und belasten den Holzkasten zusätzlich, sodass besondere Vorsicht bei schlechtem, nicht tragfähigem Füllmaterial gefordert ist. Im Gegensatz zum übrigen Querwerk können die Flügel nicht dauernd feucht gehalten werden. Bauweisen in Holz sind daher der Fäulnis besonders ausgesetzt. Erdüberdeckung und Bepflanzung bringen einen gewissen Schutz. Eine spätere Erneuerung des Flügels ist denkbar.

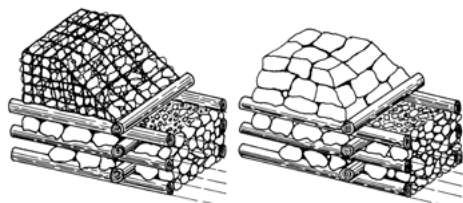


Abb. 57: Flügel bei Holzkastensperren

Querwerk aus Steinkörben

Für die Beständigkeit der Bauwerke aus Steinkörben sind beim Bau Sorgfalt und Aufsicht wichtig. Steinkörbe sollten nur dort zum Einsatz gelangen, wo kein anderes Material zur Verfügung steht (Hochlagen; entwaldete, unzugängliche Erosionsrinnen). Vor allem für definitive Bauwerke sind verdrehte Körbe den geschweissten vorzuziehen. Wenn möglich kräftige Drähte verwenden (auch mit Kunststoffummhüllung erhältlich). Genaue Instruktionen sind vom Fachmann (Materiallieferant) einzuholen. Im Falle der Variante A (Abb. 58: Querwerk aus Steinkörben, Variante A: Ansicht und Querschnitt) mit vertikaler Vorderfront ist das Drahtgeflecht an der Frontseite vor der abrasiven Wirkung des Geschiebes geschützt. Wichtig ist dabei:

- kantige Steine verwenden, die sauber geschichtet werden (wie bei einem Trockenmauerwerk)
- Frontseite sollte geschalt werden (Bäuche verhindern)
- Verstrebungen regelmässig einhängen (erhalten die Form)

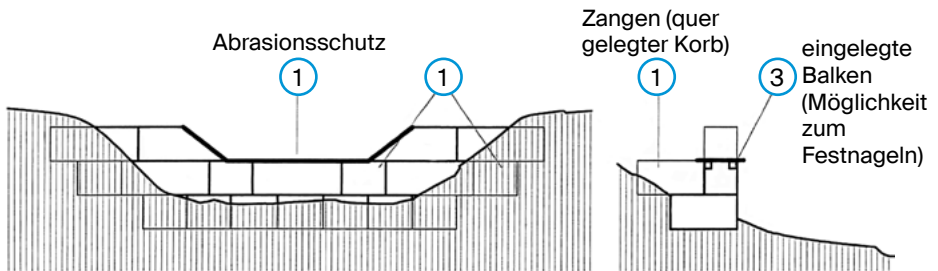


Abb. 58: Querwerk aus Steinkörben, Variante A: Ansicht und Querschnitt

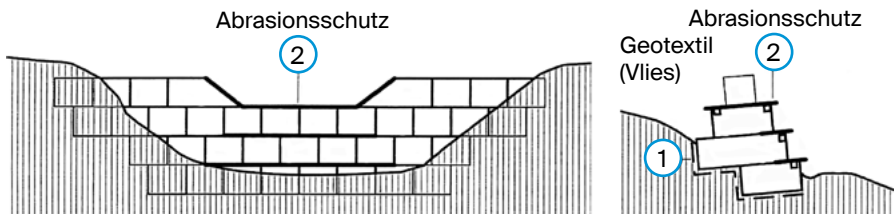


Abb. 59: Querwerk aus Steinkörben, Variante B: Ansicht und Querschnitt

Weniger günstig ist die Lösung gemäss Variante B (Abb. 59: Querwerk aus Steinkörben, Variante B: Ansicht und Querschnitt) mit Anzug und / oder stufenweiser Abtreppe. Sie kann evtl. in Frage kommen, wenn das Material eine vertikale Vorderfront nicht zulässt. Die Abtreppe dient gleichzeitig als Arbeitsbühne, sie muss aber mit einem Abrasionsschutz versehen werden.

Leitwerke

Seitliche Leitwerke schützen vor Ufererosion und Umfließen der Sperren (vor allem auf den Kurvenaussenseiten). Sie werden oben meist bündig an das wasserseitige Flügelende angeschlossen. Der Fuss des Leitwerkes muss genügend Distanz zum herabfallenden Wasser aufweisen. Auch hier können wieder Holzkonstruktionen oder Steinkörbe zum Einsatz gelangen. Letztere sind in der Regel gegen Geschiebeabrasion zu schützen.

Abrasionsschutz

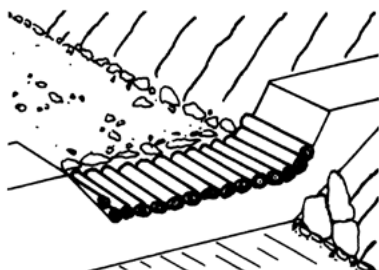


Abb. 60: Abrasionsschutz

Bei geschiebereichen Bächen ist ein zusätzlicher Schutz gegen Abrasion der Überfallkante nötig, zum Beispiel aus halbierten Rundhölzern oder Eisenbahnschwellen (zum Teil auch Fertigelementen). Unverzichtbar ist ein Abrasionsschutz bei Steinkörpern.

Kolkschutz (Fallboden)

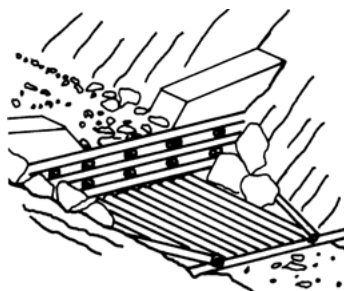


Abb. 61: Fallboden aus Holz

Häufig, vor allem bei grossen Höhen und insbesondere beim untersten einer Serie Querwerke, wird unterhalb des Querwerks ein Kolkschutz eingelegt. Dieser besteht aus grossen Blöcken oder aus halbiertem, in Fliessrichtung gelegtem Rundholz. Letzteres liegt dauernd unter Wasser. Das wird erreicht, indem beispielsweise:

- Geotextilien unterlegt werden (verhindert auch ein Ausspülen des Untergrundes)
- ein zusätzliches Rundholz auf das Ende des Rostes genagelt wird (erlaubt zudem einen gewissen Rückhalt von Geschiebe)
- der Rost leicht ansteigend versetzt wird

Bei kleinen Sperrenhöhen und -abständen kann ein Holzrost bis über die Abfluss-Sektion der Unterliegersperre gezogen werden. Er bildet dann zugleich deren Abrasionschutz (oft bei einwandigen Sperrenabtreppungen).

Das obere Ende des Holzrostes wird oft in den Fuss der Sperre eingebunden, um den Fallboden gut zu verankern. Nachteil: sollte der Fallboden versagen oder sein Untergrund ausgeschwemmt werden, kann dies zu einer Schwächung der Sperre führen.

Auch wenn ein eigentliches Leitwerk nicht nötig ist, wird im Kolkbereich eine lokale Sicherung der Böschung (meist Blöcke) verwendet.

Grundswellen

Um die Tiefenerosion bei flachen Gewässern zu verhindern, werden querliegende Grundswellen eingebaut. Diese werden aus Beton, Steinblöcken oder einfach aus quer gelegten Baumstämmen (Durchmesser etwa 30 cm) ausgeführt:

Swellen sind gegen Unterspülung zu sichern. Massnahmen sind eine genügende Eindeckung durch die Unterliegerschwelle, Kolkchutz oder eine Unterbindung der Sickerströmung.

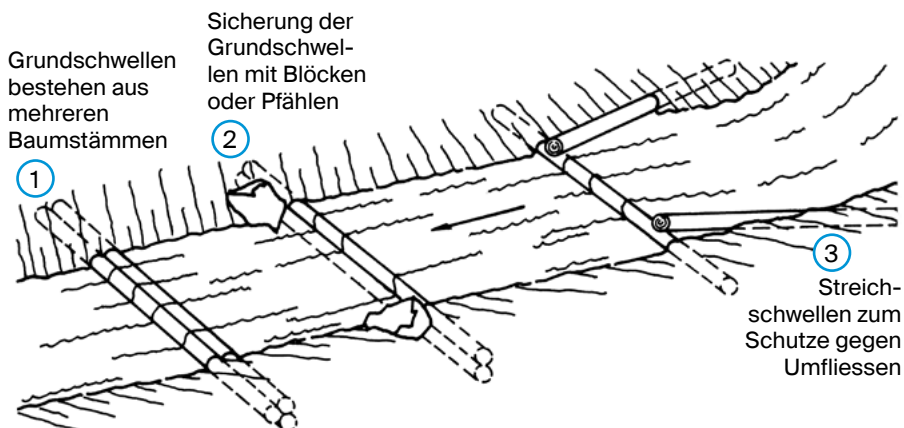


Abb. 62: Grundswellen aus Baumstämmen

Mindesteindeckung

Die Mindesteindeckung eines einzelnen Baumstammes durch den nächstunteren beträgt eine halbe Stammdicke; dementsprechend bei zwei Baumstämmen maximal eine Stammdicke höher als die nächste darunterliegende. Daraus ergibt sich der erforderliche Abstand von Schwelle zu Schwelle (Abb. 63).

