HANDBUCH PIONIER

FORSTARBEITEN UND BAUWERKE AUS HOLZ

PROVISORISCHE AUSGABE

www.babs.admin.ch

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS
Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
Ausbildung

Impressum
Herausgegeben vom
Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS)
Geschäftsbereich Ausbildung

Version 2020-08 (provisorisch)

INHALT

1. Motorsäge und Forstarbeiten 3
1.1 Vorwort 3
1.2 Sicherheit 4
1.2.1 Gefahren und Risiken 4
1.2.2 Sicherheitsvorschriften 7
1.2.1 Ausrüstung 10
1.2.2 Arbeitsplatzorganisation 12
1.2.3 Absperrungen 13
1.2.4 Notfallplanung 15
1.3 Arbeiten mit einer Motorsäge 20
1.3.1 Sicherheitsvorschriften 20
1.3.2 Sicheres Arbeiten 21
1.3.3 Rückschlag der Motorsäge (Kick-Back) 23
1.3.4 Retablierung 25
1.4 Einfache Forstarbeiten 26
1.4.1 Zug- und Druckspannungen im Holz 26
1.4.2 Sägetechnik und Trennschnitte 27
1.4.3 Entasten 33
1.4.4 Einsatz eines Seilzuges 38
1.4.5 Einsatz von Forstwerkzeugen 44
1.4.6 Holz spalten 50
1.4.7 Rückearbeiten 52
2. Bauwerke aus Holz 54
2.1 Sicherheitsvorschriften 54
2.2 Holz als Baumaterial 55
2.2.1 Vorteile von Holz 55
2.2.2 Nachteile 55
2.2.3 Lebensdauer 56
2.2.4 Ingenieurbiologie 57
2.2.5 Winkel abschätzen mit dem Doppelmeter 58
2.3 Holzkasten 59
2.3.1 Einsatzspektrum 59
2.3.2 Baumaterial, Ausrüstung und Arbeitssicherheit 59
2.3.3 Einfacher (einwandiger) Holzkasten 61
2.3.4 Doppelter (doppelwandiger) Holzkasten 61
2.3.5 Planung 62
2.3.6 Bautechnik 64
2.4 Holzkännel 70
2.4.1 Weitere Bauarten 71
2.4.2 Einbettung 72

2.5 Wildbachsperren 73
2.5.1 Grundlagen für kleinere Querwerke 73
2.5.2 Anordnung der Querwerke im Grundriss 74
2.5.3 Wichtige Abmessungen für kleinere Querwerke 74
2.5.4 Querwerk aus doppelwandigen Holzkästen 75
2.5.5 Querwerk aus Steinkörben 77
2.5.6 Leitwerke 78
2.5.7 Abrasionsschutz 79
2.5.8 Kolkschutz (Fallboden) 79
2.6 Grundschwellen 80
2.6.1 Mindesteindeckung 81
2.6.2 Kolkschutz 81
2.6.3 Sickerströmung unterbinden 82
2.7 Ufersicherungen 83
2.7.1 Grundlagen 83
2.7.2 Ausführungen 84
2.7.3 Blocksatz 85
2.7.4 Holzkasten 86
2.7.5 Steinkörbe 86
2.8 Hangrost 87
2.8.1 Einsatzspektrum 87
2.8.2 Planung 88
2.8.3 Bautechnik 88
2.9 Brücken 91
2.9.1 Einsatzspektrum 91
2.9.2 Planung 93
2.9.3 Bautechnik 95
2.10 Stege 102
2.10.1 Einsatzspektrum 102
2.10.2 Planung 102
2.10.3 Bautechnik 102
3. Exkurs Bauwerke mit Gerüstsystemen 107
3.1 Einführung zum Einsatzgerüstsystem (EGS) 107
3.2 Hochwasserlaufsteg 108
3.3 Stege und Brücken 109
3.4 Dekontaminationsstelle / Desinfektionsschleuse 111

1. MOTORSÄGE UND FORSTARBEITEN

1.1 Vorwort

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 www.waldschweiz.ch (Aufzählung nicht abschliessend). Für Zivilschutzpersonal, welches 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
- Weiterführungskurs Holzernte (E29)

1.2 Sicherheit

1.2.1 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 etc.
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 regelmässig 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 Flüssig-

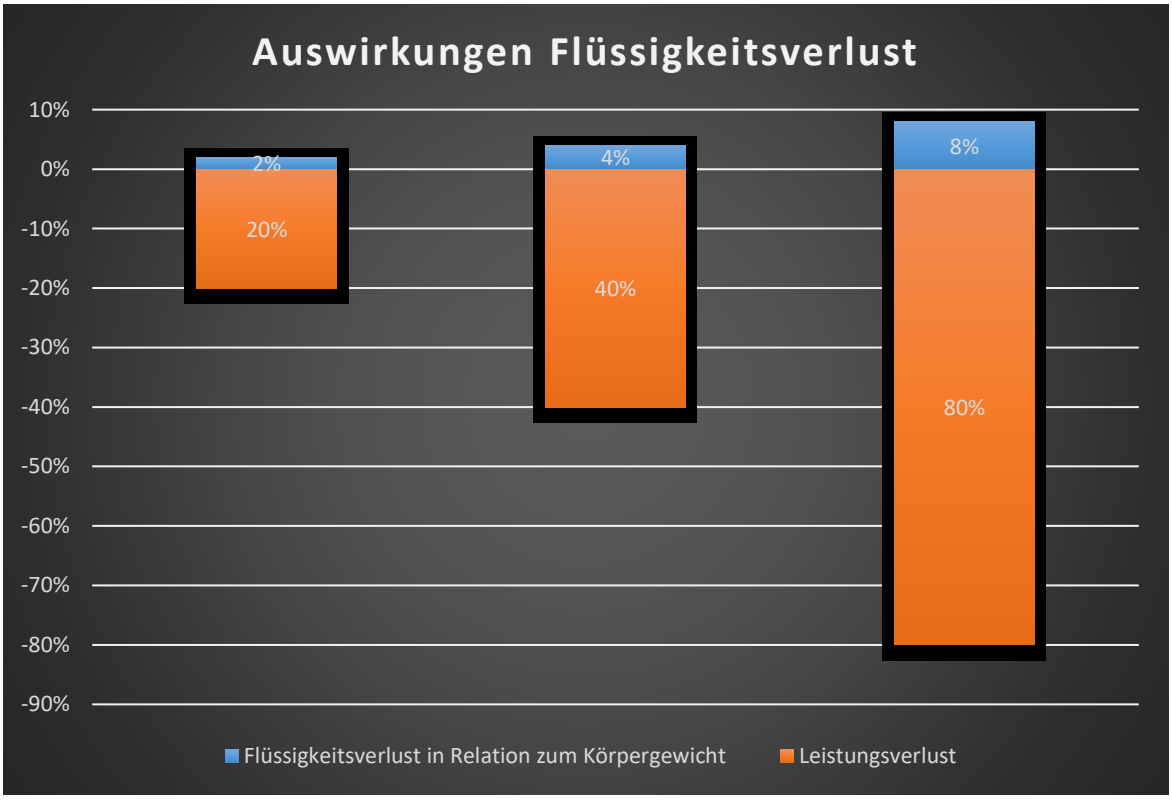


Abb. 1: Flüssigkeitsverlust prozentual zum Körpergewicht in Korrelation zum Leistungsabfall

keitsbedarf 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 2 % 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.

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
- Anti-Zeckenspray 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/branchenthemen/forst

Die EKAS Richtlinien Nr. 2134, Forstarbeiten, müssen bei Arbeiten im Forst und mit der Motorsäge im Zivilschutz zwingend eingehalten werden!

1.2.2 Sicherheitsvorschriften

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

2. Abschnitt: 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. Abschnitt: 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. Abschnitt: 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 Forstwarte 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:

Artikel 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.

Artikel 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/Dumpern verstanden.

Artikel 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.

Artikel 46 Forstarbeiten

Abs. 3

Holzerntearbeiten umfassen das Fällen, Aufrüsten (Entasten, Einschneiden, 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.

1.2.1 Ausrüstung

Für Personen, welche als Motorsägeführer/innen eigesetzt 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:

[1] Helm mit Visier

[2] Gehörschutz

[3] Augen- oder Gesichtsschutz

[4] gut sichtbares Oberteil (bevorzugt in Signalfarbe)

[5] Arbeitshandschuhe

[6] Arbeitshose mit Schnittschutz (Rundum-Schutz)

[7] festes, hohes Schuhwerk (optimal mit Schnittschutz)

[8] Erste-Hilfe-Material

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 4 Klassen unterteilt:

Klasse 0	bis 16 m/s	Klasse 2	bis 24 m/s
Klasse 1	bis 20 m/s	Klasse 3	bis 28 m/s

Wir empfehlen, für Forst- und Motorsägearbeiten im Zivilschutz mindestens PSA der Klasse 1 zu verwenden!

1.2.2 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 Vornherein 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 Massnahme 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 Lärmsprechfunkgarnituren bewährt, welche vom Personal direkt im Gehörschutz vom Helm eingebaut werden können.

1.2.3 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 Sicherheitsmassnahmen des Strassenverkehrsgesetzes (SVG), der Signalisationsverordnung (SSV) und der kantonalen Ausführungsbestimmungen eingehalten werden.

Abb. 4: Signalisationsmassnahmen müssen unmissverständlich sein (SUVA)

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 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 Absprachen 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)

1.2.4 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 Merkpunkte 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

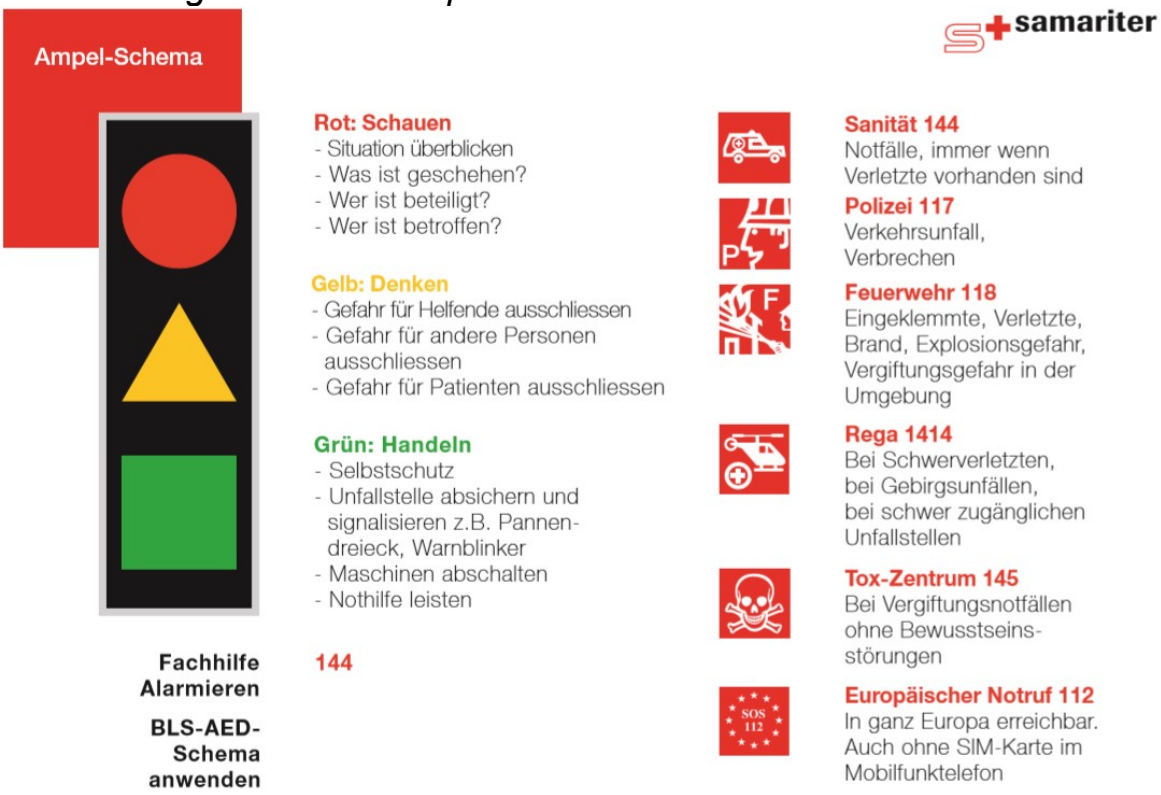


Abb. 7: Ampelschema (Schweizerischer Samariterverbund)

Nothilfe gemäss BLS-AED-Schema durchführen!

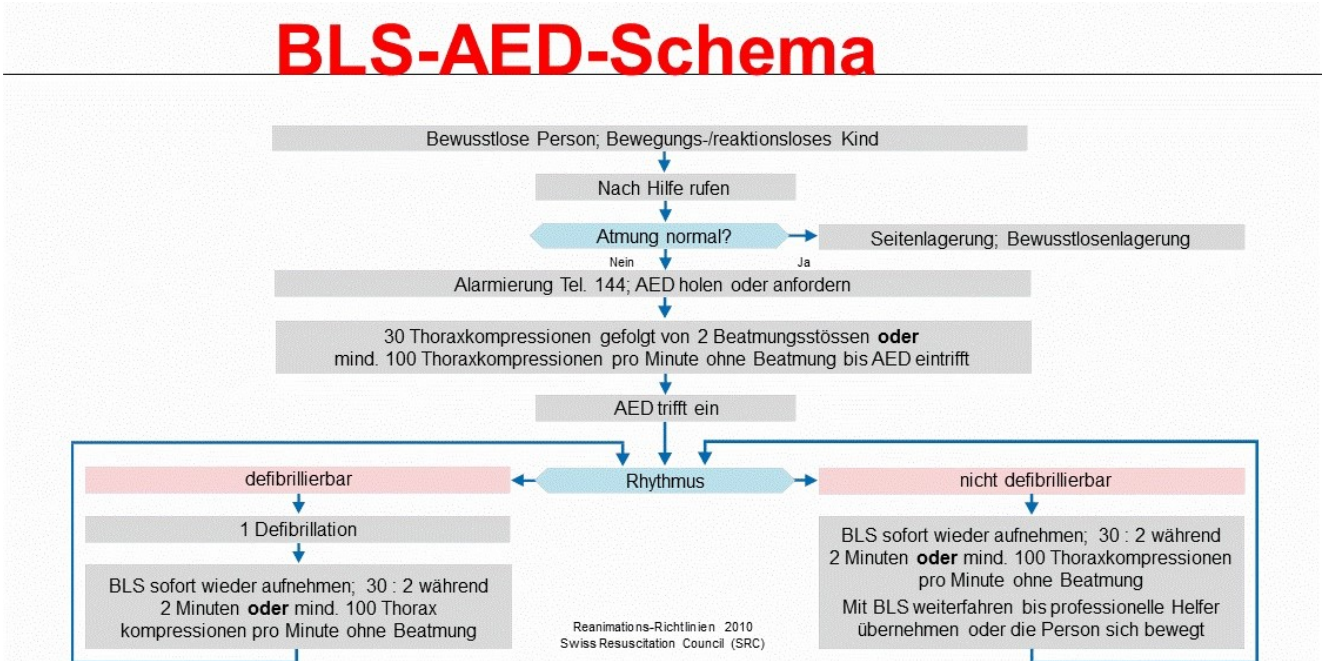
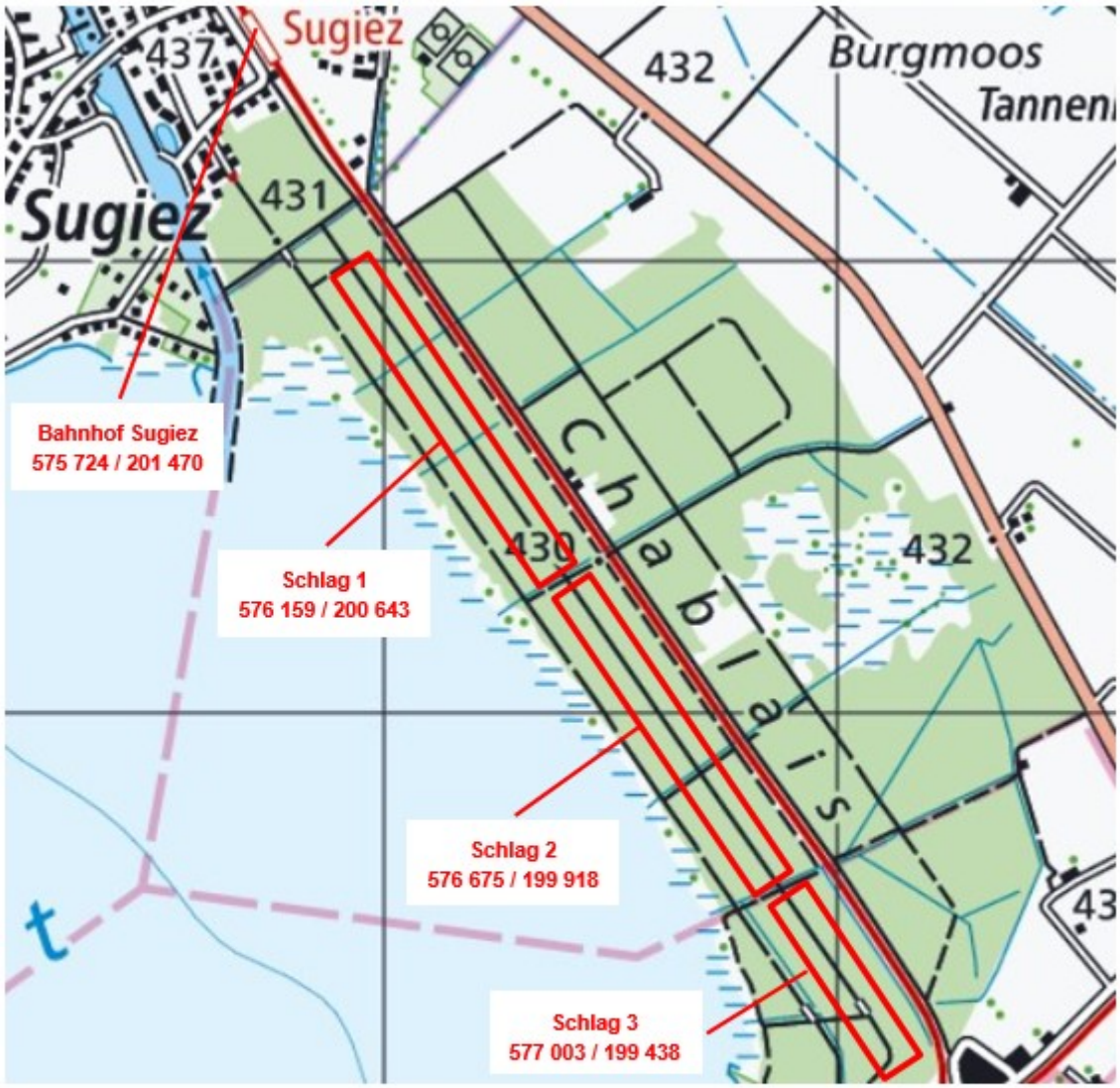


Abb. 8: BLS-AED-Schema (Schweizerischer Samariterverbund)

SIKO Mini[1] als Beispiel für einen Holzschlag

Notfallplan Holzschlag Sugiez 2020: Chemin du Chablais



Standort:	Waldgebiet "Chablais", Holzschläge entlang des "Chemin du Chablais"	**Notruf** **Sanitätsnotruf** **Spital Murten**	**112** **144** **026 306 70 00**
Bodenrettung:	Treffpunkt Bahnhof Sugiez Koord. **575 724 / 201 470**	**REGA**	**1414**
Luftrettung:	Schlag 1 Koord. **576 159 / 200 643** Schlag 2 Koord. **576 675 / 199 918** Schlag 3 Koord. **577 003 / 199 438**		

[1] Sicherheitskonzept in kompakter (mini, Miniatur) Ausführung

Besondere Gefahren

Gefährdung	**Risiko**	**Risikograd** *hoch* *mittel* *tief*	**Massnahmen**	**Risiko nach Umsetzung Massnahmen**	**OK?** Arbeiten ausführen
Fussgänger/innen	- Treffer durch Holzteile - Erschlagen	hoch	Absperrung anbringen Passanten/Passantinnen wenn nötig wegweisen	tief	Ja
Velofahrer/innen	- Treffer durch Holzteile - Erschlagen - Kollision	mittel	Absperrung anbringen Velofahrer/innen wenn nötig wegweisen	tief	Ja
E-Biker/innen	- Treffer durch Holzteile - Erschlagen - Kollision	mittel	Absperrungen anbringen mit Vorwarnung in genügender Distanz E-Biker/innen wenn nötig wegweisen	tief	Ja
Wildtiere	- Bissverletzungen - 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**	**Risikograd** *hoch* *mittel* *tief*	**Massnahmen**	**Risiko nach Umsetzung Massnahmen**	**OK?** 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

1.3 Arbeiten mit einer Motorsäge

1.3.1 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.