Kolkschutz

Siehe Abbildung 64.

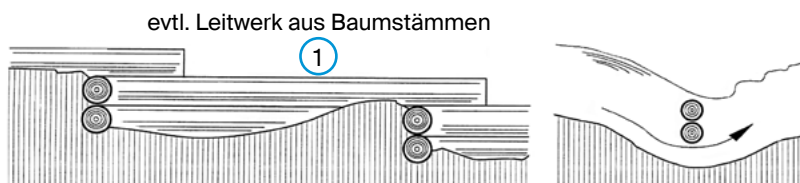


Abb. 63: Mindesteindeckung der Schwelle (Mindesteindeckung, links; unterspülte Schwelle (rechts)

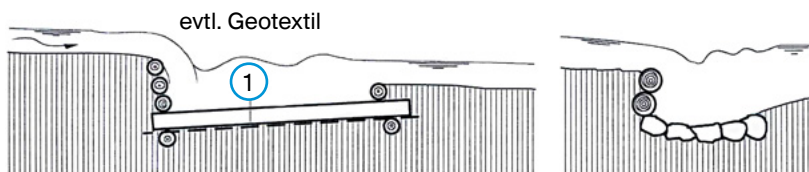


Abb. 64: Kolkschutz (Holzrost, links; Blöcke, rechts)

Sickerströmung unterbinden

Sickerströme unter Schwellen hindurch sind mit Geotextilien oder mit Brettern zu unterbrechen. Dadurch wird eine Unterspülung der Schwellen vermieden.

Gegen Umfließen der Grundschwellen sind längs zum Gewässer Streichschwellen zu errichten (Abb. 62: Grundschwellen aus Baumstämmen). Die Lage der Schwellen sollte am Ufer dauerhaft markiert werden, um Zerstörungen bei Geschieberäumungen zu verhindern.

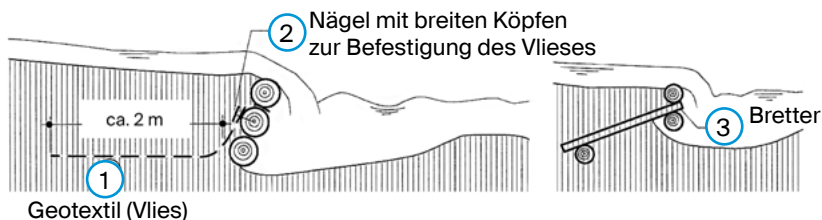


Abb. 65: Unterbindung der Sickerströmung (Geotextilien, links; Bretter, rechts)

Ufersicherungen

Grundlagen

Eine Ufersicherung hat die Aufgabe, das Ufer gegen Seitenerosion zu schützen. Je nach Beanspruchung werden verschiedene Massnahmen wie Lebendverbau, Holzkonstruktionen, Buhnen, Blockschüttung, Blocksatz oder Ufermauern getroffen.

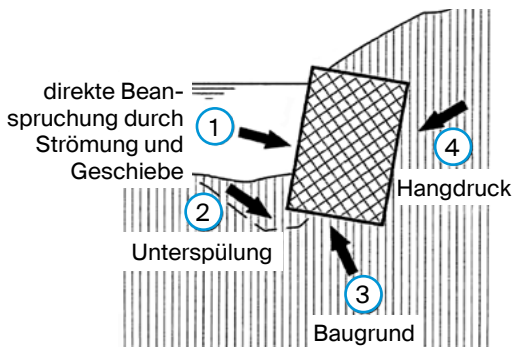


Abb. 66: Beanspruchung einer Ufersicherung

Für den Bestand einer Ufersicherung sind wichtig:

- genügend tiefe Fundation der Ufersicherung gegen lokale Kolke
- evtl. Ergänzung durch beweglichen, baulich abgetrennten Vorgrund (meist Blöcke)
- genügende Bemessung des Bauwerks (Hangdruck)

- besondere Massnahmen in der Fundation bei schlechtem Baugrund, etwa Fussverbreiterungen (zum Beispiel Holzroste), Pfählungen, Unterlegen von grossen Steinen und Blöcken.

Der Schutz gegen Unterspülung infolge einer allgemeinen Eintiefung der Gewässersohle muss von Querwerken übernommen werden. Die Sicherheit gegen die direkte Beanspruchung durch Strömung und Geschiebetrieb wird durch die richtige Wahl der Bauart gegeben. Bei der Bauart spielen ausserdem eine Rolle:

- Platzverhältnisse
- verfügbare Materialien und Geräte (Zugänglichkeit überprüfen)
- Fähigkeit der ausführenden Einheit (ZSO), eine bestimmte Bauart in genügender Qualität ausführen zu können
- Möglichkeit, eine provisorische Lösung in den definitiven Ausbau integrieren zu können (Platz sparende Lösung wählen, zurückversetzen)

Ferner kann eine bestimmte Bauart bei einem definitiven Bauwerk Probleme aufwerfen, die für ein Provisorium weniger massgebend sind (Dauerhaftigkeit, Landschaftschutz).

Ausführungen

Nachfolgende Tabelle zeigt drei Typen von Ausführungen, die mit relativ einfachen Mitteln erstellt werden können:

Grundanforderungen	Blocksatz	Holzkasten	Drahtsteinkörbe
Platzbedarf	viel	wenig	wenig
Ohne schwere Geräte zu erstellen	nein	ja	ja
Anforderungen an Zugänglichkeit	hoch	gering	gering
Anforderungen an Instruktion	(1)	(2)	(2)
Anforderungen an Ausführung	hoch (1)	mässig	höher

Eignung an Ufersicherungen	Blocksatz	Holzkasten	Drahtsteinkörbe
Grössere Gewässer	x	x	o (4)
Gewässer mit hohem Gefälle	x	x	o
Geschiebebetrieb	x	x	o (5)
Bewegtes Gelände (Kriechhänge)	x	x	x
Provisorien	o	x	o
Definitive Bauwerke	x	o (3)	o (5,6)
Einbau mit Truppen (viel Handarbeit)	–	x	x
Schneller Einbau	x	o	o

x) geeignet

o) bedingt geeignet (siehe jeweilige Anmerkungen)

–) nicht realisierbar

1) erfordert geübten Baggerführer

2) wenn möglich Instruktion durch Fachmann

3) nur, wo Eindeckung möglich

4) als Notmassnahme

5) nur mit Schrammschutz

6) nur für Gewässer mit wenig Gefälle und wenig Geschiebe

Tab. 7: Grundanforderungen und Eignungen von Ufersicherungen

Alle drei Bauweisen sind flexibel und eignen sich daher auch für unregelmässiges Gelände. Sie zählen alle zu den schweren Verbauungen. Im oberen Teil werden sie oft durch eine leichtere Sicherung abgelöst. Arbeiten mit Beton sind meist definitiv und werden nur im Rahmen eines umfassenden Projektes ausgeführt.

Blocksatz

Gegen Unterspülung muss mindestens der unterste Stein eingegraben sein. Feinkörnige Böden sind infolge Sickerströmungen gefährdet (Auschwemmung). Mögliche Gegenmassnahmen (mindestens bei definitiven Bauwerken): Unterlage aus Schroppen (Durchmesser 10 bis 20 cm) und Verfüllung der Zwischenräume mit Steinen und Feinmaterial. Als Alternative kann ein Geotextil unterlegt werden.

Die Blöcke sollen:

- möglichst kubische und kantige Form aufweisen (nicht plattig oder abgerundet)

- aus massigem, hartem Gestein bestehen, zum Beispiel Granit, Kalk; schlecht sind geschieferte, leicht brechende Gesteine
- genügend gross sein

Grundsätze für das Versetzen der Blöcke:

- Blockvorrat am Arbeitsplatz ermöglicht bessere Blockauswahl
- Versetzen erfordert Bagger mit (Mehrschaufel) Greifer und geübtem Baggerführer. Alternative zum Greifer: Steinketten
- Blockgrösse nach oben abnehmend, die grössten Blöcke am Fuss
- Blöcke auf ihr grösstes natürliches Lager setzen, möglichst geringe Fugen zwischen den Blöcken, eine geschlossene Oberfläche ist weniger wichtig
- Verfüllen der Fugen erst nach Bauabnahme

Vielerorts bestehen Blockdepots für den Notfall
(zum Teil kantonal geregelt).

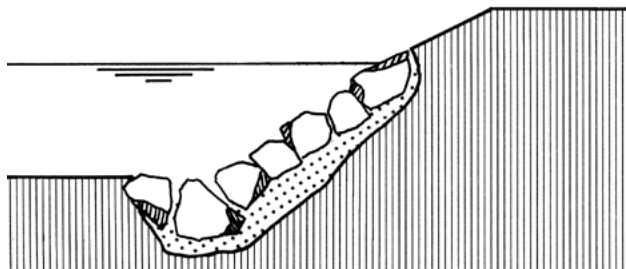


Abb. 67: Blocksatz

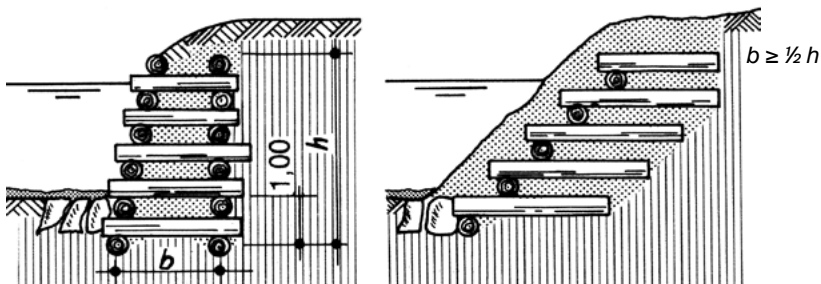


Abb. 68: Ufersicherung in Holzkastenbauweise

Holzkasten

Holzkasten, ein- oder zweiwandig, mindestens 1 m tief fundiert; zum Teil Ausführungen mit verstärktem Fuss oder mit Vorgrund aus Blöcken.

Um das Problem der Fäulnis zu umgehen, wird der Holzkasten nach oben zurückversetzt, mit Erde überdeckt und bepflanzt (nur für kleine Gerinne). Hinweise für den Bau von Holzkästen sind in Kapitel «Holzkästen» enthalten. Wo eindringendes Wasser den Bau einer genügenden Foundation in Holzkastenkonstruktion verhindert und eine ausreichende Wasserhaltung nicht möglich ist, muss eine andere Lösung gesucht werden, zum Beispiel in Form von grossen Steinen und Blöcken (Zwischenräume verfüllt). Feines Füllmaterial wird oft mit Geotextilien gegen Ausschwemmung geschützt (wird hinter der Ausfüllung der Zwischenräume verlegt).

Steinkörbe

Bei Geschiebetrieb sind die Steinkörbe mit einem Schrammschutz aus Längshölzern gegen Abrasion zu schützen (aufwändig). Neben rechteckigen Steinkörben existieren auch runde Körbe, Matratzen oder Senkwalzen. Sie eignen sich für flachere Böschungen. Körbe mit verdrehten Maschen sind den verschweissten vorzuziehen. Als Füllmaterial geeignet für hohe, steile Bauwerke ist kantiges, möglichst gut schichtbares Material. Bei flachen Uferböschungen hat rundes Geröll den Vorteil grösserer Flexibilität.

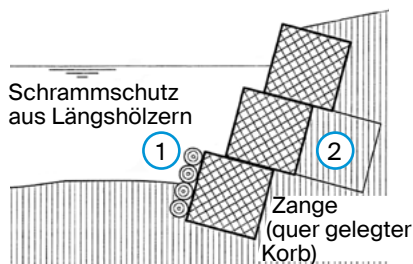


Abb. 69: Ufersicherung aus Steinkörben

Hangrost

Einsatzspektrum

Neben den Holzkasten lassen sich gerade längere Hangabschnitte mit einem Hangrost kostengünstiger und einfacher sichern. Der Hangrost ist jedoch im Gegensatz zum Holzkasten keine Stützverbauung wie etwa eine Betonmauer, sondern dient nur dem Oberflächenschutz. Primär ist es also seine Aufgabe, Abrutschen oder Erosion von oberflächlichem Material zu verhindern mit dem Ziel, die Oberfläche zu stabilisieren, damit Pflanzen wachsen und diese Funktion mit der Zeit übernehmen können. Dazu können

Böschungen bis zu einer maximalen Höhe von 20 Metern verbaut werden. Bei einem Hangrost werden lange Kant- oder Rundhölzer eingesetzt. Diese weisen dabei einen Durchmesser von 10 bis 30 cm auf und werden über Kreuz auf den Hang gelegt und mit Holzpflocken oder Armierungseisen im Untergrund fixiert. Zusätzlich wird der Rost am Hangfuss abgestützt, alternativ auch mit einem Holzkasten am Fuss. Anschliessend werden die Zwischenräume mit Erdmaterial aufgefüllt und mit Busch- oder Heckenlagen bepflanzt zur Verlängerung der Lebensdauer. Ohne vollständige Eindeckung wird der Hangrost nur kurze Zeit bestehen können und schnell verwittert oder verfault sein.

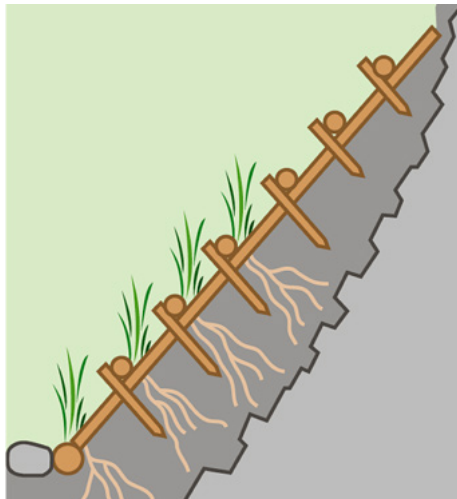


Abb. 70: Hangrost in einer schematischen Darstellung (ASTRA)

Planung

Bezüglich der Planung dienen als Orientierung die beim Holzkasten genannten Punkte. Folgende Aspekte kommen ergänzend hinzu:

- Zentraler Punkt ist die **Verankerung**, damit der Rost nicht plötzlich vom Hangdruck aufgestellt werden kann. Daraus resultiert ein entsprechender Materialbedarf für Felsanker oder Anker für Lockermaterial, Erdanker.
- Der Holzbedarf kann in etwa mit dem Faktor 0,12 der Fläche des Hangrosts berechnet werden.
- Achtung auf Quellwasser und Austrittsöffnungen von Quellen im Hang, dieses Wasser muss mit geeigneten Massnahmen abgeleitet werden können, damit sich kein **Hangwasserdruck** hinter dem Hangrost aufbauen kann.

Faustformel	Beispielberechnung
Fläche Hangrost m ² L × H des Bauwerks	15 × 10 m = 150 m ²
Holzverbrauch m ³ 0,12 × Hangrostfläche	150 m ² × 0,12 = 18 m ³

Tab. 8: Planung Hangrost

Bautechnik

Aushub bis auf festen Untergrund vornehmen. Zur Sicherung am Fussende muss entweder die unterste Schwelle verankert oder ein Holzkasten am Fuss des Hangrostes erstellt werden.

Längshölzer wenn immer möglich durchgehend in den gewachsenen Boden einbauen. Damit wird ein Hohlraum hinter dem Hangrost verhindert. Dieser müsste später aufwändig wieder mit Material gefüllt werden.

Den Fuss vom Hangrost so wählen, dass dieser sich in der Flucht des Gefälles befindet.

Seitliche Einbindung des Bauwerkes von 0,5 bis max. 1 Meter

Entwässerung des Geländes und Hangs hinter dem Hangrost und Ableitung des gefassten Wassers sind zentral.

Holz von 25 bis 30 cm Durchmesser verwenden, zu massives Holz ist auf Grund des entstehenden Gesamtgewichtes für die Funktionalität des Bauwerkes kontraproduktiv, der Hangrost wird zu massiv.

Vorbohren der Kreuzungsstellen erleichtert die anschließende Verbindung mit Stahlnägeln oder Armierungseisen.

Ausfachen (Ausfüllen) der Abstände zwischen den Querhölzern mit entsprechenden Distanzhölzern.



Abb. 71: Ausfachtung mit Distanzhölzern
(Ammann Ingenieurbüro AG)

Der Hangrost muss mit Aushubmaterial gefüllt werden. Dies wird auch als Verfüllen und anschließendes Verdichten bezeichnet und kann fortlaufend oder am Ende der Bautätigkeiten geschehen.

Unbedingt auf die Setzung des Aushubmaterials achten und genügend Material verwenden für die Überdeckung. Der Hangrost muss zwingend vollständig mit Erdmaterial überdeckt sein, ansonsten wird das Bauwerk nur eine sehr kurze Lebensdauer aufweisen.

Begrünungen und Bepflanzungen der Hangrostoberfläche erhöhen die Festigkeit langfristig.

Beim Hangrost besteht die Gefahr, dass der Rost wegen fehlender Auflast durch den Erddruck oben hinausgedrückt und damit unbrauchbar wird. Darum obere Rückverankerung sorgfältig ausbilden, bei Bedarf Erdanker verwenden.

Hier dargestellt sind verschiedene Konstruktionsprinzipien, unterschieden werden dabei Konstruktionen mit und ohne Zwischenhölzer sowie auch mit und ohne Verankerung im Boden. Dies wird je nach Gegebenheit für die Umsetzung eingeplant.