Abb. 9: Mindestens 2 Meter Sicherheitsabstand (SUVA)

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!

1.3.2 Sicheres Arbeiten

Beim Verschieben[2] 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

Inbetriebnahme:

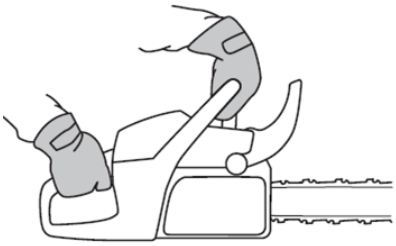
- Festen und sicheren Stand beachten
- Die Motorsäge wird nur von einer Person bedient
- Keine weiteren Personen im Arbeitsbereich dulden
- Vor dem Starten Kettenbremse blockieren
- Motor nicht aus der Hand anwerfen, sondern Starten mit der zwischen die Beine geklemmten Säge
- Motorsäge nicht starten, wenn sich die Sägekette in einem Schnittspalt befindet
- Starten der Motorsäge gemäss Bedienungsanleitung des Herstellers
- Die Motorsäge darf ausschliesslich in betriebssicherem Zustand betrieben werden

Abb. 10: Starten der Motorsäge (SUVA)

[2] Man unterscheidet zwischen Verschiebungen während der aktiven Sägearbeit, wie etwa beim Asten, und dem Transport vor und/oder nach dem Arbeiten.

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. 11: Motorsäge sicher führen, korrekte Stellung der rechten Hand und Position des Daumens der linken Hand sowie der Beine (STIHL)

1.3.3 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 Führungsschienenspitze 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 obe-

Abb. 12: Rückschlaggefahr bei der Motorsäge (SUVA)

ren 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
- 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 Schnittspalt schliessen und die Sägekette einklemmen können
- Schiene nur mit grosser Vorsicht in einen begonnenen Schnitt einbringen
- Stets überlegtes und fachtechnisch korrektes Arbeiten

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.

Abb. 13: Vorsicht beim Entasten (Husqvarna)

1.3.4 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!

1.4 Einfache Forstarbeiten

1.4.1 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.

Abb. 14: Aufspaltendes Holz führt zu schwersten Verletzungen (SUVA)

Kommt es zu Sägearbeiten an Baumstämmen oder Ästen, welche unter Spannung stehen könnten, ist besondere Vorsicht walten zu lassen.

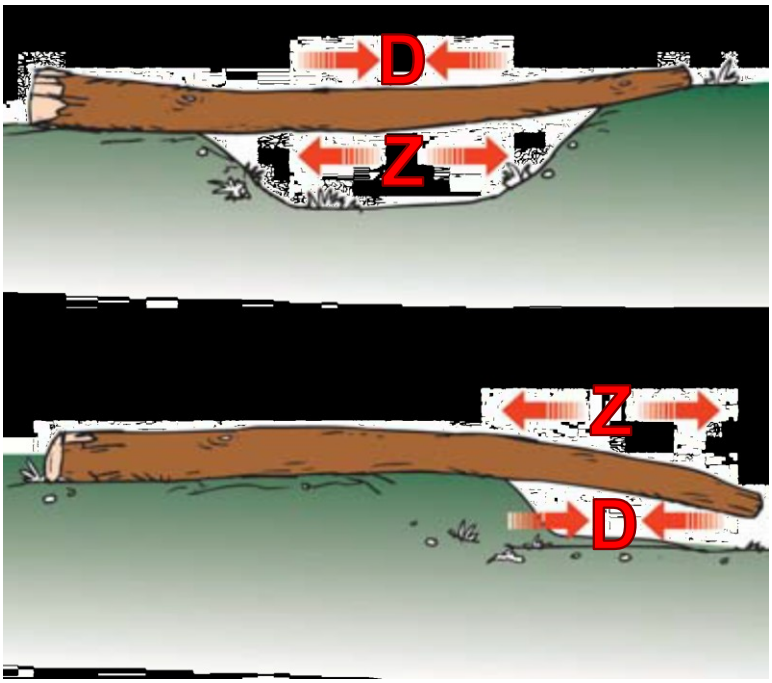


Abb. 15: Spannungen bei liegenden Baumstämmen (SUVA)

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 Durchmessern 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

1.4.2 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

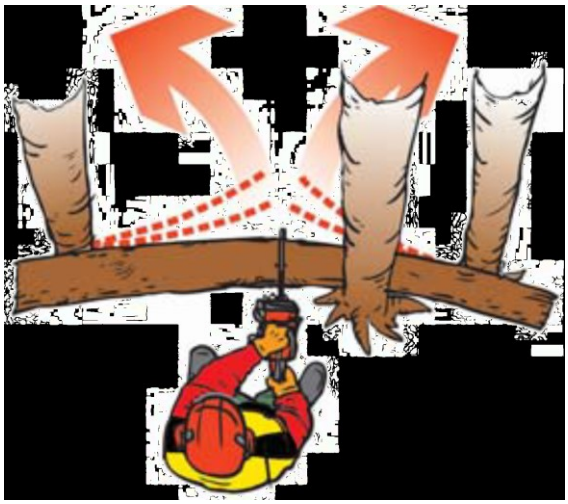


Abb. 16: Niemals in der Gefahrenzone arbeiten (SUVA)

- 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

Abb. 17: Arbeiten in Hanglage (SUVA)

- beim Trennen von starkem Baukant- oder Baurundholz können ebenfalls gefährliche Situationen entstehen (Spannungen im Holz, wegrollende 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 Wegschaufeln von Ästen oder Wurzelanläufen
- Motorsäge mit Vollgas in den Schnitt bringen, Krallenanschlag 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!

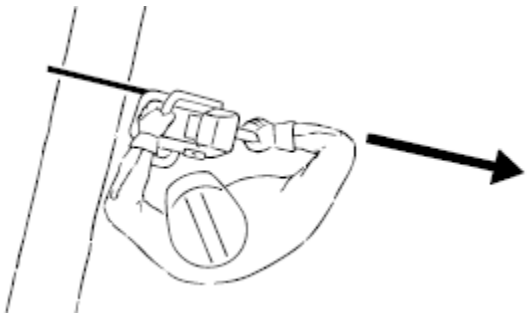


Abb. 18: Schwenkbereich Sägekette (STIHL)

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 Krallenanschlag immer sicher angesetzt werden.

Niemals ohne Krallenanschlag arbeiten, die Säge kann die bedienende Person nach vorne reissen. Krallenanschlag 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

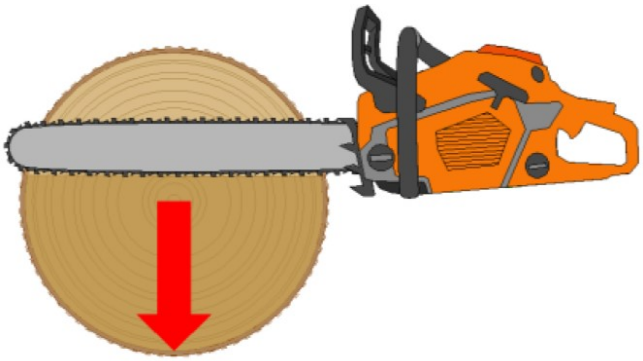


Abb. 19: Einfacher Trennschnitt (Agentur Landesdomäne)

Einstechen

Diese Technik ist bei verschiedenen Anwendungen hilfreich und, korrekt gehandhabt, mit einem vergleichsweise kleinen Risiko behaftet. Das fachgerecht ausgeführte Einstechen ist eine Schnitttechnik, die zur Arbeitssicherheit beiträgt. Damit ein nur geringes Rückschlagrisiko besteht, sind jedoch die fachlich korrekte Arbeitstechnik und Ausführung ausschlaggebend.

- Sicherer Stand und fachgerecht geschärfte Sägekette
- Einstechen mit der Schienenunterseite beginnen bis sich die ganze Schwertspitze 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 hineinstechen

Abb. 20: Ablauf Einstechen (SVLFG)

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

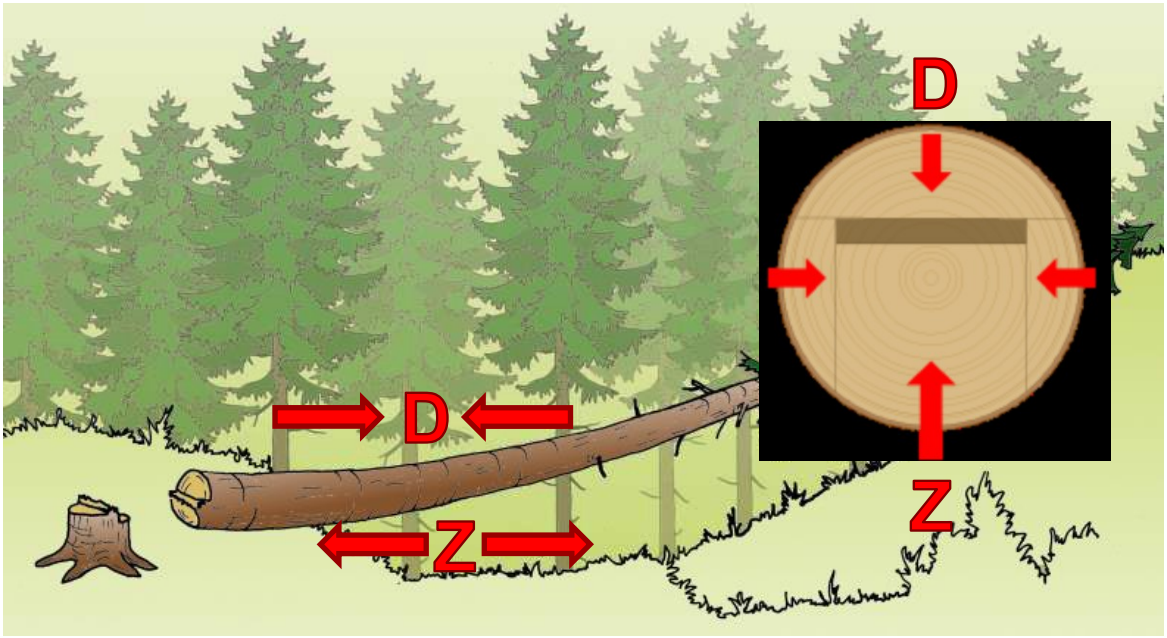


Abb. 21: Kreisschnitt

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

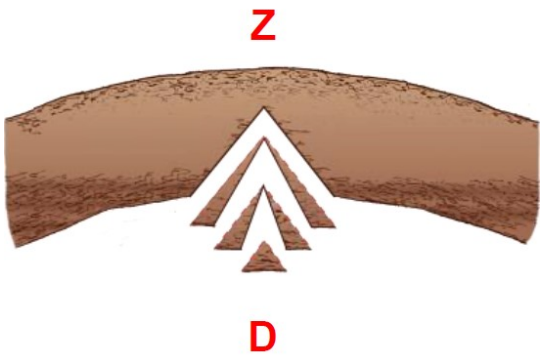


Abb. 22: Kerbschnitt (Agentur Landesdomäne)

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
- Nun Säge immer wieder ansetzen, einstechen und beim Rausziehen den Schnitt vertiefen

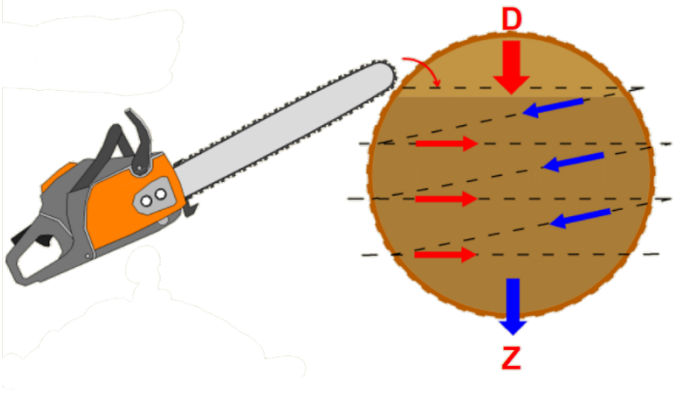


Abb. 23: Klemmschnitt (Agentur Landesdomäne)

- Auf dem letzten Teil (ca. $^1/_5$ bis $^1/_4$ des Durchmessers), wenn sich die Schnittfuge oben geschlossen hat, den Schnitt zu Ende sägen

Trennschnitt mit Schrägschnitt

Kommt zur Anwendung bei scherenden oder drückenden (z. B. am Hang) Schnittflächen.

- Mindestens $^3/_4$ 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

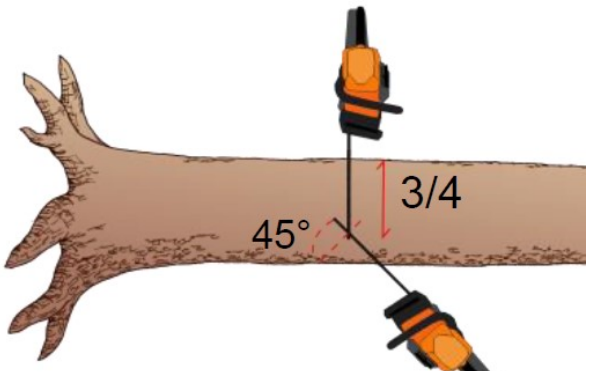


Abb. 24: Trennschnitt mit Schrägschnitt (Agentur Landesdomäne)

1.4.3 Entasten

Beim Entasten gibt es verschiedenste 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 Schwertspitze (Rückschlaggefahr beim Entasten besonders hoch)
- Nie mit der Schwertspitze 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, welches am Boden liegt, sind Techniken zum liegenden Entasten anzuwenden
- Stehendes Holz bis Schulterhöhe: Bearbeitung mit der Technik stehendes Entasten

Methoden des Entastens

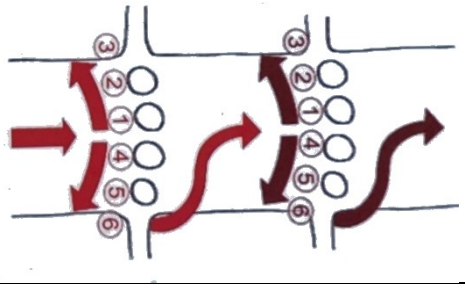
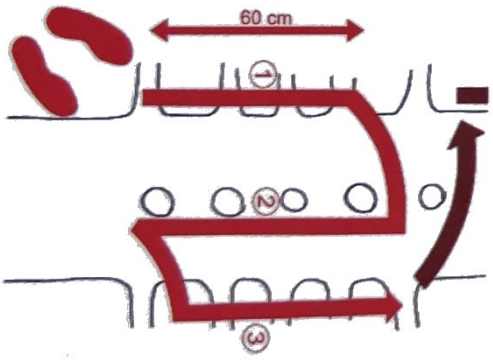
<table>
<tr><td>Nadelholz</td><td>Nordische Methode</td></tr>
<tr><td rowspan="3">
</td><td>Schritt 1

– Säge auf dem Stamm auflegen und mit schiebender Kette arbeiten
– Rechtes Bein gegen den Stamm abstützen (unterstützt Gleichgewicht)</td></tr>
<tr><td>Schritt 2

– Schiene auf dem Stamm auflegen und mit schiebender Kette sägen
– Rechtes Bein gegen das Gehäuse der Säge stützen</td></tr>
<tr><td>Schritt 3

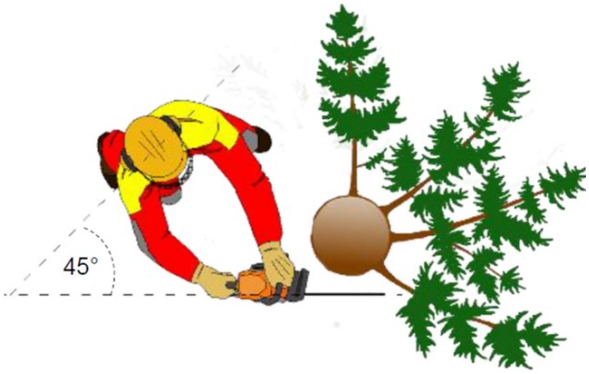
– Ziehende Kette nutzen zum Sägen
– Gewicht der Säge auf dem Stamm und dem rechten Bein aufteilen</td></tr>
</table>

	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	*Stehendes 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

1.4.4 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!

Abb. 25: Stamm liegend drehen direkt (WaldSchweiz)

Liegend drehen mit doppeltem Seilzug

Weg des Seils am Seilzug 100 cm
Weg des Stammes 25 cm

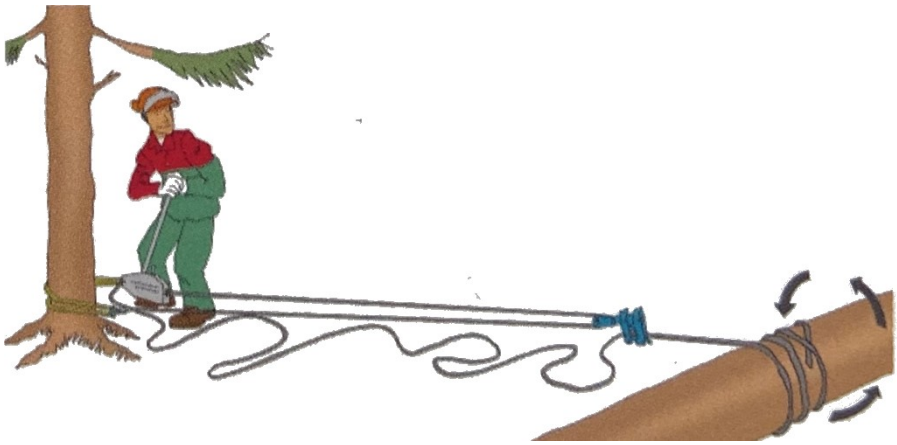


Abb. 26: Stamm liegend drehen mit doppeltem Seilzug (WaldSchweiz)

Baumstämme anheben

Einfache Methode, um einen schweren Stamm anzuheben. Diese Methode kann insbesondere bei der Kameradenhilfe zur Anwendung kommen, da sie eine schonende 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

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.