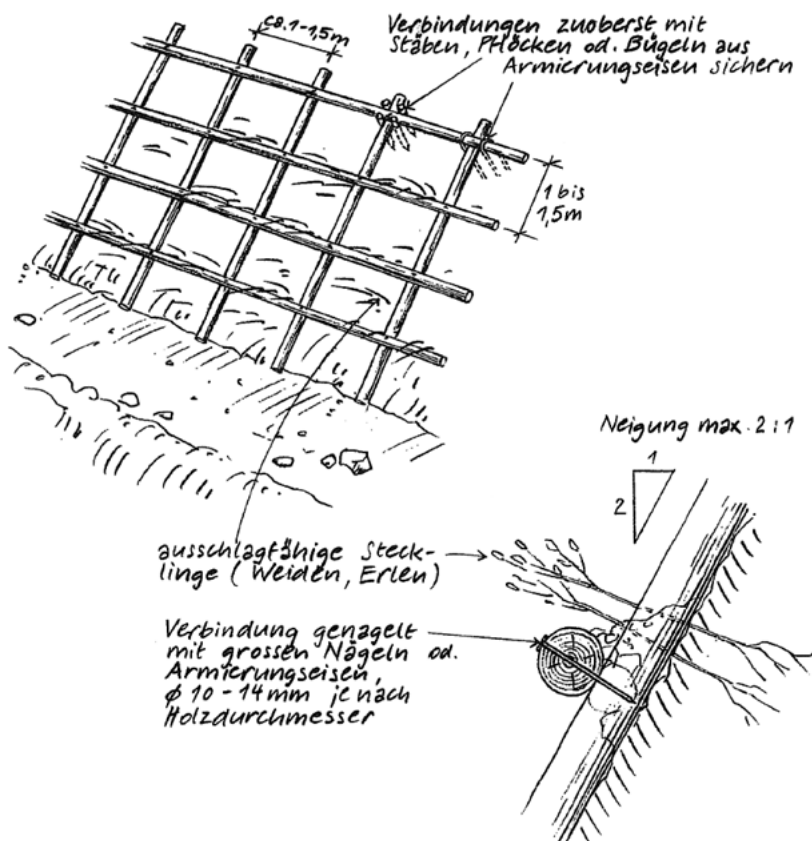


Abb. 72: Bauskizze Hangrost (ASTRA)

Brücken

Einsatzspektrum

Brücken dienen im Zivilschutz vor allem als temporäre Massnahmen zum Ersatz von zerstörten Bauwerken, zur Schaffung von Zugängen in abgelegene Gebiete sowie bei Einsätzen zugunsten der Gemeinschaft (EZG) wie etwa im Wanderwegbau. Im Zivilschutz liegt der Fokus hauptsächlich auf dem Bau von Fussgängerbrücken mit einer Spannweite von bis zu sechs Metern. Brücken mit einer grösseren Spannweite und Brücken für schwere Fahrzeuge oder andere grosse Lasten sowie auch Hängebrücken dürfen zwingend nur in Zusammenarbeit mit Fachkräften erstellt werden unter Einhaltung der relevanten Baunormen wie etwa die SIA 260, 261, 261/1. Als Ausnahme kann die sogenannte Notbrücke gemäss Bauhandbuch betrachtet

werden, welche für Spannweiten von bis zu sechs Metern und Fahrzeuggewichten von kleiner 3,5 Tonnen vorgesehen ist.

Generell erfordern alle Brücken und somit auch Fussgängerbrücken eine sorgfältige Planung und eine einwandfreie Ausführung, um eine hohe Lebensdauer und die erforderliche Funktionalität zu gewährleisten. Brückenbau ist allgemein arbeits- und materialaufwändig und zusätzlich müssen Brücken regelmässig kontrolliert und gegebenenfalls unterhalten werden. Im Ernstfall, wenn der Zivilschutz zum Einsatz kommt, dürfen Brücken ohne bauliche Abnahme und Prüfung betrieben werden, solange der Einsatz andauert. Sobald sich eine längerfristige Nutzung ausserhalb der Einsatzdauer abzeichnet, muss das Bauwerk den gültigen Normen, Gesetzen und Prüfungen standhalten können.

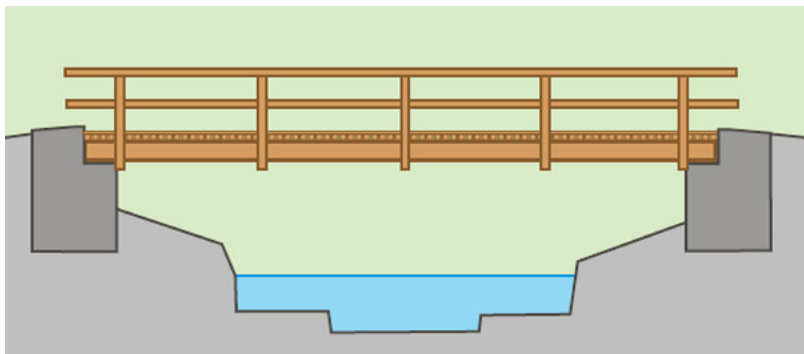


Abb. 73: Holzbrücke im Längsschnitt (ASTRA)

Technisch anspruchsvolle Brückenwerke werden ohne vorgängige Projektierung, Planung und vorherigem Aufbau zu Übungszwecken nicht in nützlicher Zeit realisierbar sein.

Somit müssen in der Vorbereitung und Planung wichtige Merkmale und Kriterien beachtet werden:

- **Geplante Brücken / Bauwerke:** müssen immer den gesetzlichen Normen und Richtlinien entsprechen und können somit über längere Zeit (evtl. Jahre) benutzt werden
- **Improvisierte Brücken / Bauwerke:** behelfsmässig erstellt im Rahmen des Einsatzes, nur temporär für die Rettung von Personen und für die Einsatzkräfte. Auch diese werden, wenn immer möglich, nach bekannten und bewährten Konstruktionsprinzipien der Einsatzorganisationen erstellt (Unterlagen der Feuerwehr, Armee, des Zivilschutzes, THW)

Risiko- und Gefahrenabschätzung unter dem folgenden Gesichtspunkt; wer überquert diese Brücke zu welchem Zeitpunkt:

- Trainierte Einsatzkräfte im Rahmen des Einsatzes
- Wanderer auf einem markierten Bergweg (setzt grundsätzlich Fitness, gutes Schuhwerk und Gleichgewicht voraus)

- Keine speziell trainierten und ausgerüsteten Zivilpersonen
- Kleine Kinder alleine
- Tagsüber oder auch nachts bzw. bei schlechter Witterung (Schnee, Eis etc.)
- Nur jeweils eine Person oder eine unbegrenzte Anzahl Personen miteinander
- Wie sehen die Worst-Case Szenarien aus, wenn jemand von der Brücke fällt oder die Brücke einbricht?

Das sind entscheidende Faktoren und Überlegungen, welche uns in der Planung beeinflussen und uns eine Idee geben, ob nun etwa keine, eine einseitige oder eine beidseitige, geschlossene Brustwehr vorhanden sein muss.

Planung

Vermessung

Die Gegebenheiten im Gelände müssen mit den vorhandenen Mitteln ausgemessen (Profilaufnahme) und skizziert werden, damit eine erste Planungsskizze daraus erstellt werden kann. Für die Ausmessung des Geländes bieten sich einfache Nivelliergeräte mit Messlatten an.

Auswahl des Standorts der Brücke

Bezüglich des Standorts für den Bauplatz von Fussgängerbrücken müssen verschiedene Kriterien beachtet werden:

- Die Brücke zur Überquerung von Gräben, Gewässern oder anderen Hindernissen sollte an einer schmalen Stelle, idealerweise innerhalb eines geraden Teilstückes, errichtet werden
- Für den soliden Aufbau müssen tragfähige Stellen für die sogenannten Widerlager vorhanden sein
- Schlechte Auflagerbedingungen herrschen etwa bei Gewässerkrümmungen; dort drohen ungeschützte Böschungen auf der Kurvenaussenseite unterspült zu werden
- Bewährte oder vorherige Standorte wenn immer möglich beibehalten, in Absprachen jedoch Interessen von Landbesitzern, Forst und Landwirtschaft hinzu ziehen zur Standortauswahl
- Generell ungeeignete Standorte sind erosionsgefährdete Ufer, rutschgefährdete Hangpartien und abbruchgefährdete Abschnitte

Dimensionierung und Ausbaustandards

- Freibord zwischen Unterkante Brücke und erwartetem Hochwasserspiegel einplanen, dieser muss genügend gross dimensioniert sein um Überflutungen und Verklausungen von Schwemmholz zu vermeiden
- Dimensionierung des Freibords sollte mit der zuständigen Bewilligungsbehörde abgesprochen werden
- Beim Bau von Brücken und insbesondere Hängebrücken ist auf einen genügenden Schutz vor Absturz (Geländer) zu achten
- Grössere Brücken mit höherem Standard bedingen meist ausführliche Geländeaufnahmen, hingegen kann für einen einfachen Rundholzsteg die Kenntnis der Spannweite genügen
- Geländer und Brückenbreiten entsprechend dimensionieren, um einen sicheren Betrieb des Bauwerkes zu ermöglichen
- Konstruktionen so einfach wie möglich halten, auf jeden Fall Fachkräfte beiziehen
- Für einen effizienten Aufbau und Betrieb empfiehlt sich eine Projektierung, eine Planung und ein vorsorglicher Aufbau zu Übungszwecken
- Brücken aus Metall sowie Hängebrücken mit Stahlseilen und Seilzugkonstruktionen sollten durch spezialisierte Unternehmen erstellt werden

- Alternativ bietet sich für den Zivilschutz der schnelle Bau von Brücken mit dem Einsatzgerüstsystem (EGS) an, siehe dazu die Ausführungen auf Seite 97.

Achtung:

- Behelfsmässige Konstruktion: Position, Auflager, Fixierung, Freibord können im Notfall nicht «ingenieurmässig» abgeklärt bzw. erstellt werden
- Geplante Erstellung: Position, Fixierung, Freibord sind geplant und nach den Regeln der Baukunde erstellt. Beispielsweise kann eine EGS-Brücke über längere Zeit benutzt werden

Bautechnik

Konstruktion: Bei der Grundkonstruktion unbedingt zu beachten ist bei der Überquerung von Gewässern der sogenannte Freibord, also der Abstand zwischen der Brückenunterkante und dem allenfalls zu erwartenden Hochwasserstand. Der Freibord muss genügend gross dimensioniert sein, Absprachen mit Spezialisten können dazu Aufschluss geben.

Bei Überquerungen ohne wasserführende Elemente spielt der Freibord keine zentrale Rolle. Bei befahrbaren Brücken wird am Fahrbahnrand aus Sicherheitsgründen ein Randbalken befestigt.

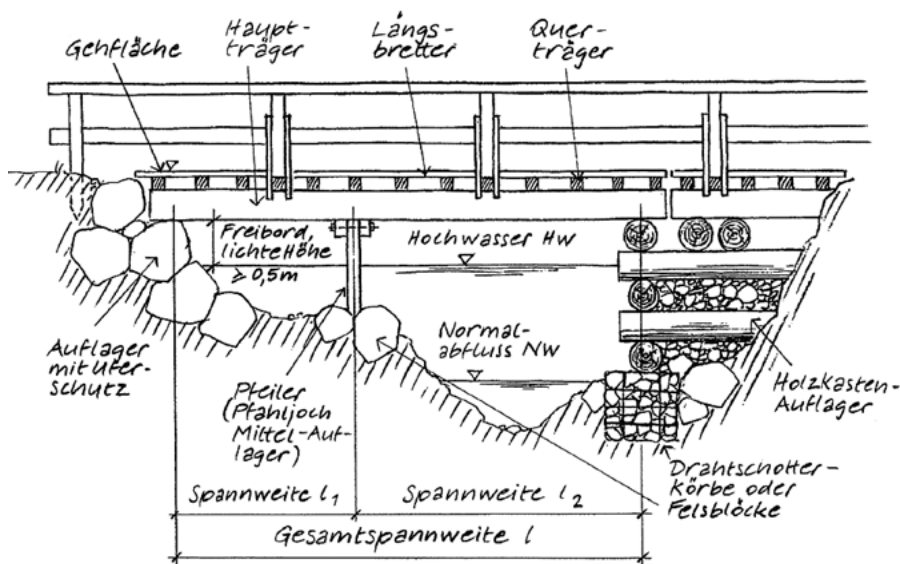


Abb. 74: Grundkonstruktion einer Holzbrücke (ASTRA)

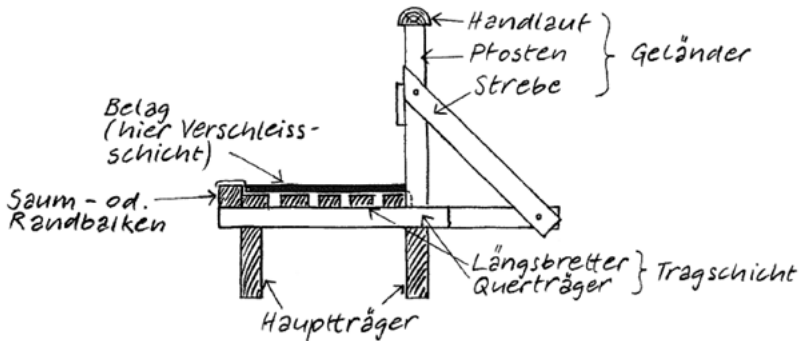


Abb. 75: Brückenbauteile (Astra)

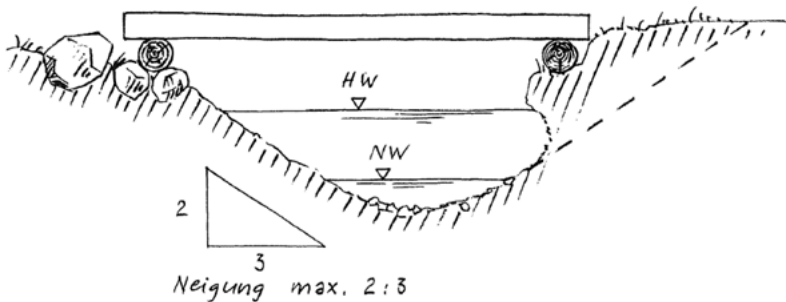


Abb. 76: Skizze geeignete Widerlager (ASTRA)

Bei temporären Bauwerken kann die Funktionalität des Belages für die Gefläche auch mittels Aufräuhung mit einer Kettensäge gewährleistet werden.

Widerlager: Über die Widerlager und Stützen werden die auftretenden Belastungen und Brückenlasten wie etwa das Eigengewicht und die Gebrauchslasten in den Baugrund abgeleitet. Zusätzlich dazu muss je nach Situation auftretende Mehrbelastung durch Hochwasser,

Geschiebetrieb und Bergdruck mit einkalkuliert werden, auch diesen Belastungen muss das Bauwerk standhalten können.

Widerlager werden am besten auf stabilem, trockenem Untergrund erstellt. Mit einem ausreichenden Abstand zum Ufer oder der Uferlinie können Unterspülungen wirksam verhindert werden. Als Baumaterial für Widerlager haben sich vor allem Steinblöcke, Steinkörbe oder Beton bewährt.

Holz ist naturgemäss weniger geeignet, da es unter wechselfeuchten Bedingungen schnell verfault und nur eine kurze Lebensdauer aufweist. Für temporäre Bauwerke kann Holz als Baumaterial von Widerlagern durchaus sinnvoll sein. Allenfalls müssen ungünstige Bodenverhältnisse mit geeigneten Massnahmen korrigiert und der Baugrund stabilisiert werden.

Auf die Ausführung der verschiedenen Realisierungsmöglichkeiten von Widerlagern wird hier aufgrund des Umfanges verzichtet. Eine ausführliche Zusammenstellung von bautechnischen Ausführungen der Widerlager befindet sich in der Publikation «Holzkonstruktionen im Wanderwegbau» (Buwal, 1992; Astra 2009).

Oberbau: Die oberen Teile der Konstruktion bei Brücken, die sogenannten Oberbauten, können vorzugsweise ebenfalls aus Holz erstellt werden. Neben vielen anderen Materialien hat Holz die grossen Vorteile, dass es regional verfügbar und leicht zu bearbeiten ist. Dies sind zwei sehr wichtige Kriterien bei der Erstellung von Bauwerken.

Eine gängige Konstruktionsweise für Brücken aus Holz für die Benutzung durch Fussgänger ist die Verwendung von zwei Längsträgern aus Rundhölzern. Hier empfehlen sich Durchmesser von 20 bis 30 cm. Als Längsträger können auch andere Materialien wie zum Beispiel

feuerverzinkte Stahlträger zur Anwendung kommen. Immer zu beachten sind dabei die Angaben des Herstellers zur maximalen Belastbarkeit.

Für die Gehfläche sind ebenfalls Holzmaterialien verwendbar, hier haben sich Rundhölzer oder halbierte Rundhölzer mit einem Durchmesser von etwa 10 cm sowie Holzbretter mit Stärken von 5 bis 6 cm bewährt.

Rutschfestigkeit:

Um eine rutschige / glitschige Oberfläche der Gehflächen zu vermeiden, gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Rundhölzer können mit einer dünnen Kiesschicht belegt werden.
- Für ebene Gehflächen eignen sich Drahtgeflecht (Streckmetall) oder ein Gemisch aus Splitt und Epoxidharz
- Schicht aus Gussasphalt oder gesplitteter Spezialfolie
- Die Gehfläche kann auch simpel mit der Kettensäge aufgeraut werden

Die Rutschfestigkeit ist natürlich vor allem ein Thema bei Bauwerken, welche nicht nur temporär, sondern langfristig im Einsatz stehen. Aber auch temporären Bauwerken oder Behelfsbrücken müssen möglichst mit sicherem Tritt passiert werden können.

Lebensdauer: Holz neigt bei Feuchtigkeit zu Fäulnis, daher sollten längerfristig im Einsatz stehende Bauwerke so konstruiert werden, dass sie nach Niederschlägen rasch abtrocknen können. Ausschlaggebend sind die sogenannten Kontaktstellen zwischen den Holzteilen, diese sollten möglichst klein sein, damit wenig Staunässe entstehen kann.

Längsträger mit rundem Querschnitt sind daher besonders vorteilhaft. Werden hingegen rechteckige Querschnitte verbaut, empfiehlt es sich, die Kontaktflächen zu den Querhölzern mittels einer schmalen Holzleiste zu minimieren, siehe dazu die nachfolgende Abbildung. Vorsicht ist geboten bei der Verwendung von Längsträgern aus Stahl: Ein Kontakt von Stahl mit Holz sollte vermieden werden, da die vom Holz abgesonderte Gerbsäure den Stahl angreift.

Beispiel Notbrücke für Spannweiten bis sechs Meter:

Eine Notbrücke kann sowohl aus Kant- wie auch aus Rundhölzern erstellt werden. Die Spannweite ist dabei kleiner als sechs Meter, die Belastungsfähigkeit ist auch für Fahrzeuge mit einem Gesamtgewicht von weniger als 3,5 Tonnen ausreichend und die Brückenbreite wird auf ungefähr 2,1 Meter ausgelegt. Die Brücke kann gemäss folgenden Merkmalen und Grundlagen erbaut werden.