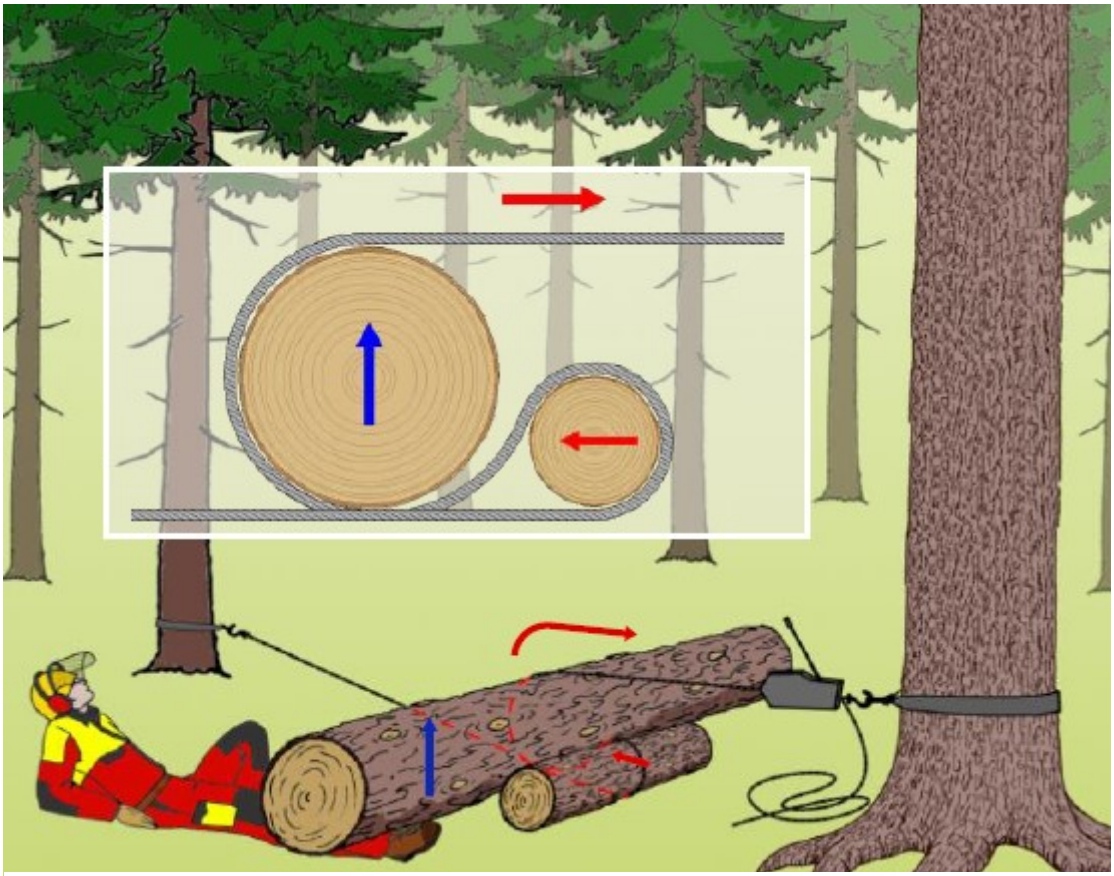


Abb. 27: Baumstamm mit Seilzug anheben (Agentur Landesdomäne)

Umlenkrollen

Die zulässigen Belastungen (maximale Arbeitslast) aller zum Arbeiten mit dem Handseilzug eingesetzten Hilfsmittel wie Umlenkrollen, Schäkel, Rückeketten, Rundschlingen etc. 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 (Flaschenzugeffekt). 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.

Abb. 28: Umlenkrolle 60 kN

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.

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.

Abb. 29: Anschlagen der Winde (Eder Maschinenbau GmbH)

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 leistungsstark 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 Funktionstüchtigkeit 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 Betriebsfähigkeit 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 Verbindungs-

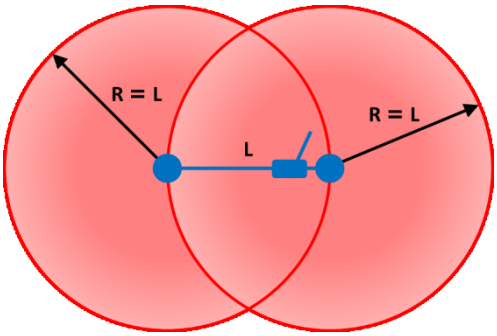


Abb.30: Schleuderbereich bei direktem Seilzug

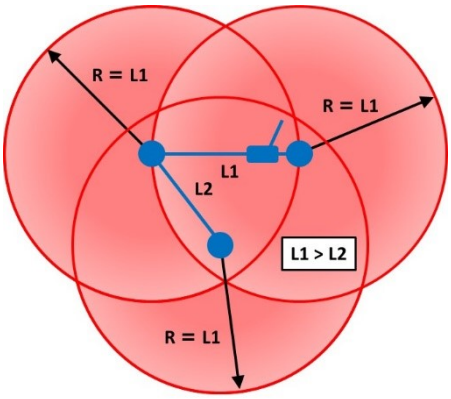


Abb.31: Schleuderbereich bei einem umgelenkten Seilzug

element, 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.

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 ausreissender Ankerpunkt wirkt mit dem ausschlagenden 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!

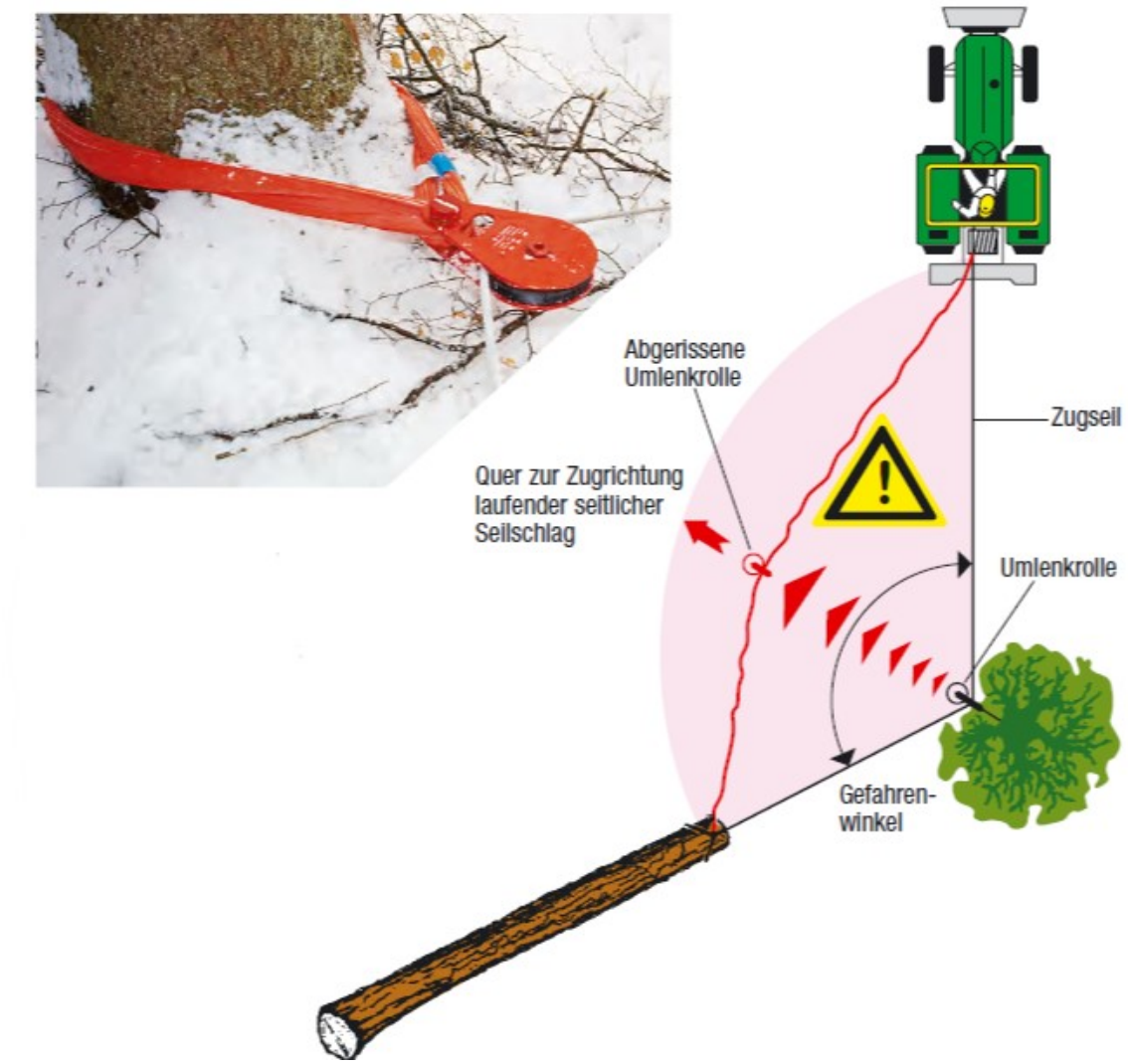


Abb. 32: Gefahrenbereich im Seilwinkel

1.4.5 Einsatz von Forstwerkzeugen

[1] Axt mit Schneidenschutz oder Handsäge mit Blattschutz

[2] Gertel (Gertelhaken)

[3] Doppelmeter, Ablängstab, Rollmessband

[4] Fällhebeisen

[5] Fällkeil

Spaltkeile

[6] Spalthammer

[7] Erste-Hilfe-Material

[8] Kehrhaken

[9] Zappi

Motorsäge mit Zubehör

[10] Zugmittel: Seilzugausrüstung

[11] Mittel für das Absperren oder Signalisieren des Arbeitsplatzes

Abb. 33: Arbeitsmittel (SUVA)

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 (Gertelhaken)

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.

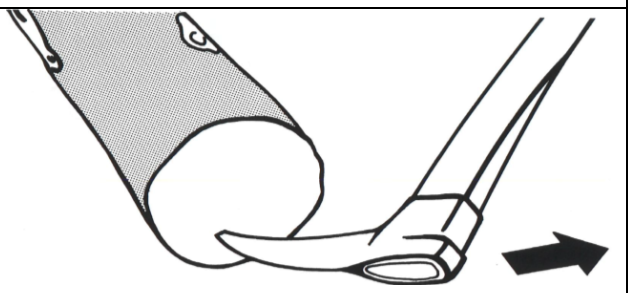
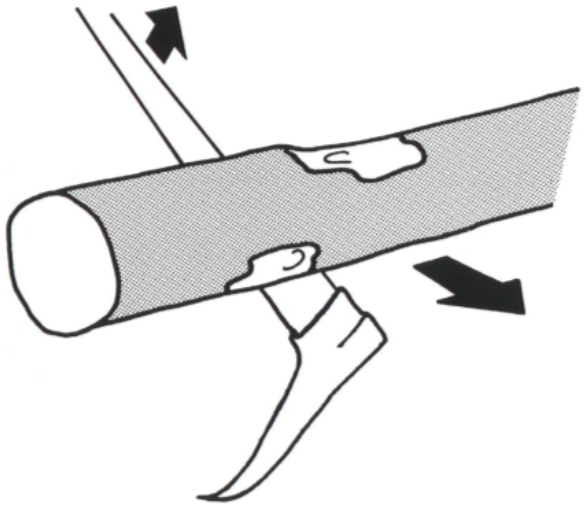
Kehrhaken

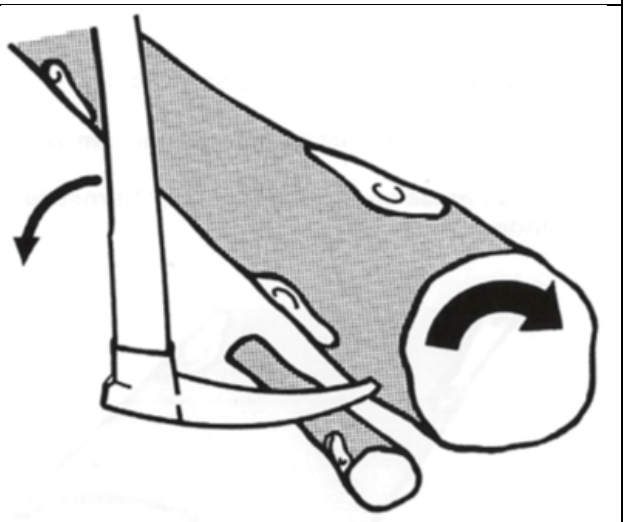
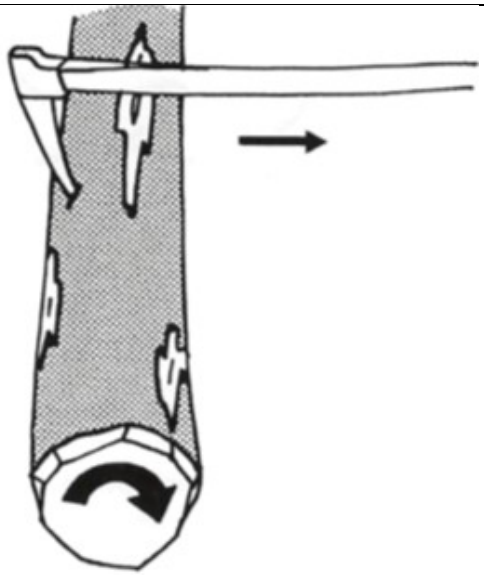
Dient zum Drehen von Baumstämmen.

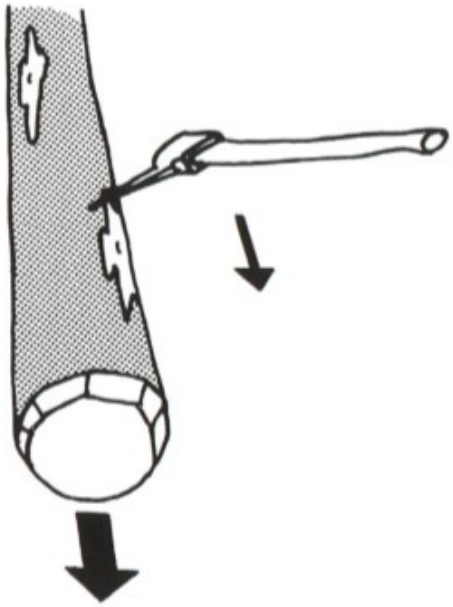
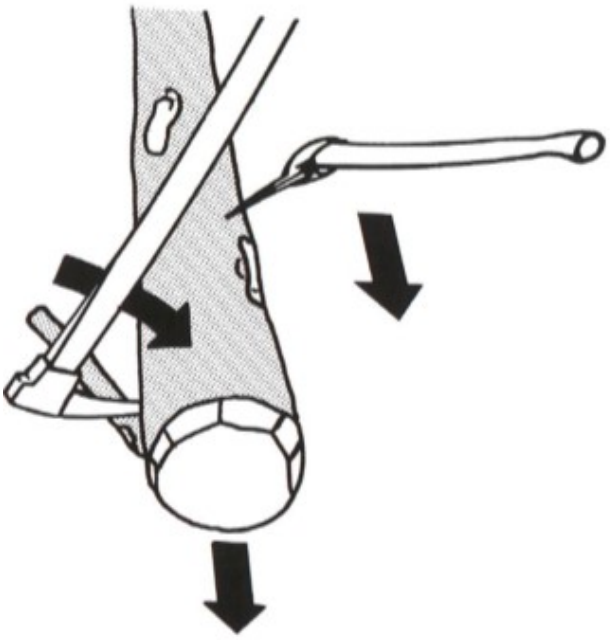
- Haken am Stamm fest einhaken und sicheren Sitz vor dem Ziehen überprüfen
- Immer ziehend arbeiten
- Beim Ziehen Rücken stets gerade halten
- Breiter Stand, ein Bein nach hinten abspreizen, um beim Abrutschen des Kehrhakens nicht auf den Rücken zu fallen!

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	

Anwendung	Erklärung	Illustration
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.	

Anwen-dung	Erklärung	Illustration
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.	

1.4.6 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. 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.

Abb. 34: Holz spalten mit Spaltkeil

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 Trefferfläche 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 wir 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. 35: 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.

1.4.7 Rückearbeiten

Rückearbeiten sind Bestandteil der Holzerntearbeiten und mit grossen Gefahren verbunden. Dabei kommen verschiedene Gerätschaften zum Einsatz wie etwa Forsttraktore, 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. Bevor mit Rücke-, Reist[3]-, 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 Seilwinkeln 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.

Abb. 36: Verwendung von sogenannten Rückeketten oder Drahtseilen ist Pflicht

[3] Reistarbeiten bezeichnen das Transportieren von Holzstämmen ohne Maschinen

2. BAUWERKE AUS HOLZ

2.1 Sicherheitsvorschriften

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

6. Abschnitt: 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:

Artikel 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.

2.2 Holz als Baumaterial

2.2.1 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 miliztauglich und wir empfehlen dringend die Zusammenarbeit mit ausgebildeten Fachkräften.

Bei der Planung und Realisierung von Bauprojekten muss eine erfahrene Fachkraft beigegezogen 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.

2.2.2 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

2.2.3 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.

Holzart	Eibe	Edelkastanie Eiche Robinie	Lärche Douglasie Föhre	Fichte Tanne Esche Ulme Pappel	Erle Buche Hagebuche Birke Ahorn Weide
Lebens-dauer	> 25 Jahre	15–25 Jahre	10–15 Jahre	5–10 Jahre	< 5 Jahre

Tab. 1: Lebensdauer Holzarten (nach Findlay und Bosshard)

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.

Abb. 37: 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 Holz teile
- 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.

2.2.4 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 ingenieurbiologischen 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 Standortsansprüche 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 Wurzelgeflecht 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).

2.2.5 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.

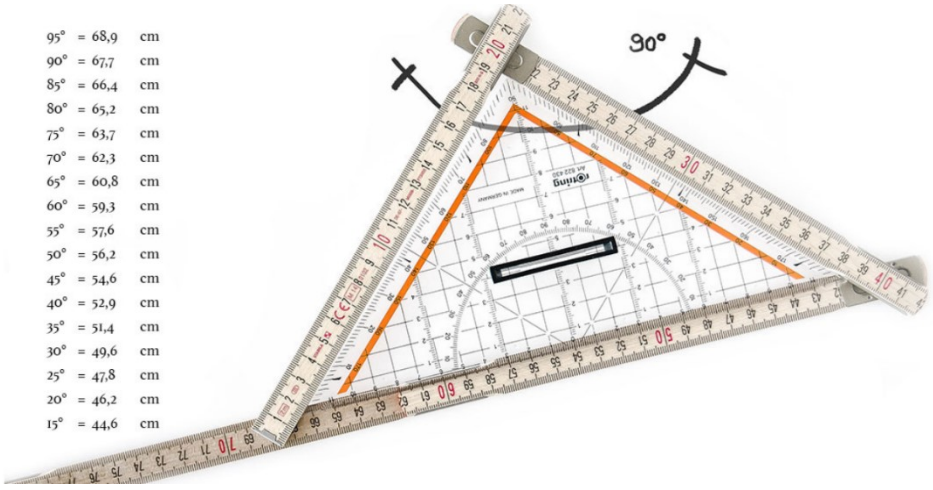


Abb. 38: Winkel abmessen mit dem Doppelmeter

2.3 Holzkasten

2.3.1 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 wir dabei als Schwergewichtssystem[4] konstruiert und erstellt.

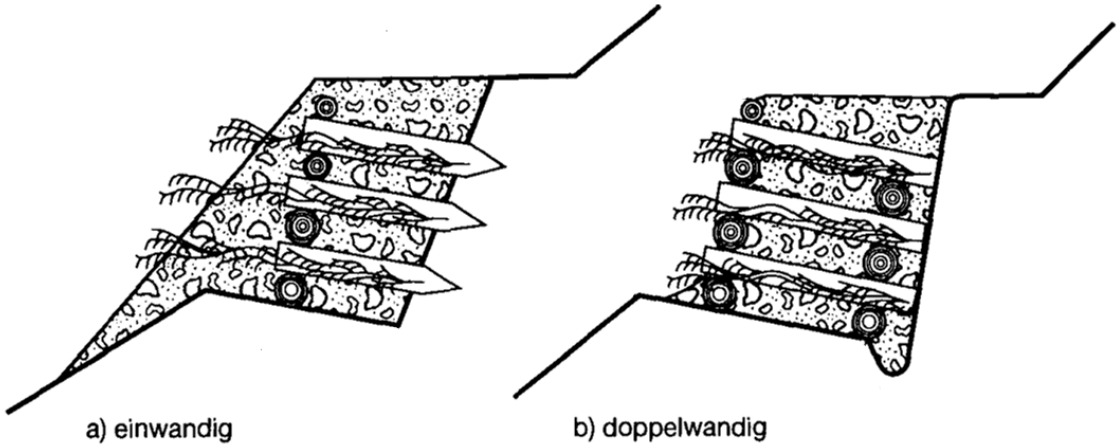


Abb. 39: Prinzip eines einfachen (a) und doppelten (b) Holzkastens

2.3.2 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)

[4] Schwergewichtssysteme sind Stützkonstruktionen wie Mauerwerke, Steinkörbe, Beton- oder Stahlbetonverbauungen, Holzverbauungen

– 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 entrindetem Holz)

2.3.3 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.

2.3.4 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).