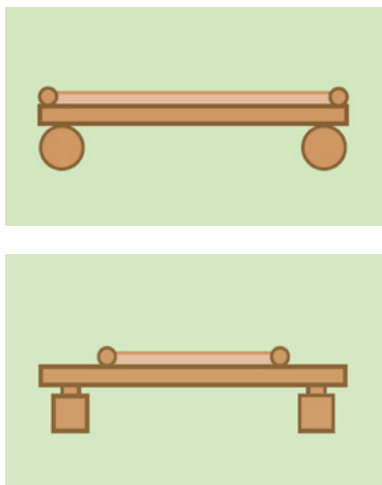


Abb. 77: Brückenquerschnitte
(Rundholz vs. Kantholz) (ASTRA)

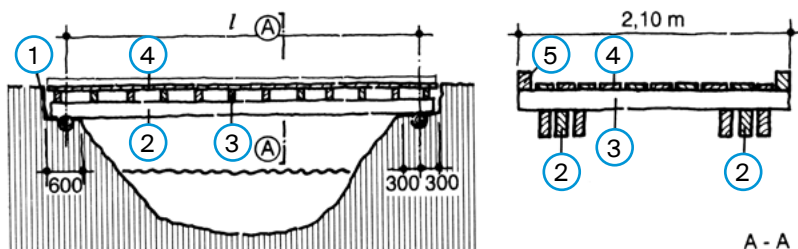
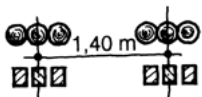
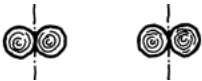


Abb. 78: Notbrücke mit einer Spannweite von l bis zu 6 Metern (Schweizer Armee)

Konstruktion:

- 1) Widerlager: müssen geeignet ausgebildet (Erosionsschutz) sein oder im Zuge der Baumassnahmen erstellt werden
- 2) Längsträger: siehe nachfolgende Tabelle
- 3) Querträger: Querschnitt 10/18 cm oder Rundholz 18 cm Durchmesser, Abstand < 40 cm, aufgenagelt mit Nägeln 7,5/245 mm
- 4) Fahrbahn: 50 mm Bretter, 1 cm Abstand zwischen den Brettern, aufgenagelt mit Nägeln 4,0/100 mm
- 5) Randbalken: Querschnitt 12/16 cm, aufgenagelt mit Nägeln 7,5/245 mm

Spannweite l	Längsträger	
	Anordnung / Anzahl	Querschnitt
< 4 m		Ø > 20 cm 16/20 cm
< 5 m		Ø > 25 cm 16/20 cm
< 6 m		Ø > 30 cm

Tab. 9: Längsträger (Schweizer Armee)

Beispiel Rundholzbrücke

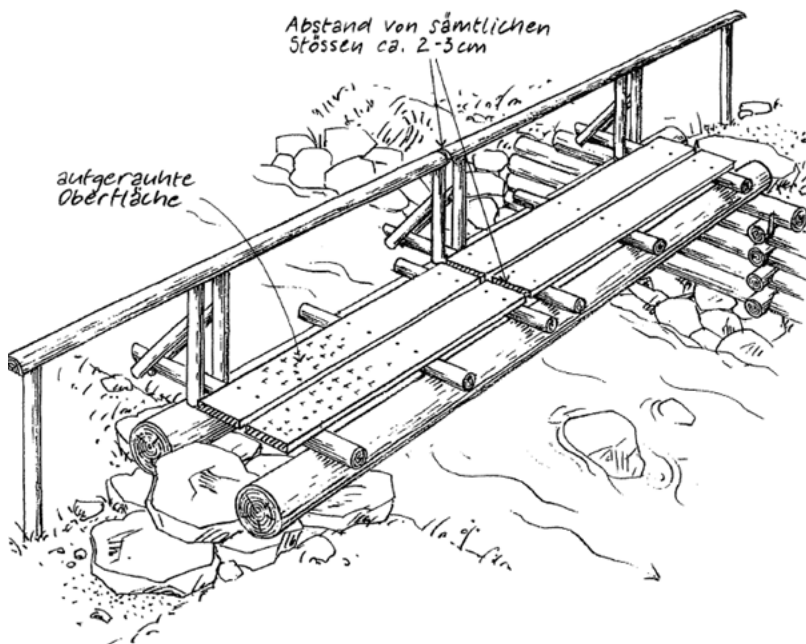


Abb. 79: Rundholzbrücke (ASTRA)

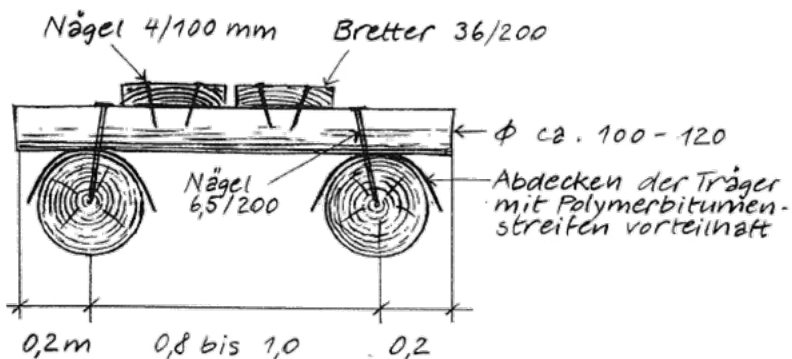


Abb. 80: Querschnitt ohne Geländer (ASTRA)

Rundholzdurchmesser der Hauptträger (Nadelholz)

Spannweite	Rundholz
4 Meter	Durchmesser 16 cm
5 Meter	Durchmesser 18 cm
6 Meter	Durchmesser 20 cm

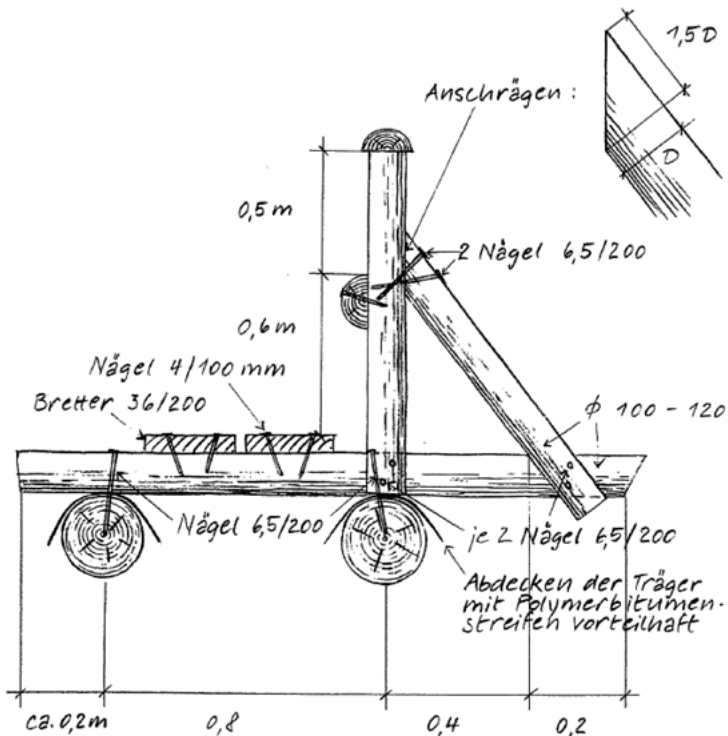


Abb. 81: Querschnitt mit Geländer (ASTRA)

Ergänzende Anmerkungen:

Für weiterführende Informationen zum Bau von Fussgängerbrücken sowie zum Thema konstruktiver

Holzschutz verweisen wir auf die Publikation *Holzkonstruktionen im Wanderwegbau* (Buwal, 1992; Astra 2009)

Stege

Einsatzspektrum

Ein Steg bezeichnet im Regelfall eine relativ kleine und meistens nicht sehr hohe Brücke, die von Fussgängern zum Überqueren von überschwemmten Abschnitten, Gewässern oder Feuchtgebieten genutzt werden kann. Stege eignen sich auch sehr gut für die Querung sogenannter vernässter Stellen und trittempfindlicher Gebiete wie das etwa Moore, Auen oder Verlandungszonen sind.

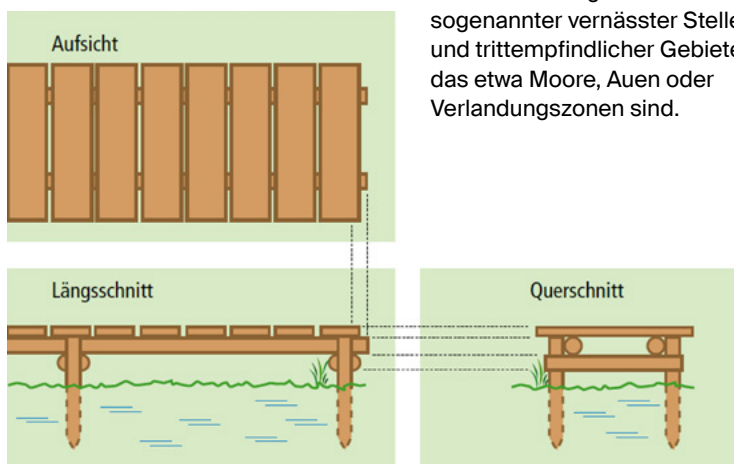


Abb. 84: Konstruktion Steg (ASTRA)



Abb. 82: Steg auf Pfeilern (ASTRA)



Abb. 83: Konstruktion mit Querbalken (ASTRA)

Planung

Die Planung kann analog der Planung bei Brücken erfolgen.

Bautechnik

Konstruktion: Stege werden meistens komplett aus Holz gefertigt. Sollen sie allerdings über sehr nassem Boden (Moor, Sumpf, überflutete Gebiete) führen, empfiehlt es sich, die Auflager mit dicken Pfeilern aus Rundholz oder Beton auszubilden. Sollte die nasse Schicht nur sehr dünn sein (oberflächlich),

genügen auch dicke Querbalken mit einer Unterlage aus Steinplatten als Auflager. Wenn möglich sollten längere Stege mindestens 120 cm breit sein, damit Personen einander kreuzen können und nicht gezwungen sind, auf das angrenzende Terrain auszuweichen. Für das Anbringen von Geländern an Stegen gilt wiederum der Präventivschutz, sobald Absturzgefahr besteht, empfiehlt es sich, ein Geländer anzubringen.

Beispiel einfacher Steg mit Rundholz: (siehe Abb. 85)

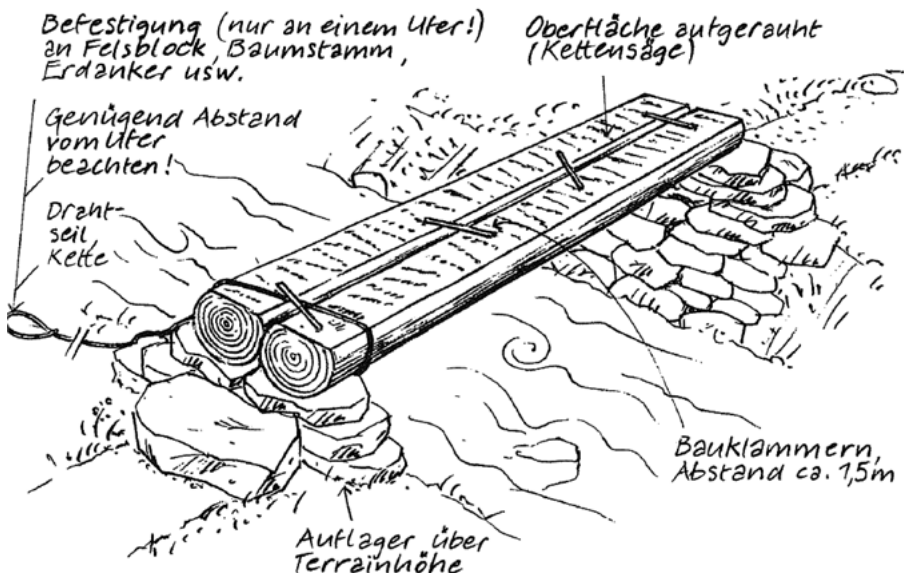


Abb. 85: Rundholzsteg (ASTRA)

Beispiel Dreiecksteg: Ausmessen des Profils bei der Einbaustelle

- Messdraht in der Brückenachse und auf der Höhe der Verkehrsfläche spannen
- Bockabstände festlegen, einmessen und mit Klebeband am Messdraht markieren
- Wassertiefe und Bockhöhe mit der Messlatte ermitteln
- Alternativ kann auch mit einem Nivelliergerät gearbeitet werden

Massskizze erstellen

- Böcke nummerieren und Messergebnisse in Masssskizze eintragen
- Beschaffenheit des Bachgrundes und der Ufer eintragen
- Wassertiefe und Wassergeschwindigkeit eintragen