Im Wanderwegbau besonders interessant sind Holzkasten bezüglich einer Sanierung der talseitigen Böschungen, da der Weg anschliessend über die entstehende stabile Schwelle geführt werden kann.

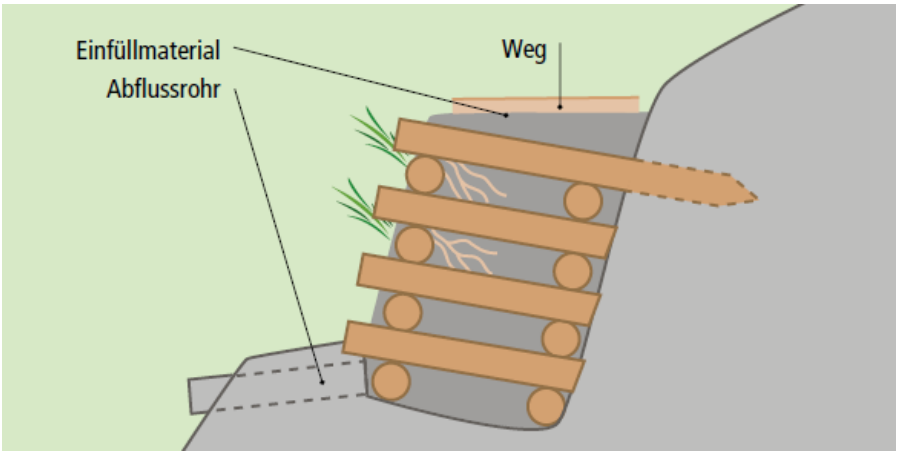


Abb. 40: Einsatz doppelter Holzkasten im Wanderwegbau (ASTRA)

2.3.5 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, Stahlnägel, 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 x B x H des Bauwerks**	*4 x 1.5 x 2.4 m = 14.4 m^3*
Holzverbrauch m^3 **0.2 x Bauvolumen**	*14.5 m^3 x 0.2 = 2.9 m^3*
Baggerstunden **m^3 Holzverbrauch**	*= 2.9 h*
Arbeitsstunden **3 bis 5 x m^3 Holzverbrauch**	*4 x 2.9 m^3 = 11.6 h*
Total Kosten grob **500.- bis 600.- CHF x m^3 Holzverbrauch**	*600.- x 2.9 m^3 = Fr 1'740.-*

Tab. 2: Beispielberechnung Planung Holzkasten

2.3.6 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 vollständig einzudecken, ansonsten ist die Verwendung von dauerhaften Holzarten (z. B. Lärche, Kastanie, Eiche) notwendig.

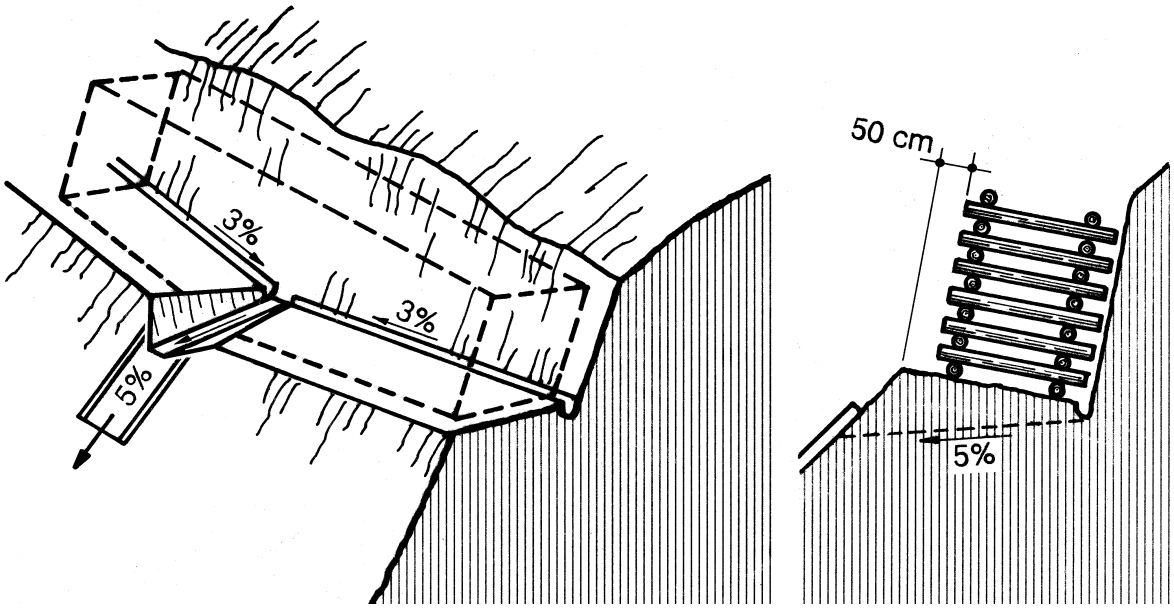


Abb. 41: Fundation des Holzkastens

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.

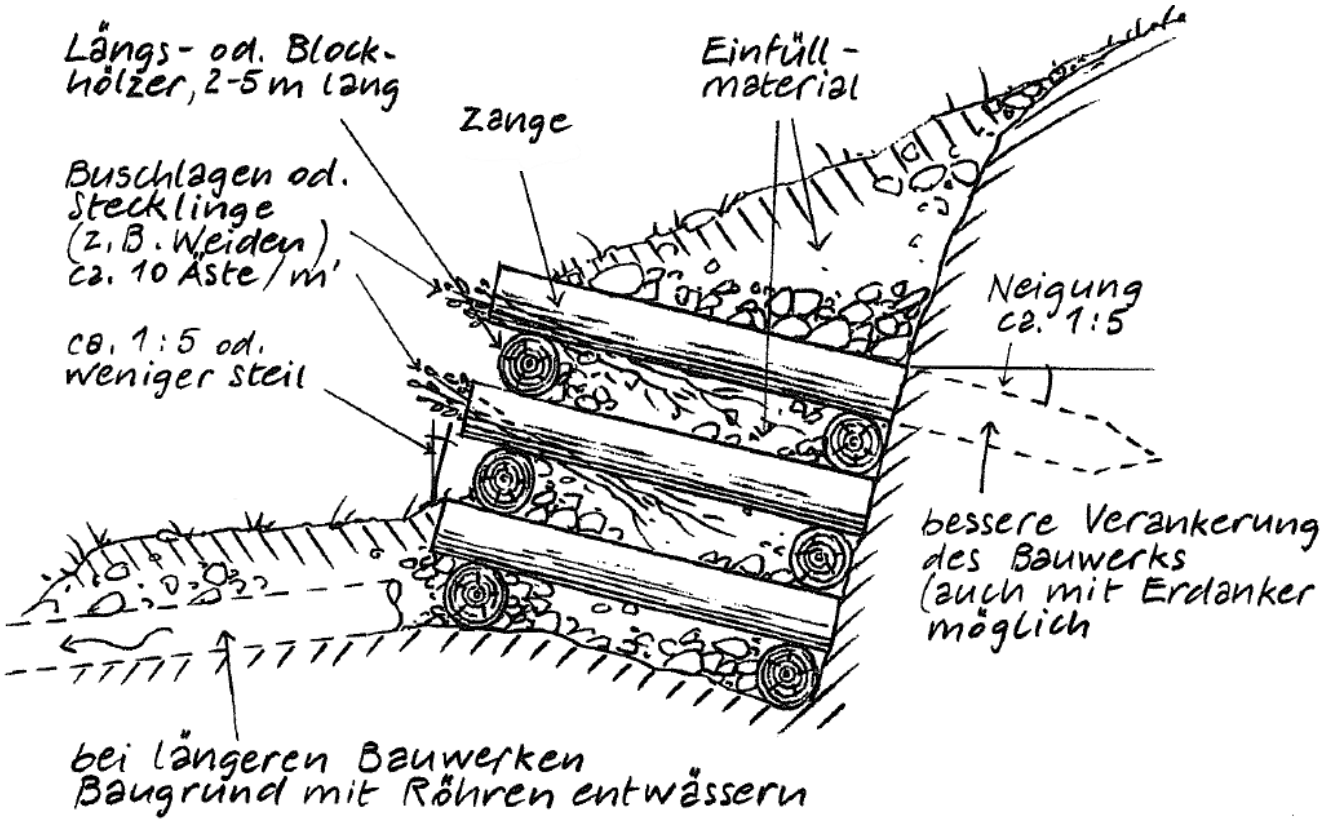
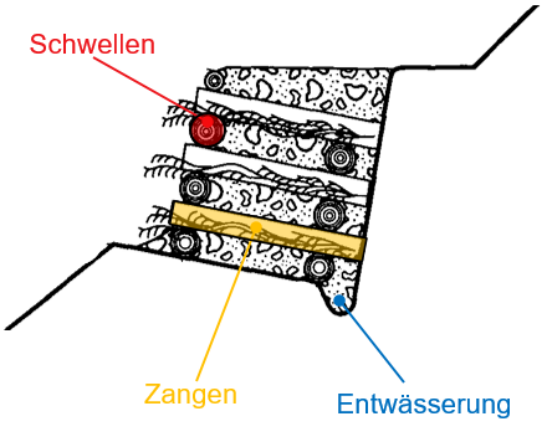


Abb. 42: Skizze Holzkasten (ASTRA)

Vorgehen und Bautechnik

1) Dimensionierung



- Anzug ca. 1:5
- Höhe max. 4 m

(noch mit Miliztruppen realisierbar)

- Breite = ½ x Höhe (mind. 1.5 m)
- Schwellen Ø 20 bis 40 cm
- Zangen Ø 15 bis 35 cm
- Zangenabstand 1.5 bis 2 m

Abb. 43: Skizze doppelwandiger (doppelter) Holzkasten

2) Fundament mindestens einen Meter tief wählen bzw. bis zur Frosttiefe (gewachsener Boden). Allgemein wird von einem Aushub bis auf eine feste Unterlage gesprochen.

3) Bauwerk mit Schwellen in der ersten Lage beginnen.

4) 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.

5) Entwässerung ausreichend vorsehen und dimensionieren.

6) Kreuzungsstellen entrinden, vorbohren und mit Armierungseisen vernageln. Dieses Vorgehen führt zu den besten Verbindungen und den kleinsten Holzschädigungen. Wichtige Merkpunkte:

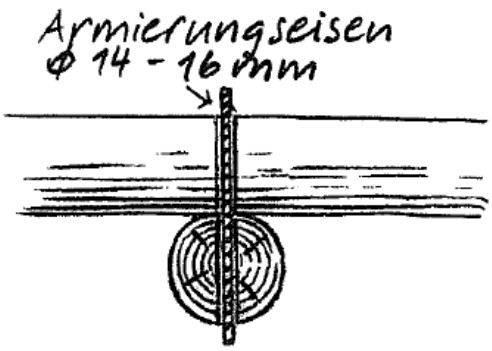


Abb. 44: Kreuzungsstelle (ASTRA)

- Nagellänge = 2 x 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

7) Holzkasten lageweise mit geeignetem, grobkörnigem Material (Schotter, Aushub etc. – 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.

Abb. 45: Ausfachung (waldwissen)

① Längshölzer müssen überall gut aufliegen

② Querhölzer; Abstand 1,5 bis 2 m übereinander oder versetzt; falls versetzt: Zwischenlagen satt (tragend) ausfüllen

③ Nägel

④ Füllmaterial

⑤ Ausfüllung der Zwischenräume

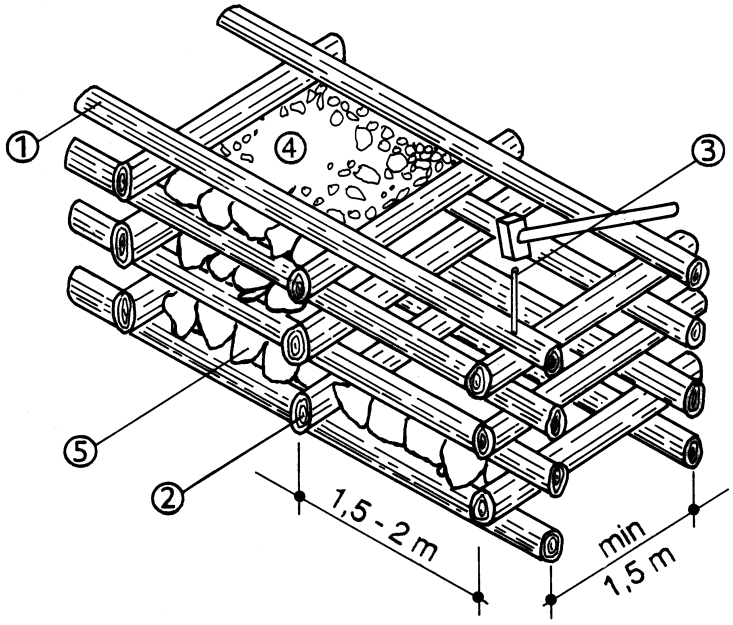


Abb. 46: Ausführung des Holzkastens

8) Beste Resultate werden erzielt bei vollständiger Eindeckung mit Erdmaterial. Zusätzlich begrünen.

9) 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)

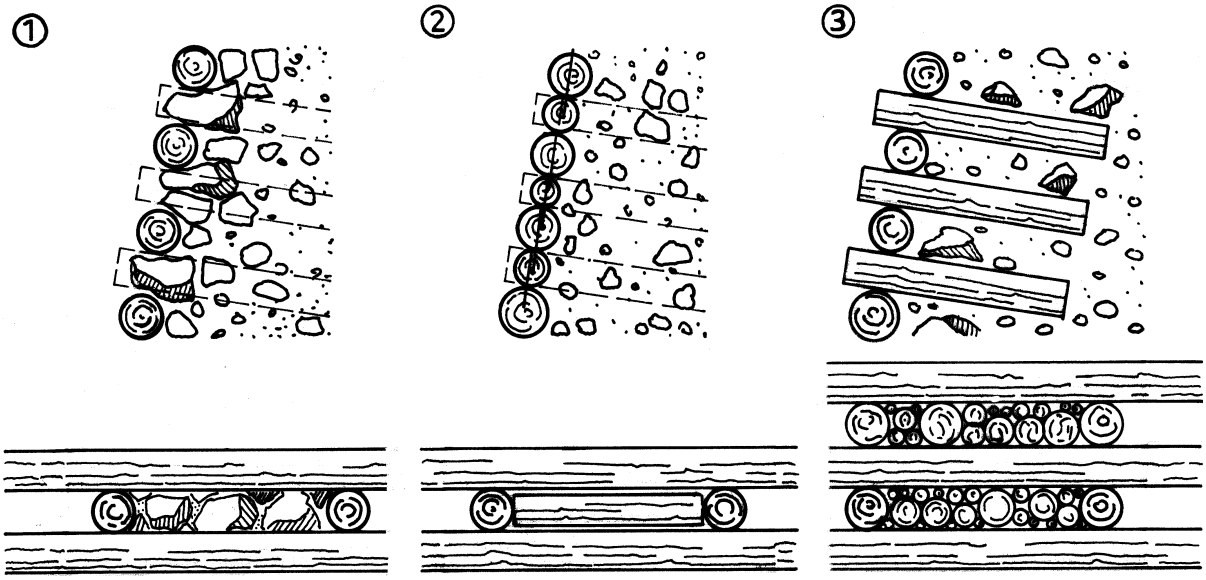


Abb. 47: Ausfüllung der Zwischenlagen

① mit Steinen

② Füllholz parallel zu den Längshölzern

③ Füllholz parallel zu den Zangen

10) Auf der Rückseite des Holzkastens kann bei Bedarf eine Filterschicht eingebaut werden (Wasserabfluss Hangwasser).

11) Längssteifigkeit

Wo eine Längssteifigkeit erforderlich ist (zum Beispiel Wildbachsperren), sind die Längshölzer versetzt anzuordnen. Es existieren verschiedene Möglichkeiten zur Verlängerung der Längshölzer.

① bei Stoss Doppelzangen

② Überlappen der Längshölzer (nur bei der hinteren Wand)

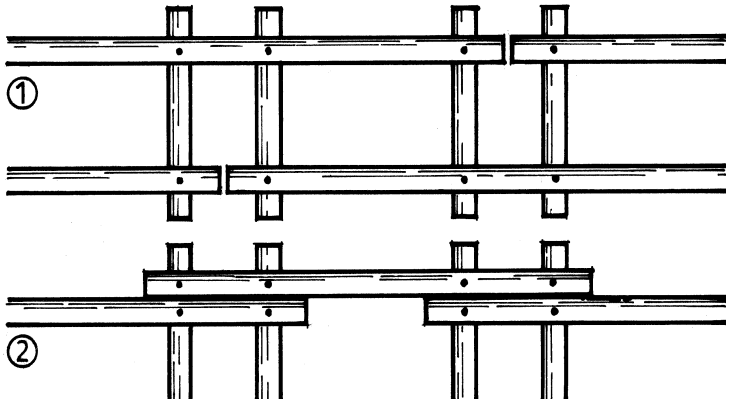


Abb. 48: Möglichkeiten zur Verlängerung der Längshölzer (Grundriss)

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.

2.4 Holzkännel

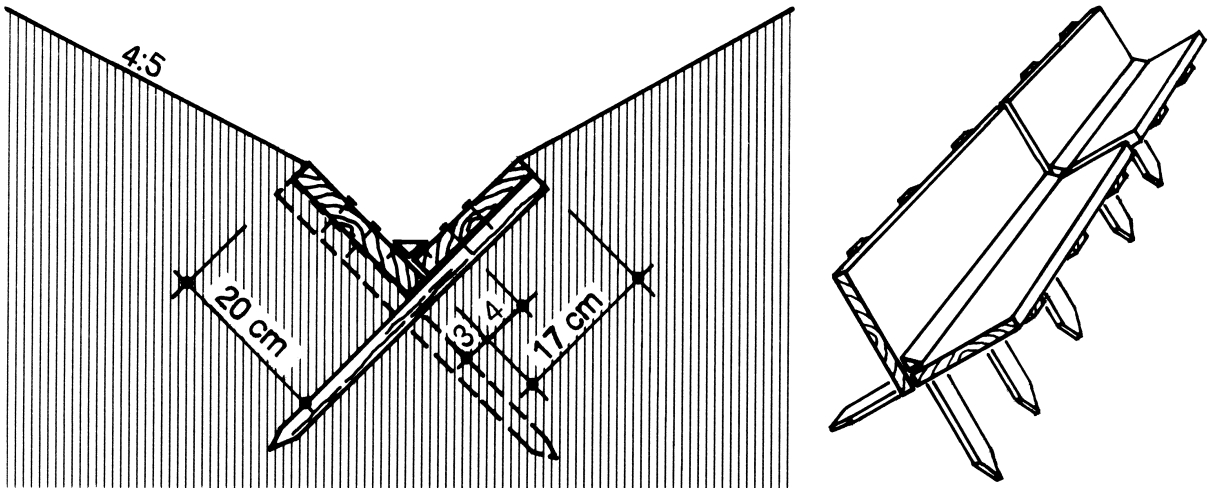


Abb. 49: Dreieckkännel

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.

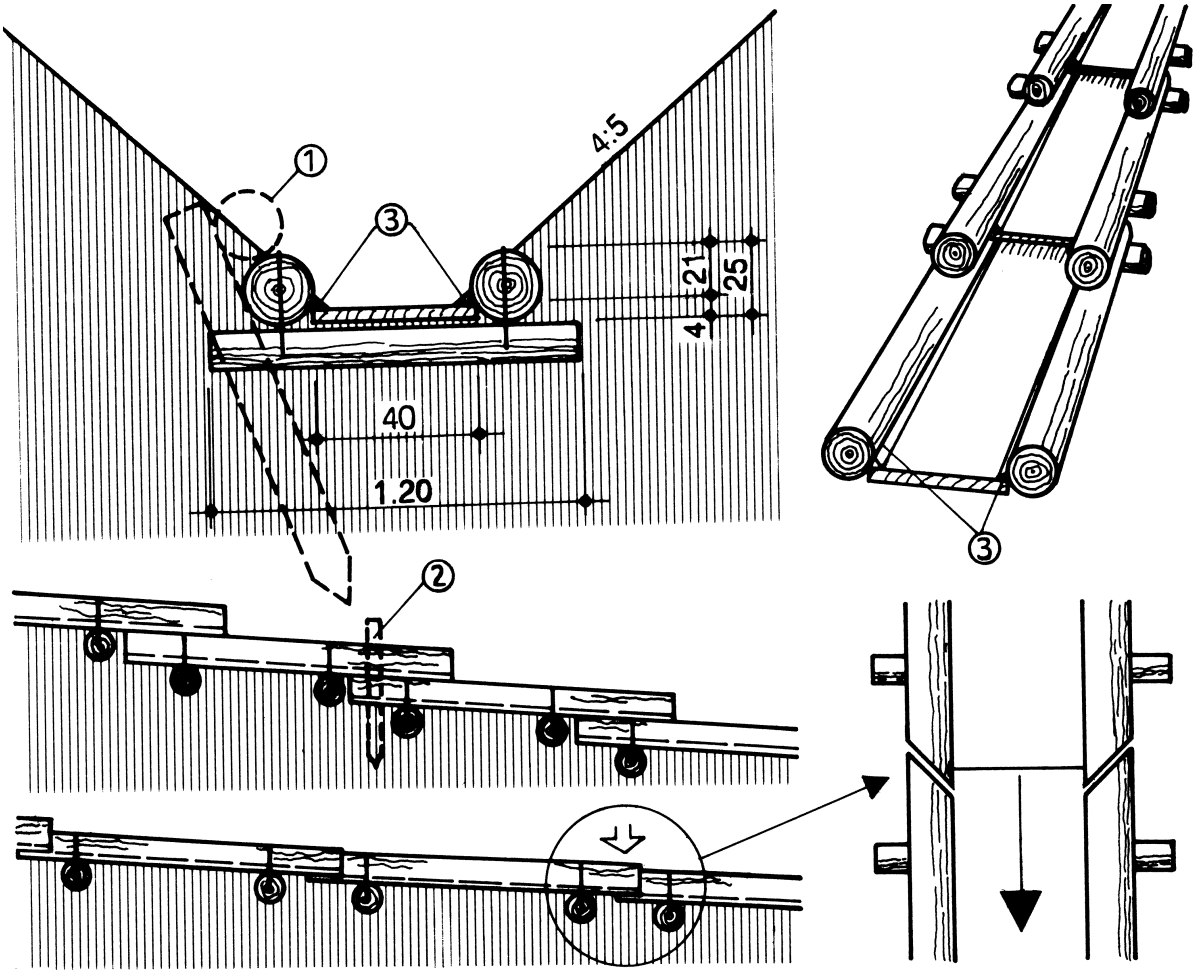


Abb. 50: Rundholz-Rechteckkännel

① mögliche Erhöhung

② Einbau Führungspfahl

③ Dreikant-Holzleisten zur Abdichtung

2.4.1 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)

2.4.2 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 2 m durch Pfähle/Querhölzer im Erdreich einbinden (Abb. 50: Rundholz-Rechteckkännel)
- Übergang von einem Kännelelement auf das nächste genügend überlappen, evtl. abdichten

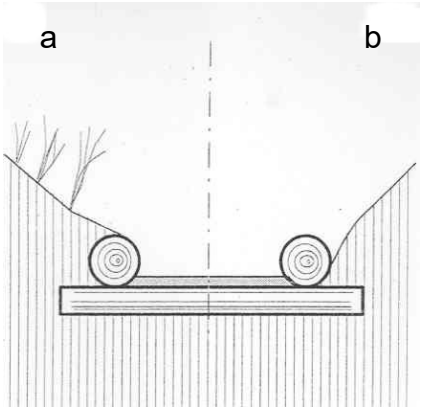


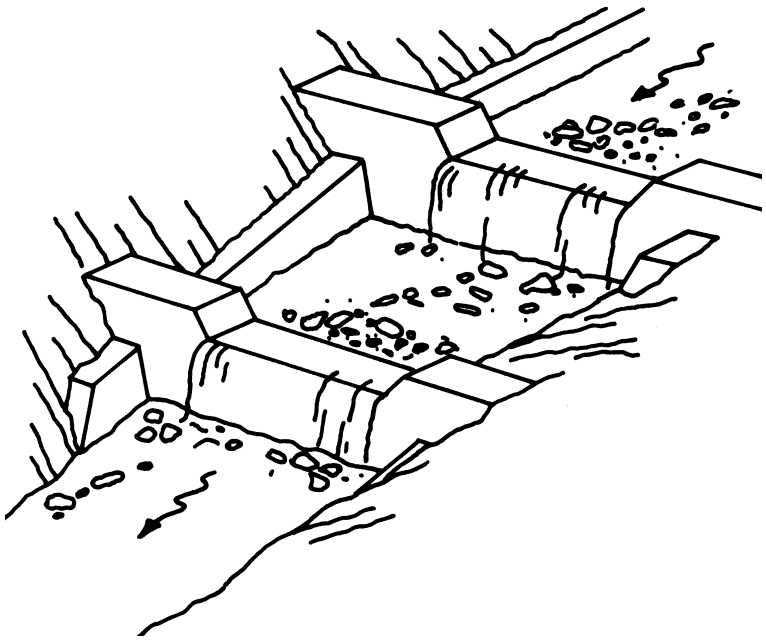
Abb. 51: Einbettung

a richtige Ausführung

b falsche Ausführung

2.5 Wildbachsperren

Wildbachsperren sind eine Massnahme gegen die Tiefenerosion des Baches und können wie folgt ausgebildet werden:



- Holzkasten und einwandige Holzsperren
- Steinkörbe
- speziell (zum Beispiel mit Fertigelementen aus Beton oder Metall)
- Beton, zum Teil auch Steinmauern, vor allem für grössere Sperren

Abb. 52: Bestandteile einer Wildbachverbauung

Im Rahmen des Baueinsatzes im Katastrophenfall kommen praktisch nur Sperren aus Holz und Steinkörben zur Anwendung. Die Formenvielfalt ist insbesondere bei den Holzbauten gross.

2.5.1 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, Kolkschutz) Rechnung tragen.

Weitere Massnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer sind:

- auswechselbare Konstruktionen für stark beanspruchte Teile bevorzugen (Flügel, Überfallkante, Kolkschutz);
- Ufergehölz schonen (Hangstabilisierung; Beschattung = längere Lebensdauer der Holzsperren).

Die Hinterfüllung der Sperre muss hingegen nur so weit erfolgen, als diese baulich erforderlich ist. Der Rest ist dem Bach zu überlassen.

2.5.2 Anordnung der Querwerke im Grundriss

Die Senkrechte auf die Mitte der Abflusssektion der Oberliegersperre soll auf die Abfluss-Sektion der Unterliegersperre zielen:

① Ufererosion

② Umfliessen

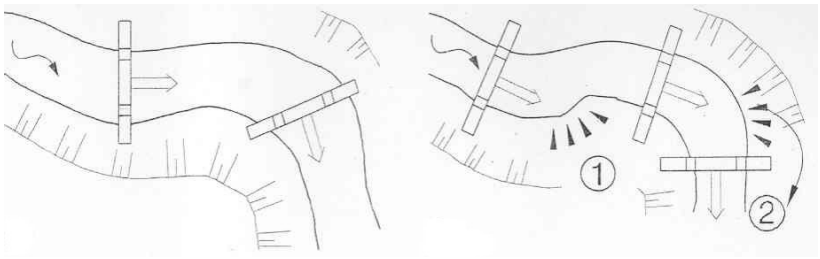


Abb. 53: Querwerke im Grundriss

a b

a) richtige Anordnung b) falsche Anordnung

2.5.3 Wichtige Abmessungen für kleinere Querwerke

Grobe Richtwerte für die wichtigsten Abmessungen (Abb. 54: Abmessungen des Querwerks: Ansicht und Längsschnitt) sind in der Tabelle zusammengestellt.

Abmessungen	Übliche Werte für kleinere Holzkastensperren	Bedeutung
Seitliche Einbindung a	1 bis 2 m (je nach Baugrund und Sperrengrösse)	Einbindung im Hang; verhindert ausserdem ein Umfliessen der Sperre
Maximale Breite der Abfluss-Sektion b	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 c	mindestens doppelte Breite der Abfluss-Sektion	vor allem aus baulichen Gründen
Eindeckung d	etwa 0,5 bis 1,0 m; bei kleineren Holzsperren 1 bis 2 mal Holzdurchmesser	schützt gegen Unterkolkung der Sperre (evtl. Verstärkung durch Kolkschutz)

Tab. 3: Übliche Werte für die Abmessungen des Querwerks

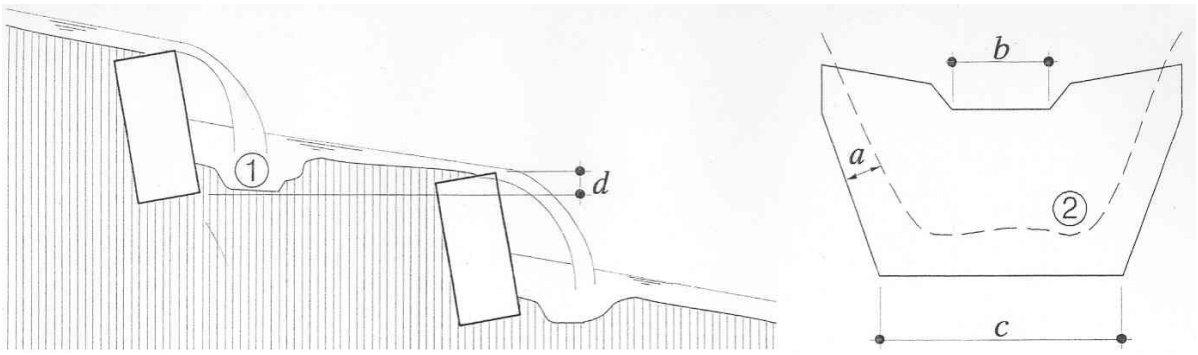


Abb. 54: Abmessungen des Querwerks: Ansicht und Längsschnitt

① Kolkloch ② Bachprofil

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 3 angegebenen Wertes.
- Die Sperrenhöhe und damit der Sperrenabstand ergeben sich aus topografischen, wirtschaftlichen und anderen Überlegungen.

2.5.4 Querwerk aus doppelwandigen Holzkästen

Allgemeine Konstruktion der Holzkästen sowie Geräte, Material, Aufwand und Sicherheit siehe Kapitel 0

Holzkasten

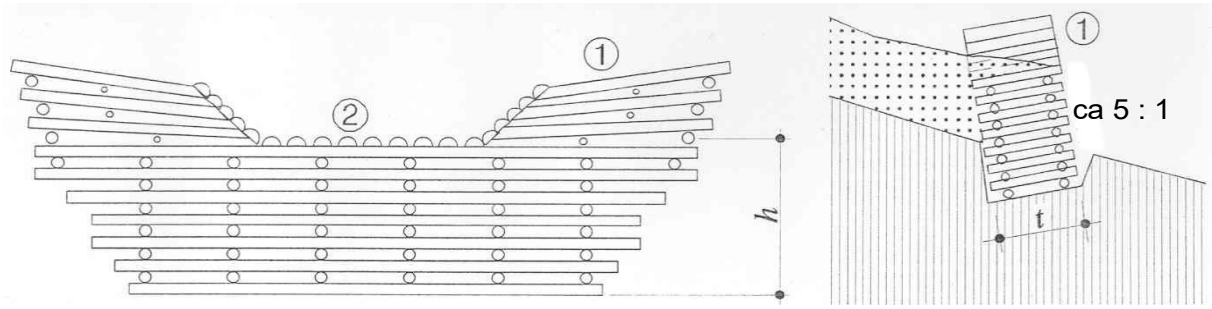


Abb. 55: Doppelwandige Holzkastensperre: Ansicht und Längsschnitt

① Flügel

② evtl. Halbrundhölzer als Abrasionsschutz

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

Füllmaterial ohne Feinanteil	Füllmaterial mit hohem 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)	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. 4: Füllmaterial mit und ohne Feinanteil

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.

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

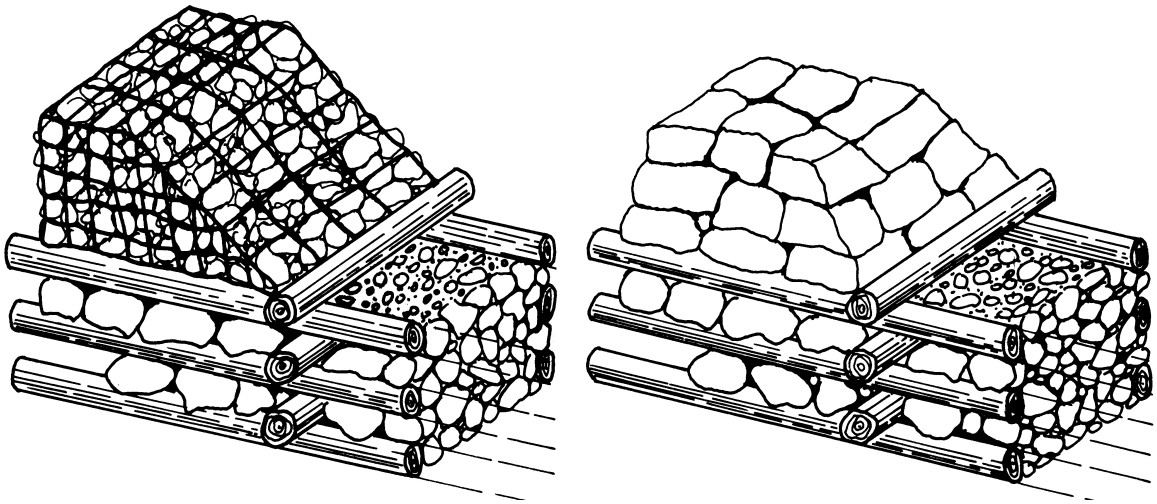


Abb. 56: Flügel bei Holzkastensperren

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.

2.5.5 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 Erosionsrunsen). Vor allem für definitive Bauwerke sind verdrillte Körbe den geschweissten vorzuziehen. Wenn möglich kräftige Drähte verwenden (auch mit Kunststoffumhüllung erhältlich). Genaue Instruktionen sind vom Fachmann (Materiallieferant) einzuholen. Im Falle der Variante A (Abb. 57: 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)

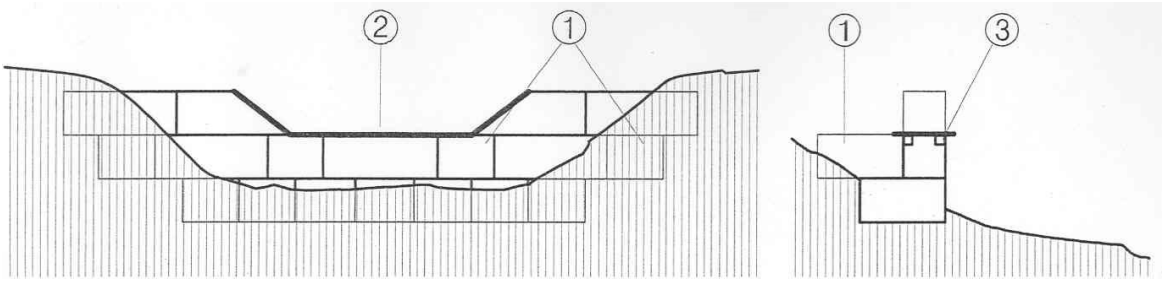


Abb. 57: Querwerk aus Steinkörben, Variante A: Ansicht und Querschnitt

① Zangen (quer gelegter Korb)

② Abrasionsschutz

③ eingelegte Balken (Möglichkeit zum Festnageln)

Weniger günstig ist die Lösung gemäss Variante B (Abb. 58: Querwerk aus Steinkörben, Variante B: Ansicht und Querschnitt) mit Anzug und/oder stufenweiser Abtreppung. Sie kann evtl. in Frage kommen, wenn das Material eine vertikale Vorderfront nicht zulässt. Die Abtreppung dient gleichzeitig als Arbeitsbühne, sie muss aber mit einem Abrasionsschutz versehen werden.

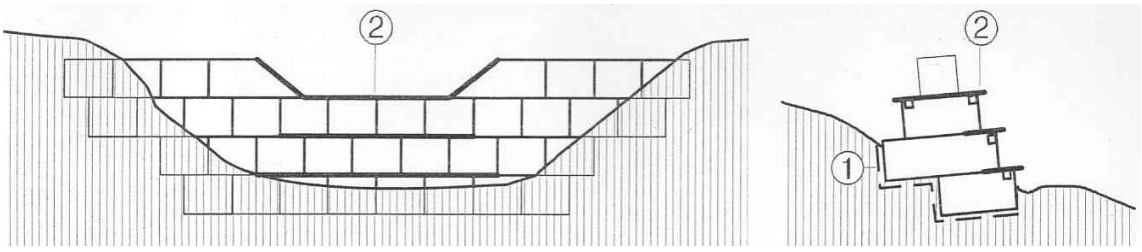


Abb. 58: Querwerk aus Steinkörben, Variante B: Ansicht und Querschnitt

① Geotextil (Vlies)

② Abrasionsschutz

2.5.6 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.

2.5.7 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 Steinkörben.

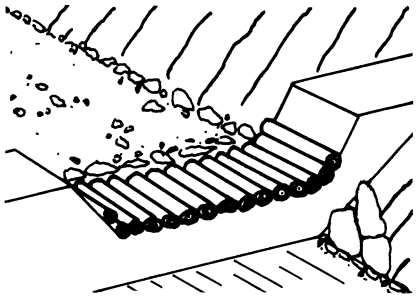


Abb. 59: Abrasionsschutz

2.5.8 Kolkschutz (Fallboden)

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:

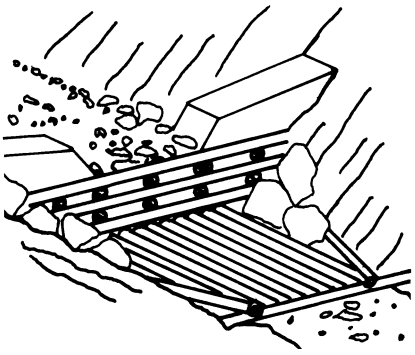


Abb. 60: Fallboden aus Holz

- 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 Abrasionsschutz (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.

2.6 Grundschwellen

Um die Tiefenerosion bei flachen Gewässern zu verhindern, werden querliegende Grundschwellen eingebaut. Diese werden aus Beton, Steinblöcken oder einfach aus quer gelegten Baumstämmen (Durchmesser etwa 30 cm) ausgeführt:

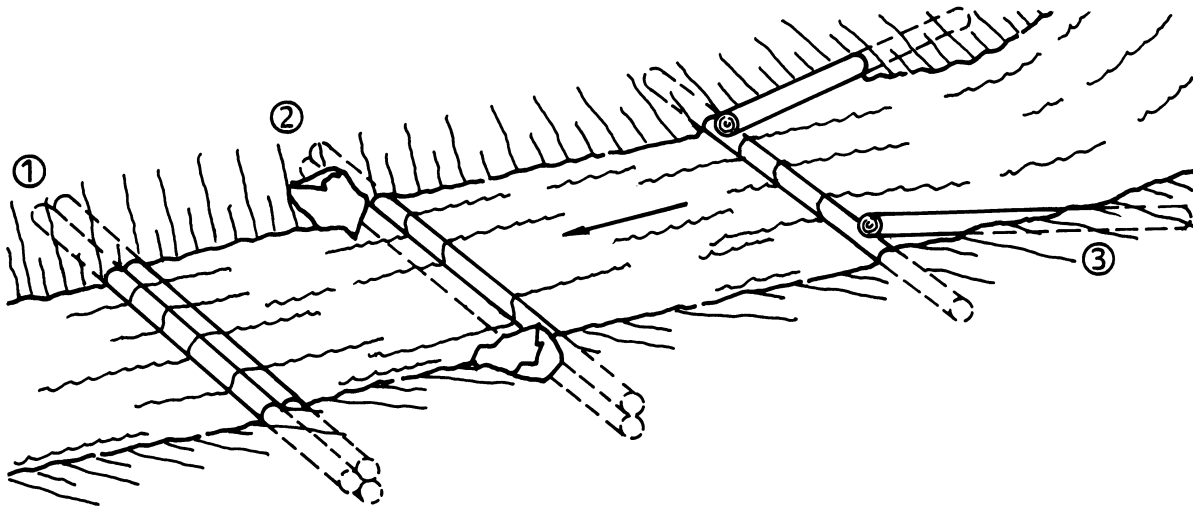


Abb. 61: Grundschwellen aus Baumstämmen

① Grundschwellen bestehen aus mehreren Baumstämmen

② Sicherung der Grundschwellen mit Blöcken oder Pfählen

③ Streichschwellen zum Schutze gegen Umfliessen

Schwellen sind gegen Unterspülung zu sichern. Massnahmen sind eine genügende Eindeckung durch die Unterliegerschwelle, Kolkschutz oder eine Unterbindung der Sickerströmung.

2.6.1 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.

a b

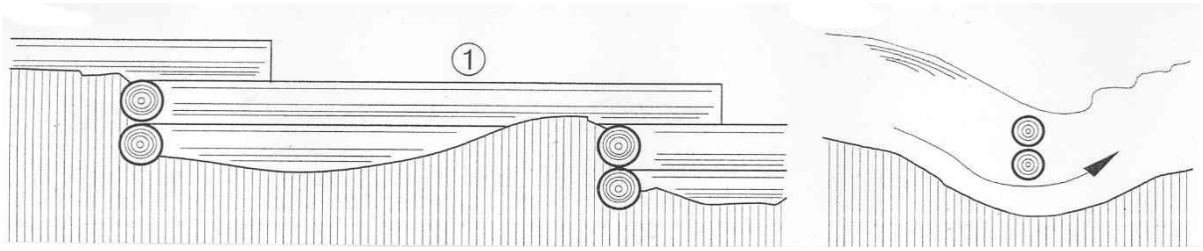


Abb. 62: Mindesteindeckung der Schwelle

a Mindesteindeckung b unterspülte Schwelle

① evtl. Leitwerk aus Baumstämmen

2.6.2 Kolkschutz

a b

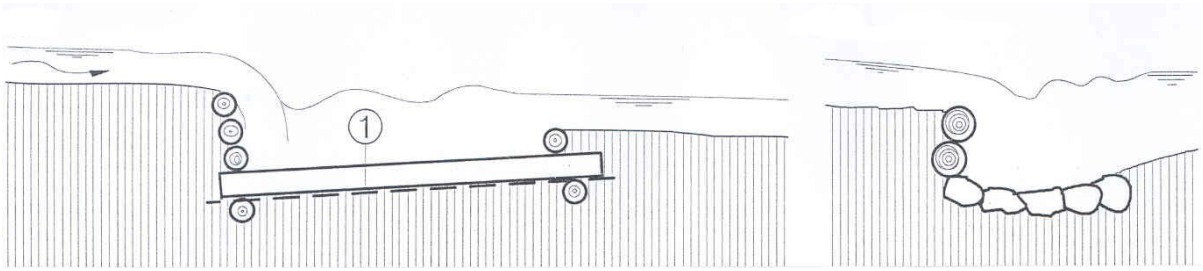


Abb. 63: Kolkschutz

a Holzrost b Blöcke

① evtl. Geotextil

2.6.3 Sickerströmung unterbinden

Sickerströme unter Schwellen hindurch sind mit Geotextilien oder mit Brettern zu unterbrechen. Dadurch wird eine Unterspülung der Schwellen vermieden.

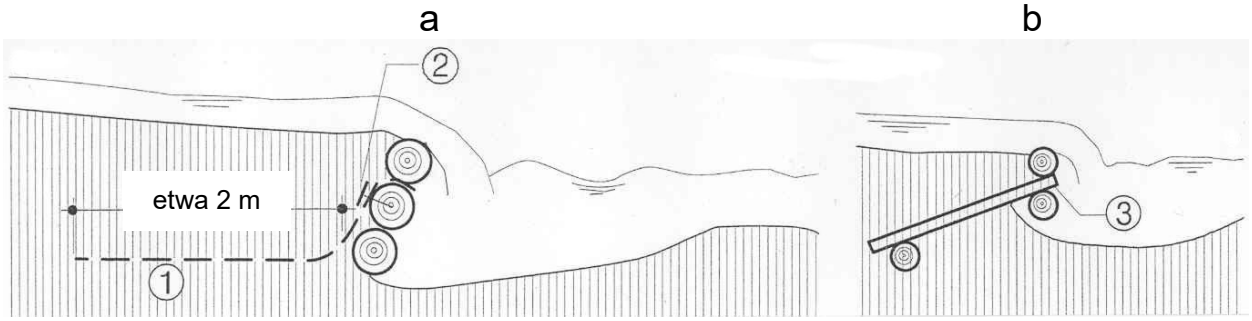


Abb. 64: Unterbindung der Sickerströmung

a Geotextilien b Bretter

① Geotextil (Vlies)

② Nägel mit breiten Köpfen zur Befestigung des Vlieses

③ Bretter

Gegen Umfliessen der Grundschwellen sind längs zum Gewässer Streichschwellen zu errichten (Abb. 61: Grundschwellen aus Baumstämmen). Die Lage der Schwellen sollte am Ufer dauerhaft markiert werden, um Zerstörungen bei Geschieberäumungen zu verhindern.

2.7 Ufersicherungen

2.7.1 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.

① direkte Beanspruchung durch Strömung und Geschiebe

② Unterspülung

③ Baugrund

④ Hangdruck

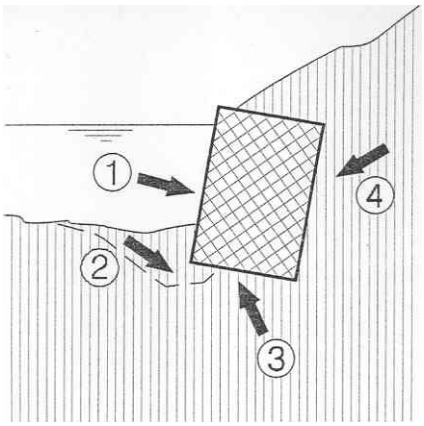


Abb. 65: Beanspruchung einer Ufersicherung

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, Landschaftsschutz).

2.7.2 Ausführungen

Nachfolgende Tabelle zeigt drei Typen von Ausführungen, die mit relativ einfachen Mitteln erstellt werden können:

	Blocksatz	Holzkasten	Drahtsteinkörbe
Grundanforderungen			
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			
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 0) 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. 5: 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.

2.7.3 Blocksatz

Gegen Unterspülung muss mindestens der unterste Stein eingegraben sein. Feinkörnige Böden sind infolge Sickerströmungen gefährdet (Ausschwemmung). 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.

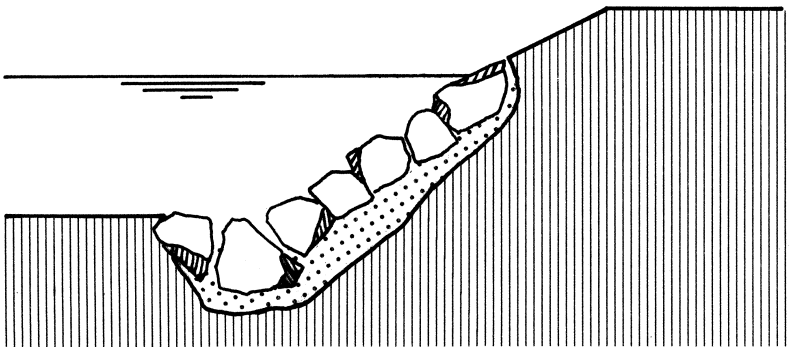


Abb. 66: Blocksatz

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).

2.7.4 Holzkasten

Holzkasten, ein- oder zweiwandig, mindestens 1 m tief fundiert; zum Teil Ausführungen mit verstärktem Fuss oder mit Vorgrund aus Blöcken:

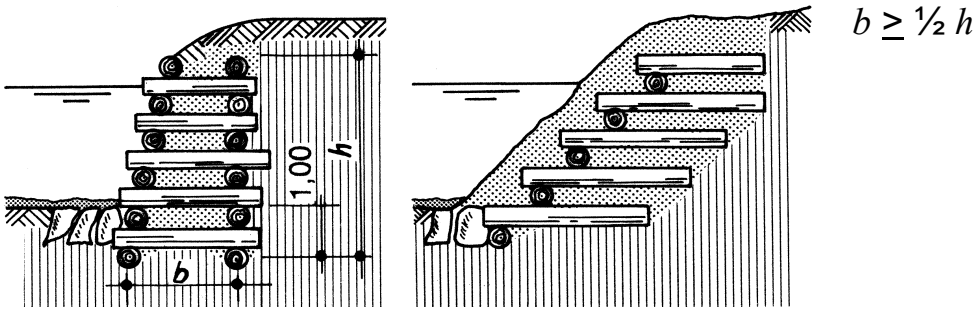


Abb. 67: Ufersicherung in Holzkastenbauweise

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 0

Holzkasten enthalten. Wo eindringendes Wasser den Bau einer genügenden Fundation 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).

2.7.5 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 verdrillten 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.

① Schrammschutz aus Längshölzern

② Zange (quer gelegter Korb)

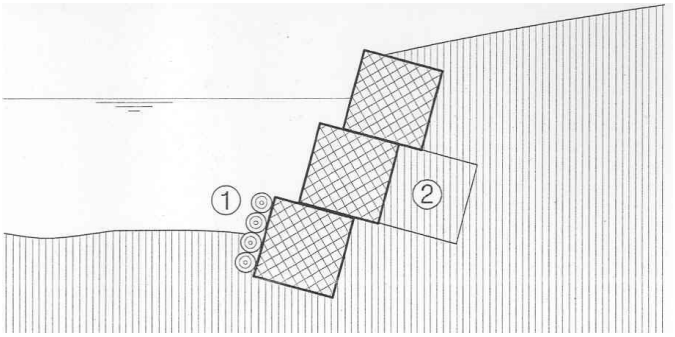


Abb. 68: Ufersicherung aus Steinkörben

2.8 Hangrost

2.8.1 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

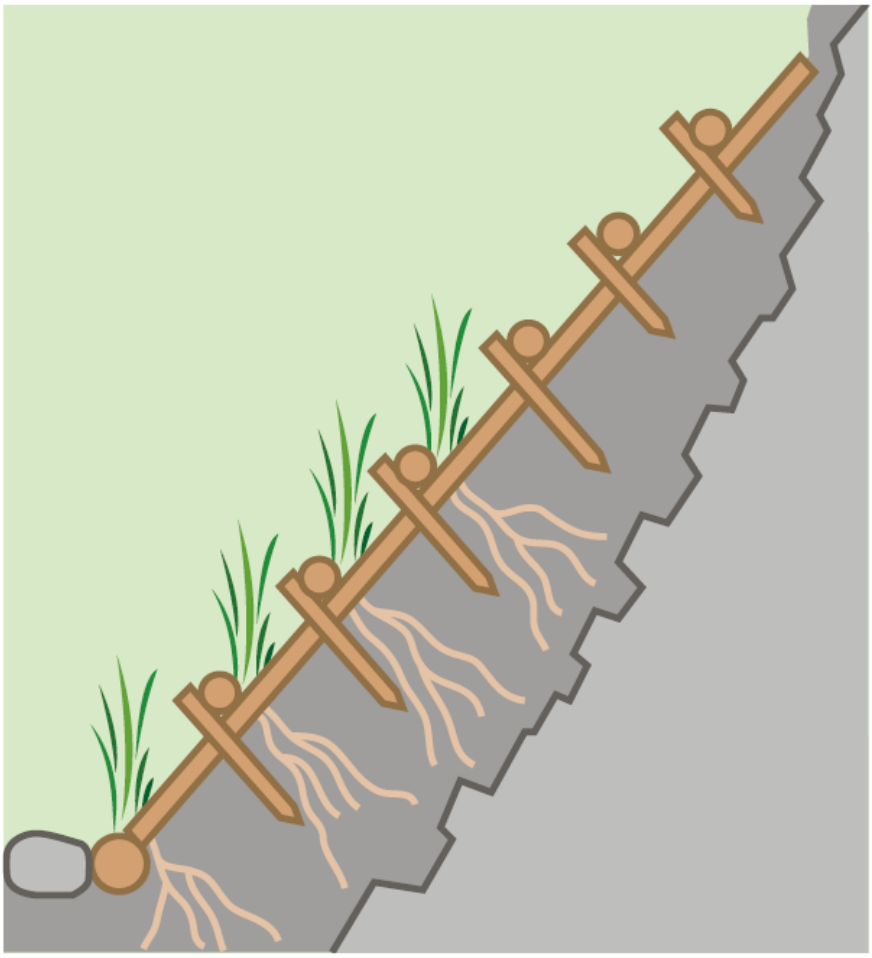


Abb. 69: Hangrost in einer schematischen Darstellung (ASTRA)

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 Holzpflöcken 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 He-

ckenlagen bepflanzt zur Verlängerung der Lebensdauer. Ohne vollständige Eindeckung wird der Hangrost nur kurze Zeit bestehen können und schnell verwittert oder verfault sein.

2.8.2 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.

Faustformel	*Beispielberechnung*
Fläche Hangrost m^2 **L x H des Bauwerks**	*15 x 10 m = 150 m^2*
Holzverbrauch m^3 **0.12 x Hangrostfläche**	*150 m^2 x 0.12 = 18 m^3*

Tab. 6: Planung Hangrost

- 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.

2.8.3 Bautechnik

1) 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.

2) 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.

3) Den Fuss vom Hangrost so wählen, dass dieser sich in der Flucht des Gefälles befindet.

4) Seitliche Einbindung des Bauwerkes von 0.5 bis max. 1 Meter

5) Entwässerung des Geländes und Hangs hinter dem Hangrost und Ableitung des gefassten Wassers sind zentral.

6) 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.

7) Vorbohren der Kreuzungsstellen erleichtert die anschliessende Verbindung mit Stahlnägeln oder Armierungseisen.

8) Ausfachen (Ausfüllen) der Abstände zwischen den Querhölzern mit entsprechenden Distanzhölzern.

Abb. 70: Ausfachung mit Distanzhölzern (Ammann Ingenieurbüro AG)

9) 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.

10) 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.

11) Begrünungen und Bepflanzungen der Hangrostoberfläche erhöhen die Festigkeit langfristig.

12) 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.

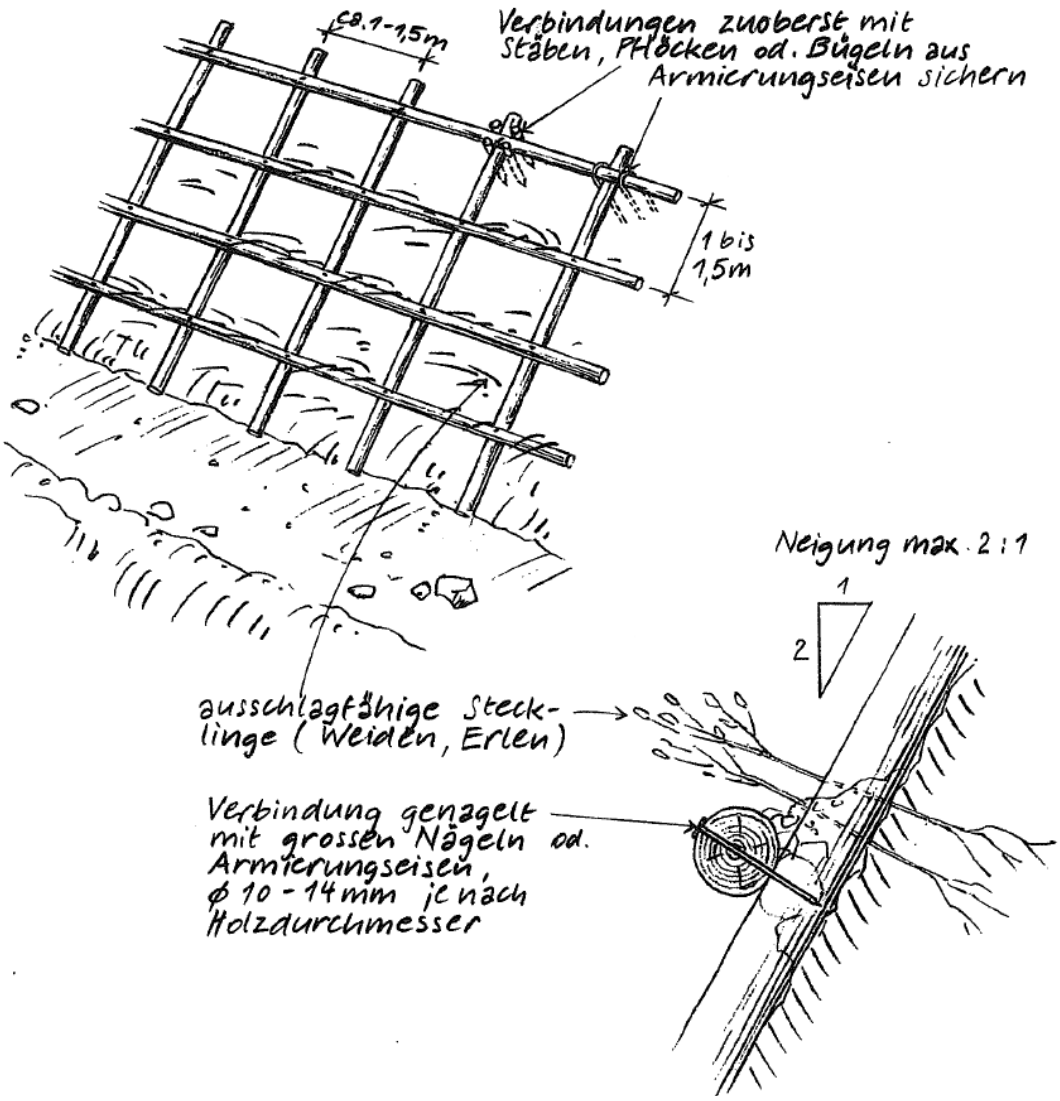


Abb. 71: Bauskizze Hangrost (ASTRA)

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.

2.9 Brücken

2.9.1 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 261, 263 und 265. 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.

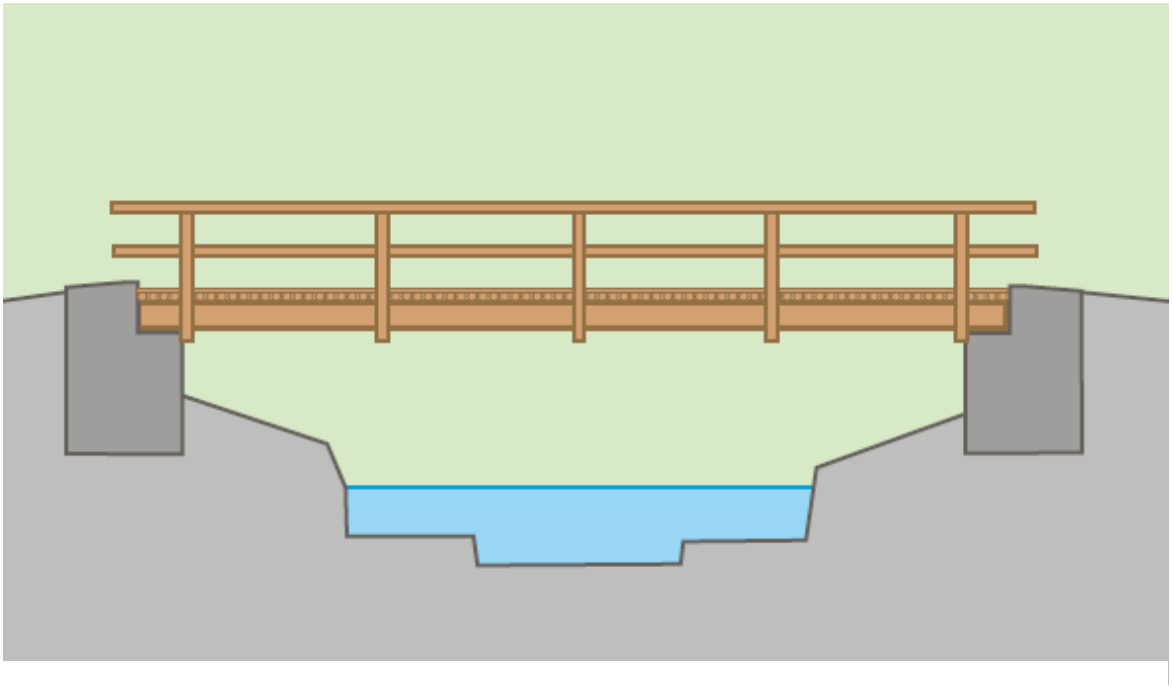


Abb. 72: Holzbrücke im Längsschnitt (ASTRA)

Generell erfordern alle Brücken und somit auch Fussgängerbrücken eine sorgfältige Planung und eine einwandfreie Ausführung, um eine hohe Lebensdauer und die erforderte 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.

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 Merkpunkte 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.

2.9.2 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 gerades 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 hinzuziehen 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 Seilzugskonstruktionen 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 im Kapitel 3

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

2.9.3 Bautechnik

1) 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.

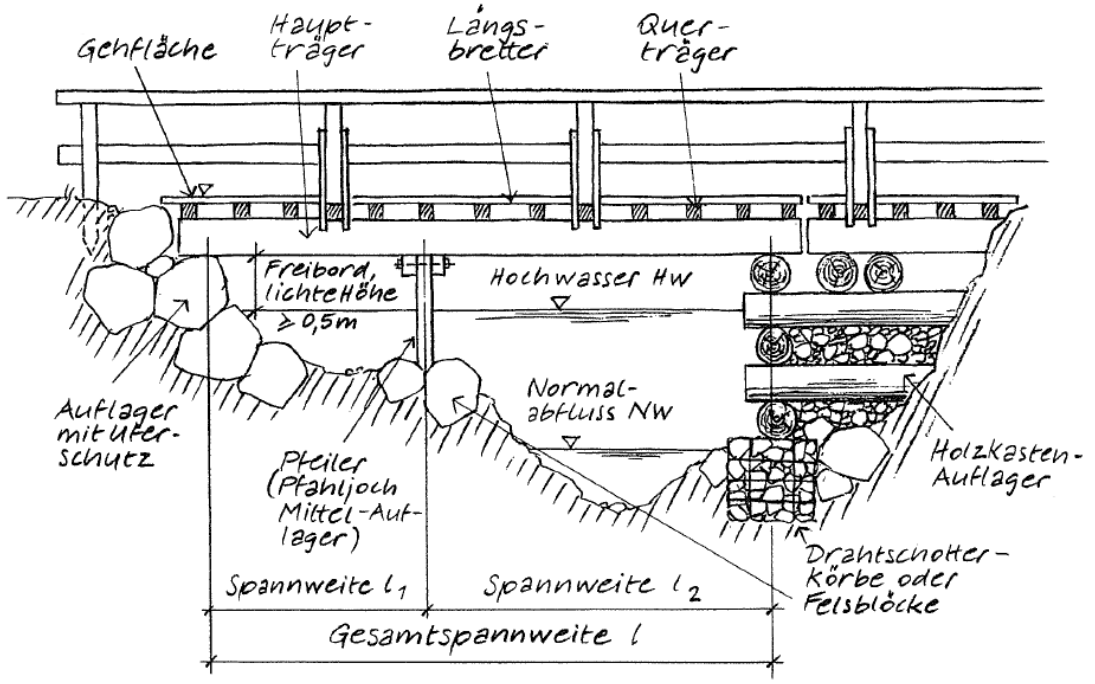


Abb. 73: Grundkonstruktion einer Holzbrücke (ASTRA)

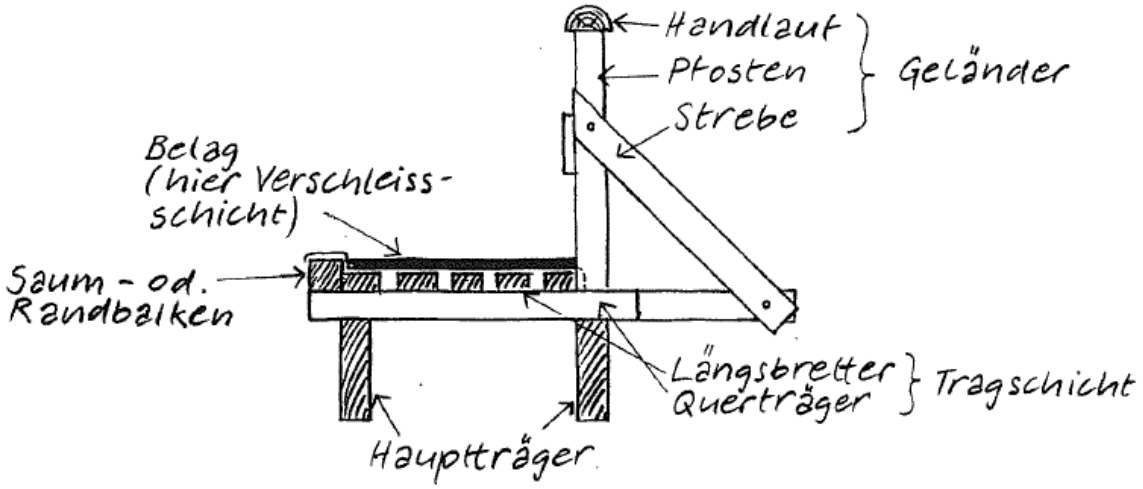


Abb. 74: Brückenbauteile (ASTRA)

Bei Überquerungen ohne wasserführende Elemente spielt der Freibord keine zentrale Rolle. Bei befahrbaren Brücken wird am Fahrbahnrand aus Sicherheitsgründen ein Randbalken befestigt.

Bei temporären Bauwerken kann die Funktionalität des Belages für die Gehfläche auch mittels Aufrauhung mit einer Kettensäge gewährleistet werden.

2) 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 Bauma-

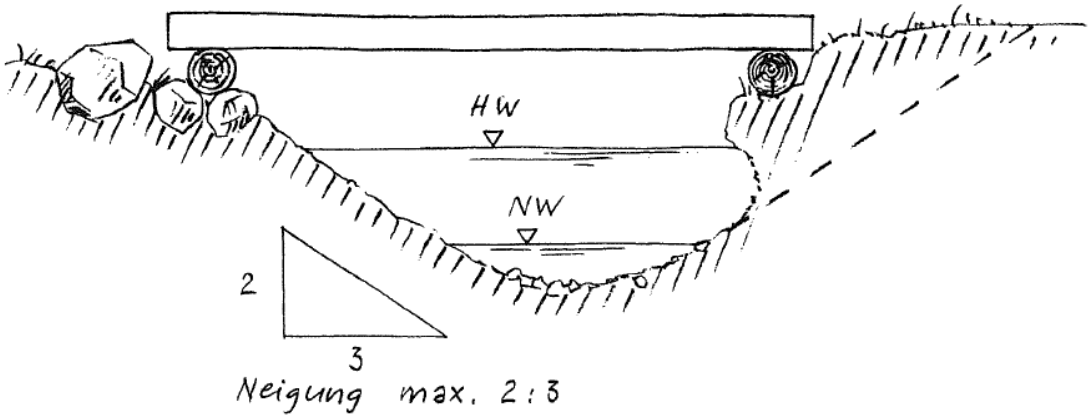


Abb. 75: Skizze geeignete Widerlager (ASTRA)

terial 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).

3) 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.

4) 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.

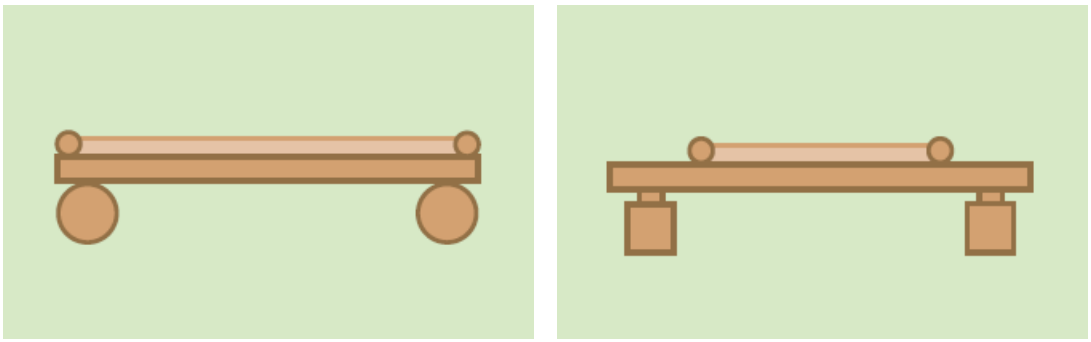


Abb. 76: Brückenquerschnitte (Rundholz vs. Kantholz) (ASTRA)

5) 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 t ausreichend und die Brückenbreite wird auf ungefähr 2.1 Meter ausgelegt. Die Brücke kann gemäss folgenden Merkmalen und Grundlagen erbaut werden.

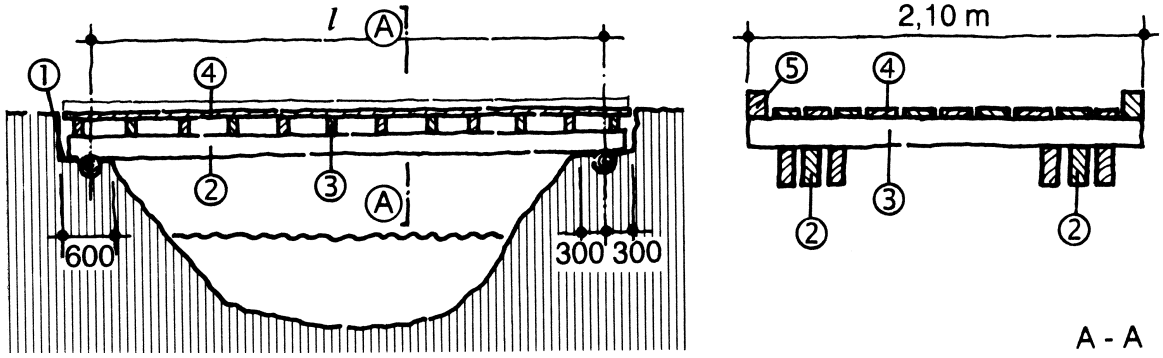
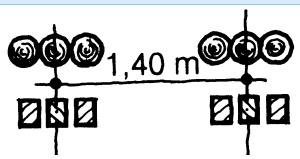
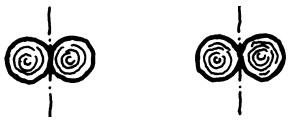


Abb. 77: Notbrücke mit einer Spannweite von l bis zu 6 Metern (Schweizer Armee)

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 Ø 18 cm, 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. 7: Längsträger (Schweizer Armee)

6) Beispiel Rundholzbrücke

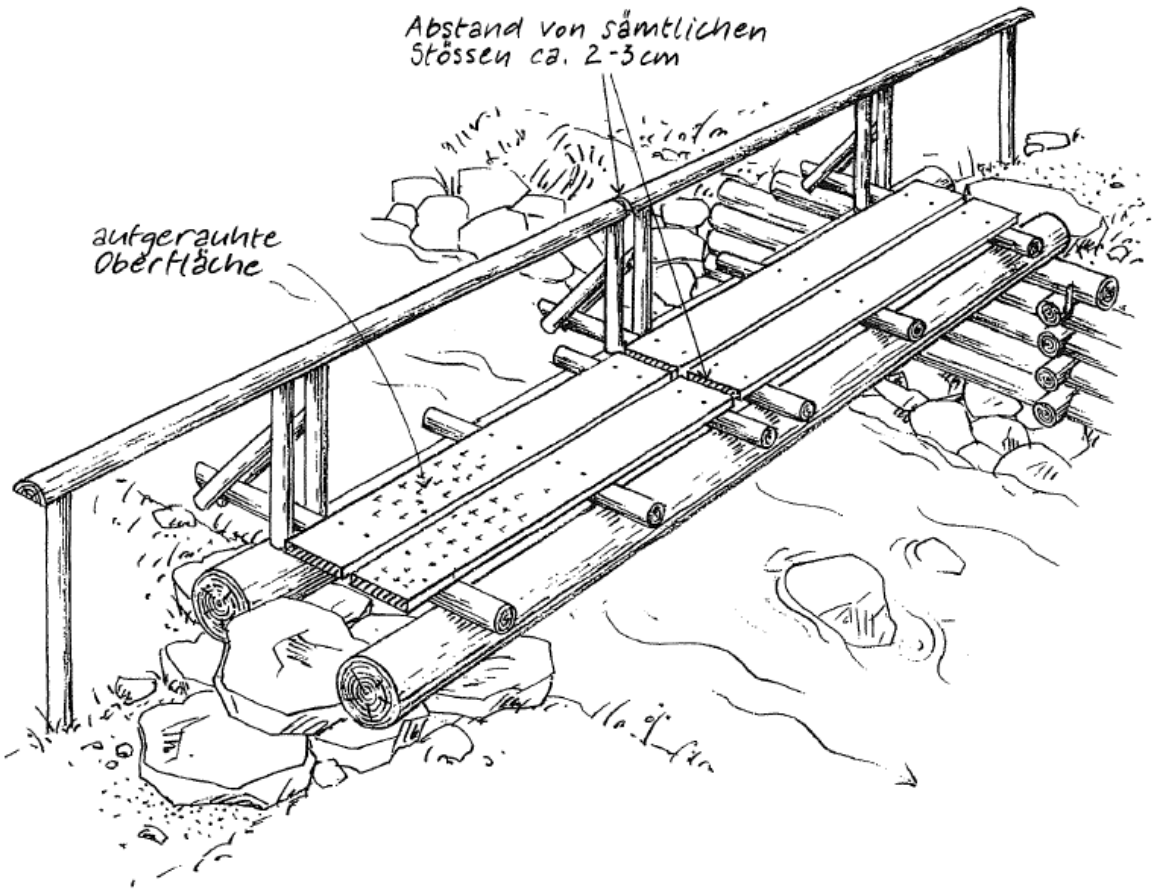


Abb. 78: Rundholzbrücke (ASTRA)

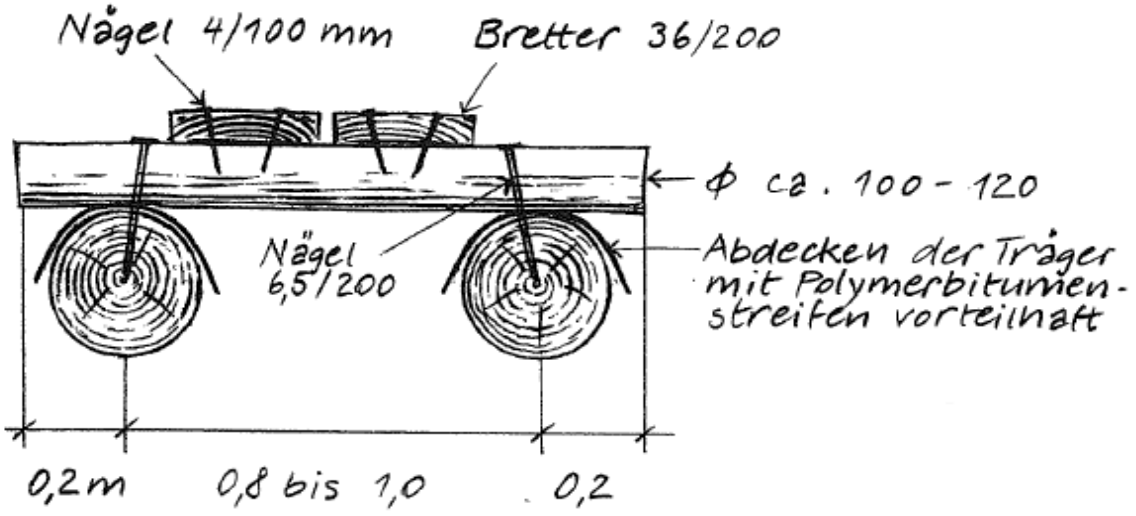


Abb. 79: Querschnitt ohne Geländer (ASTRA)

Weite	
4 m	16 cm
5 m	18 cm
6 m	20 cm

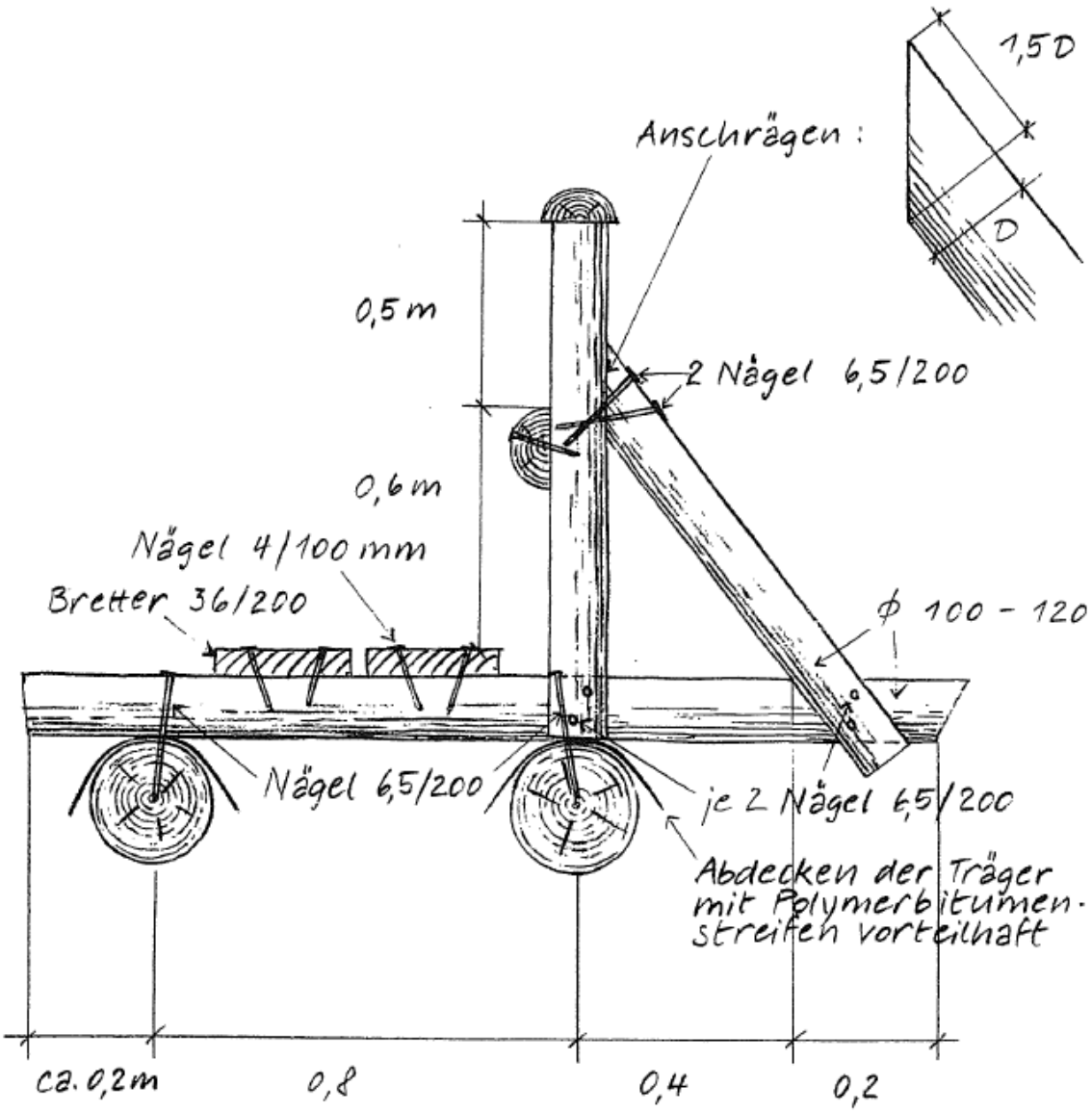


Abb. 80: Querschnitt mit Geländer (ASTRA)

7) 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)

2.10 Stege

2.10.1 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.

2.10.2 Planung

Die Planung kann analog der Planung bei Brücken erfolgen.

2.10.3 Bautechnik

1) Konstruktion

Stege werden meistens komplett aus Holz gefertigt. Sollen sie allerdings über sehr nassen 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.

Abb. 81: Steg auf Pfeilern (ASTRA)

Abb. 82: Konstruktion mit Querbalken (ASTRA)

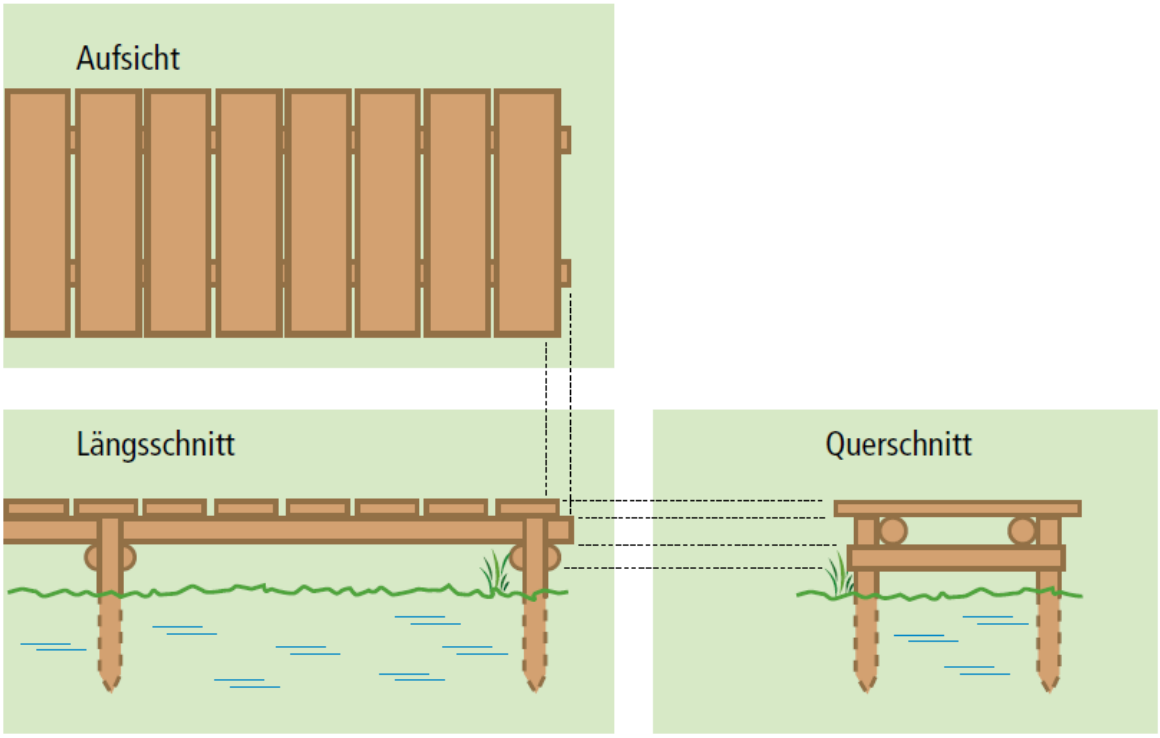


Abb. 83: Konstruktion Steg (ASTRA)

2) Beispiel einfacher Steg mit Rundholz

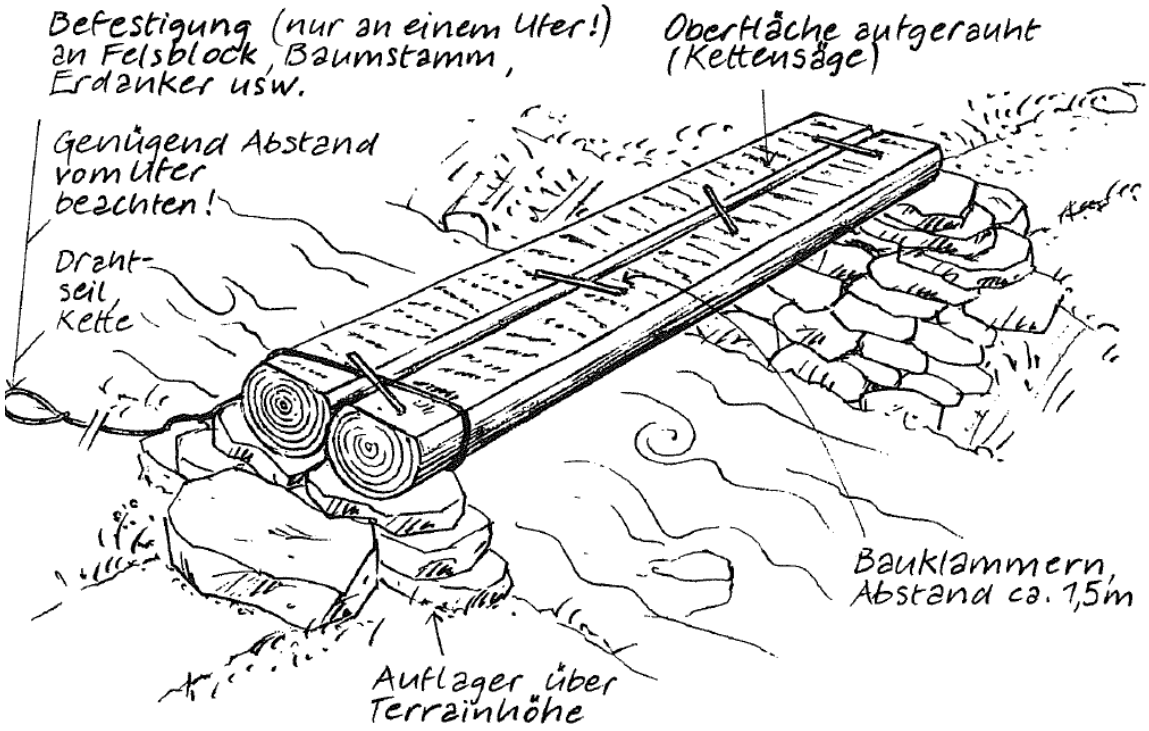


Abb. 84: Rundholzsteg (ASTRA)

3) 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

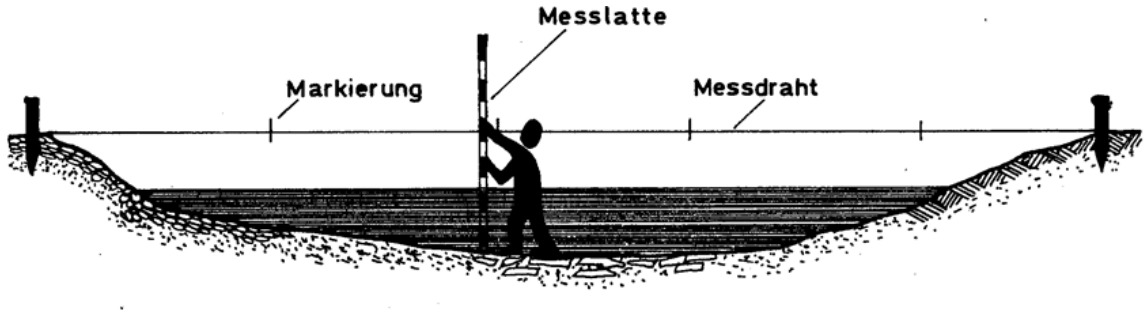


Abb. 85: Geländeprofil ausmessen

Massskizze erstellen

- Böcke nummerieren und Messergebnisse in Massskizze eintragen
- Beschaffenheit des Bachgrundes und der Ufer eintragen
- Wassertiefe und Wassergeschwindigkeit eintragen

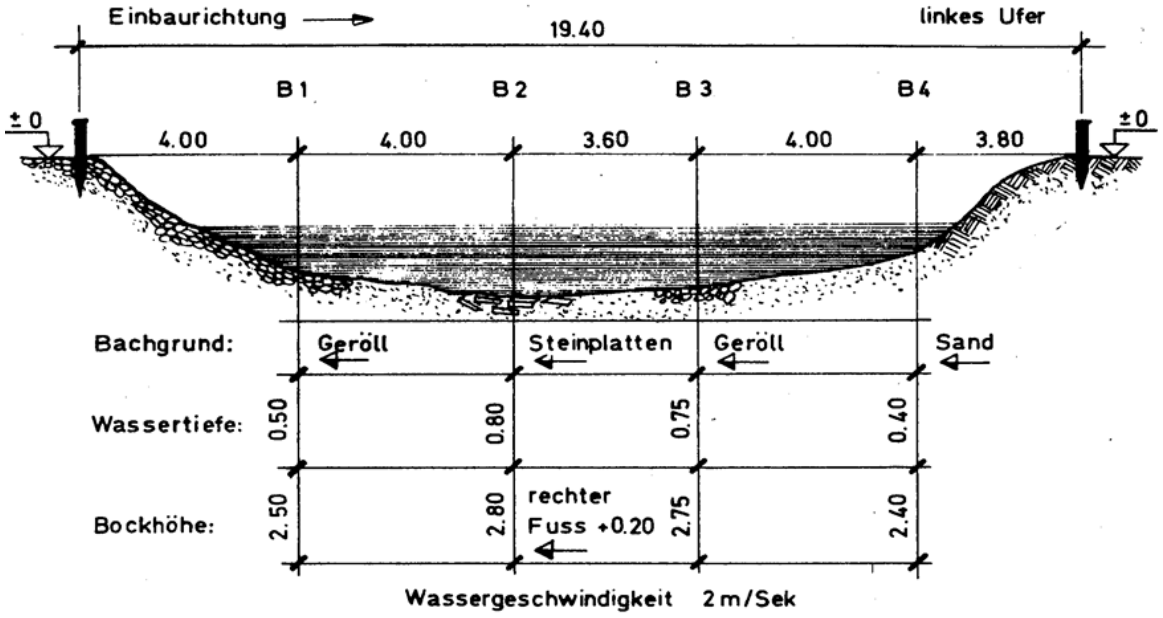


Abb. 86: Skizze mit Massangaben

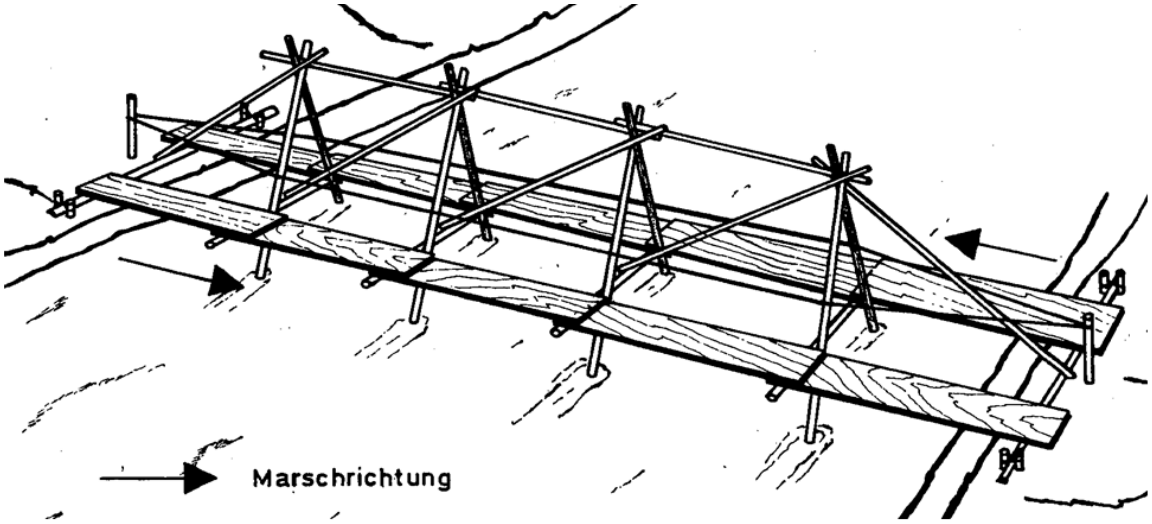


Abb. 87: Räumliche Darstellung Dreiecksteg

Die maximale Spannweite von Bock zu Bock darf 3.50 Meter nicht überschreiten.

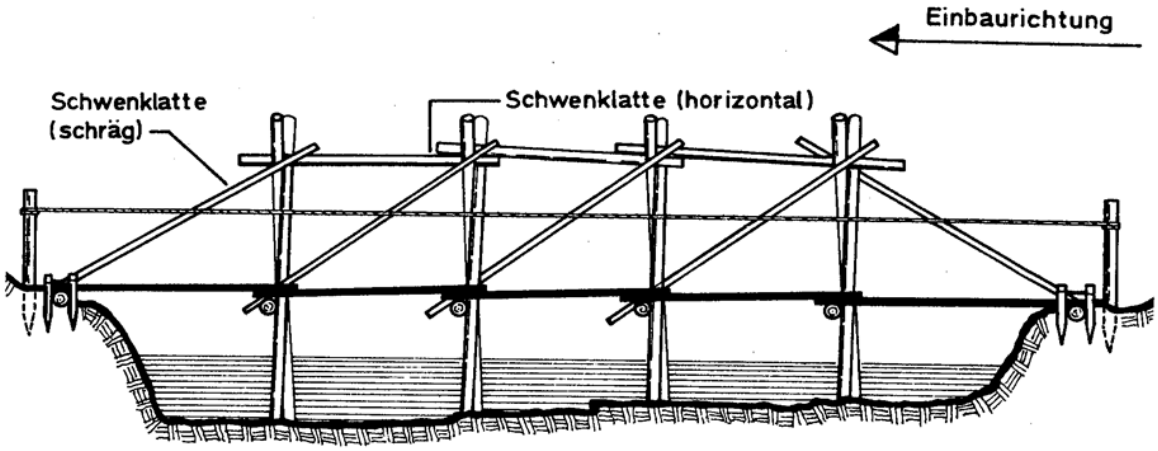


Abb. 88: Seitenansicht Dreiecksteg

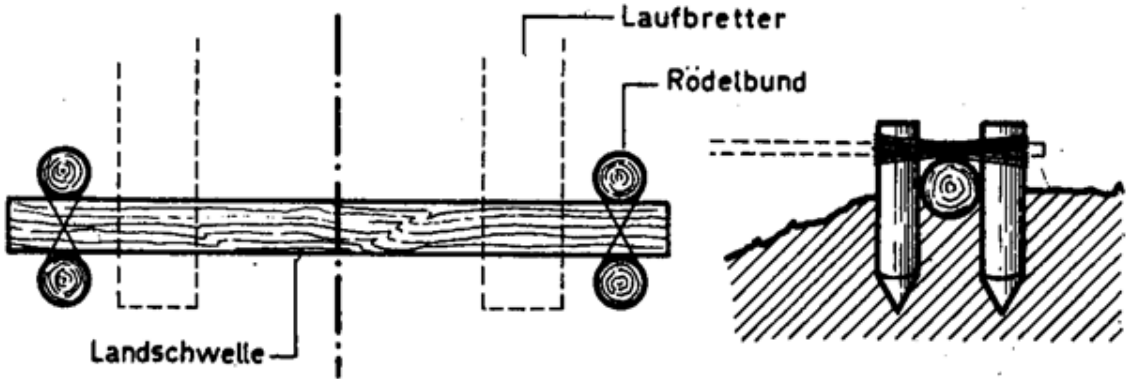


Abb. 89: Landschwelle

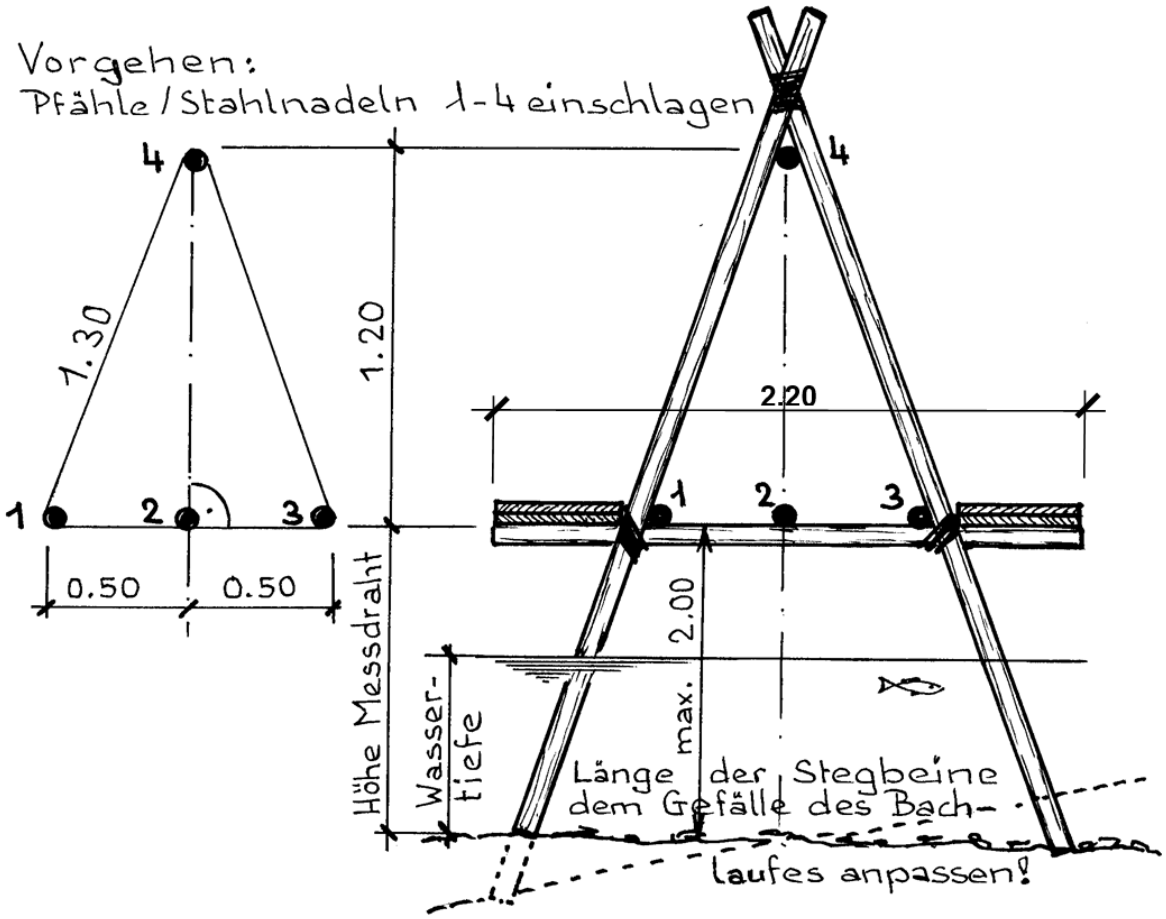


Abb. 90: Erstellen der Bocklehre und Abbinden der Böcke

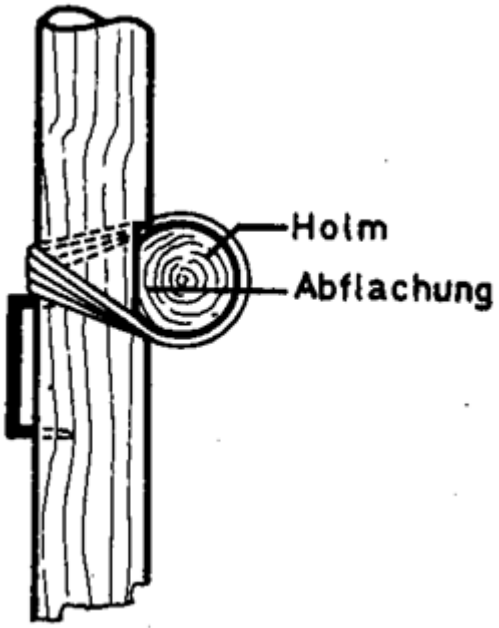


Abb. 91: Sicherung und Verbindung Holm mit Bockfuss

3. EXKURS BAUWERKE MIT GERÜSTSYSTEMEN

3.1 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 Grossmutters 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.

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 etc. 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.

3.2 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