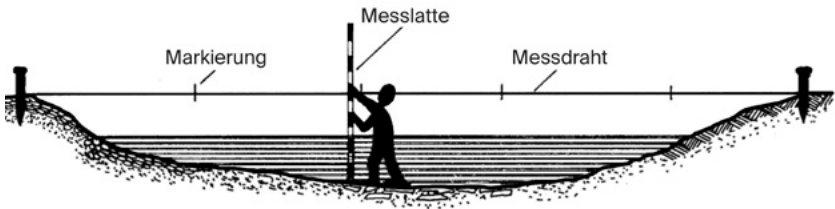


Abb. 86: Geländeprofil ausmessen

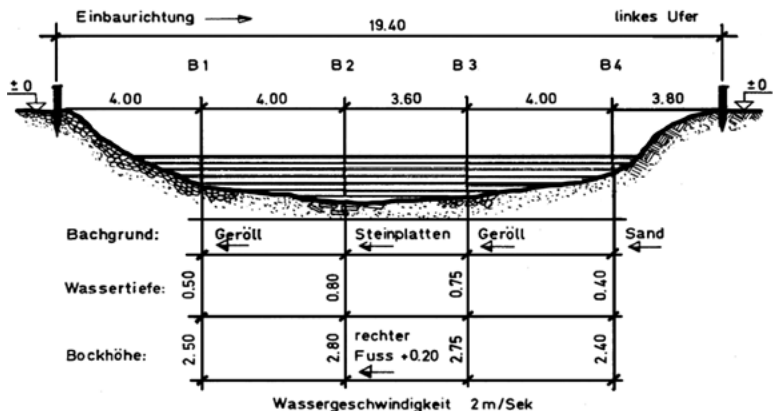


Abb.87: Skizze mit Massangaben

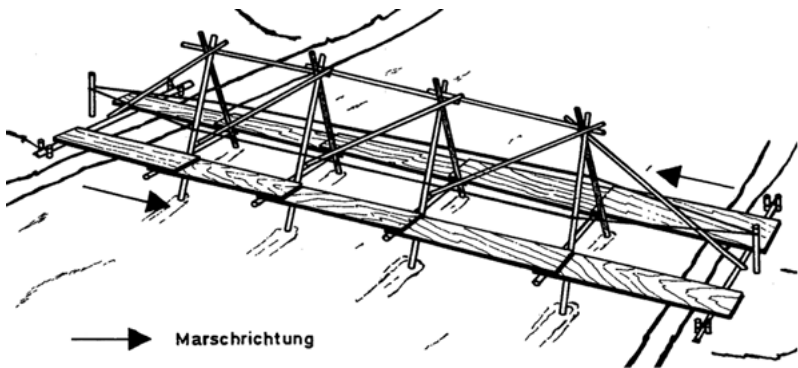


Abb. 88: Räumliche Darstellung Dreiecksteg

**Die maximale Spannweite
von Bock zu Bock
darf 3,50 Meter
nicht überschreiten.**

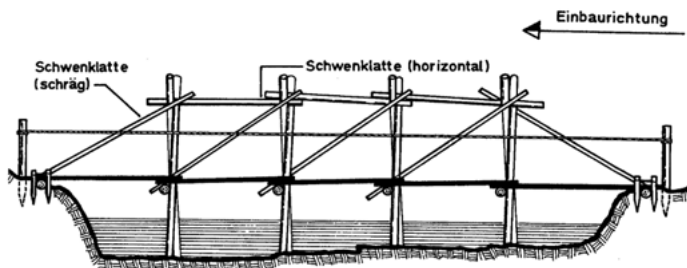


Abb. 89: Seitenansicht Dreiecksteg

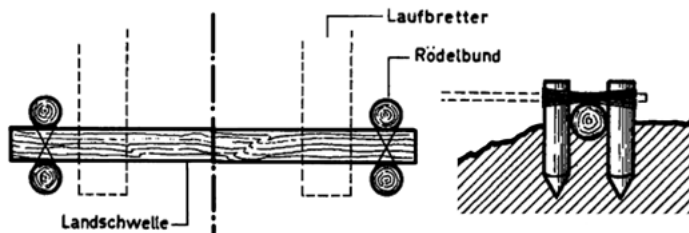


Abb. 90: Landschwelle

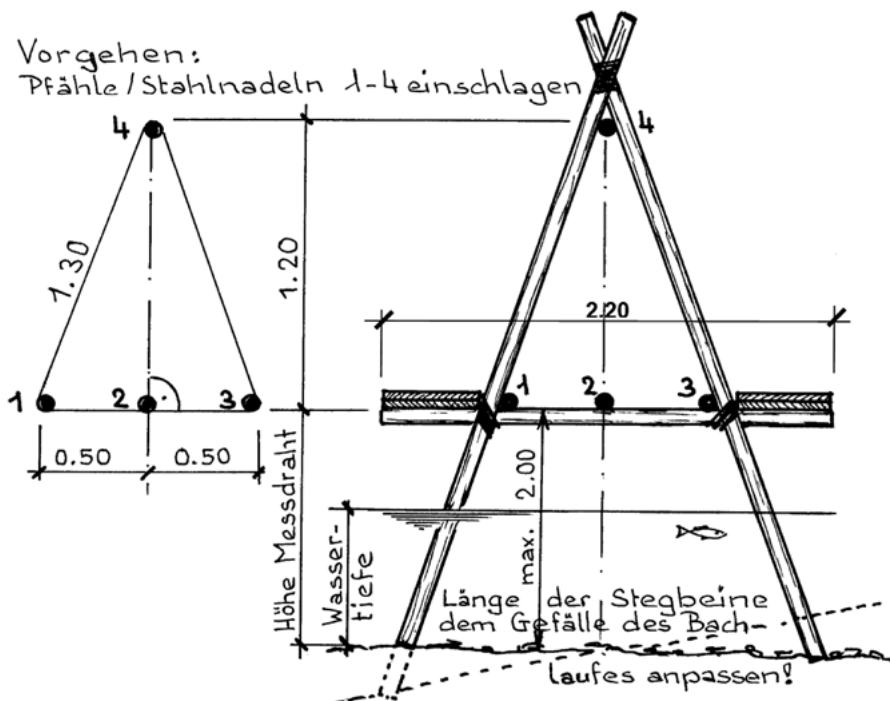


Abb. 91: Erstellen der Bocklehre und Abbinden der Böcke

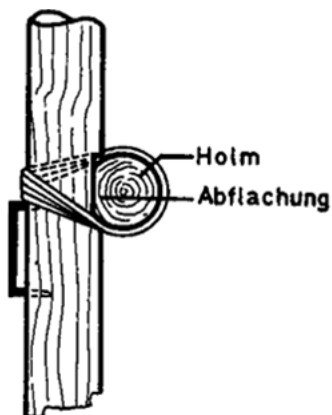


Abb. 92: Sicherung und Verbindung Holm mit Bockfuss

Exkurs Bauwerke

Einführung zum Einsatzgerüstsystem (EGS)

Hilfskonstruktionen sind für die Bewältigung vieler Ereignisse von grosser Bedeutung. Sicherheit bezüglich Belastungen und der Statik lässt sich dabei aber nur mit definierten und geprüften Materialien erreichen. Der Balken aus Grossmutter's Dachstuhl ist bezüglich Statik und Belastungsfähigkeit nur schwierig einzuschätzen. Somit liegen die wichtigsten Vorteile eines modularen, geprüften Systems bereits auf der Hand, dazu kommen weitere Vorteile im Einsatz:

- Universell und für viele verschiedene Situationen einsetzbar
- Grosse Effektivität bei kleinem Ausbildungsaufwand
- Robust, praktisch keine Wartungskosten
- Kompatibel mit Gerüstmaterial im Baugewerbe
- Einfacher Aufbau, es wird nur wenig Werkzeug benötigt
- Kostengünstig
- Konstruktionen gemäss EGS-Handbuch des THW sind in ihrer Statik nachgewiesen

Das vollständige Handbuch *Einsatzgerüstsystem vom THW* steht im Internet zur Verfügung.



[www.thw-egs.de/
downloads](http://www.thw-egs.de/downloads)

In diesem Handbuch möchten wir einige Anwendungsbeispiele des Einsatzgerüstsystems aufzeigen, welche im Zivilschutz in der Schweiz effektiv zum Einsatz kommen könnten.

Viele weitere praktische Anwendungen mit dem EGS wie Dreibein, Ausleger, Arbeitsbühnen, Deckenabstützungen, Wandabstützungen, Übungsturm usw. können im offiziellen Handbuch nachgeschlagen werden.

Das BABS hat bereits in zahlreichen Vorstössen versucht, das EGS über das Materialforum dem Zivilschutz zur Verfügung zu stellen. Für zukünftige Einsätze, auch im Verbund von mehreren Zivilschutzorganisationen oder Kantonen, wäre es mehr als wünschenswert und effizient, wenn alle dasselbe System verwenden würden und so vorhandene Synergien nutzen könnten.

Hochwasserlaufsteg

Der sogenannte Hochwasserlaufsteg dient als Behelfsweg für Fußgänger bei Hochwasser und kann zudem auch als Trümmersteg oder zur Überbrückung von Hindernissen eingesetzt werden.

- Steglänge 18 Meter
- Lauffläche auf 2 Meter über Boden
- Gesamthöhe 3 Meter
- Belastbarkeit bis zu 5 kN/m^2
- Aufbauzeit mit einer Gruppe liegt bei 20 bis 60 Minuten

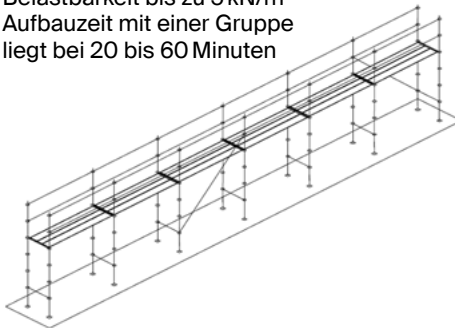


Abb. 96: Skizze Hochwasserlaufsteg mit Gerüstmaterial (THW)



Abb. 93: Trümmersteg mit EGS (THW)



Abb. 94: Hochwassersteg mit EGS (THW)

Stege und Brücken

Stegkonstruktionen freitragend in verschiedenen Längen zur Überwindung oder Überbrückung von Hindernissen.



Abb. 95: Steg in der Ausführung von 9 Metern, freitragend (THW)

Steg 6 Meter freitragend

- Gesamtlänge 12 Meter
- Belastbarkeit bis zu 5 kN/m²
- Aufbauzeit mit einer Gruppe liegt bei 60 bis 90 Minuten

Steg 9 Meter freitragend

- Gesamtlänge 15 Meter
- Belastbarkeit bis zu 5 kN/m²
- Aufbauzeit mit einer Gruppe liegt bei 90 bis 120 Minuten

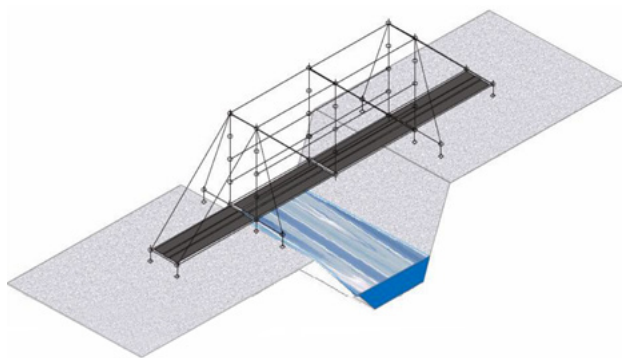


Abb. 97: Steg 6 Meter freitragend (THW)

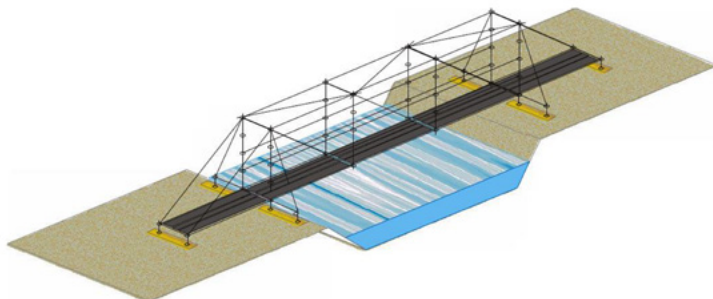
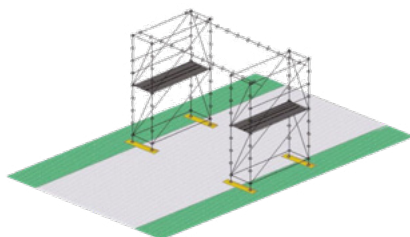


Abb. 98: Steg 6 Meter freitragend (THW)

Dekontaminationsstelle / Desinfektionsschleuse

Die Schleuse kann als Arbeitsbühne benutzt werden oder um Vorrichtungen anzubringen für die Reinigung, Desinfektion oder Dekontamination von Einsatzfahrzeugen oder

anderen Fahrzeugen und Ausrüstungen. Es kann sowohl eine einfache Schleusenvariante erstellt werden zur seitlichen Bearbeitung oder eine komplette Schleuse, welche die Möglichkeit bietet, ein Fahrzeug von beiden Seiten und von oben zu reinigen.



- Belastbarkeit quer gelegter Vertikalstiele bis zu $0,4 \text{ kN/m}^2$
- Die Überbrückung ist pro Laufseite maximal bis zu 1 kN/m^2 belastbar
- Aufbauzeit mit einer Gruppe liegt bei 20 bis 40 Minuten

Abb. 99: Einfache Schleusenvariante mit quergelegten Vertikalstielen zur Befestigung möglicher Sprühvorrichtungen (THW)

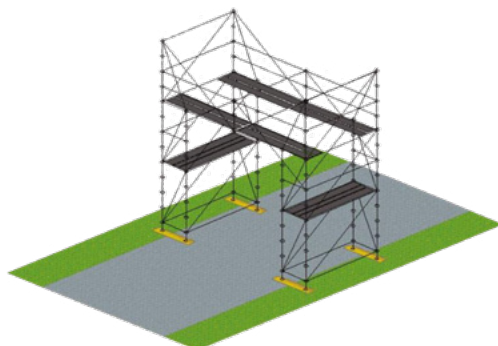


Abb. 100: Schleuse zur kompletten Reinigung von der Seite und von oben (THW)

Herausgeber

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
Geschäftsbereich Zivilschutz und Ausbildung
Kilchermatt 2
3150 Schwarzenburg
Schweiz

kurse@babs.admin.ch

www.babs.admin.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS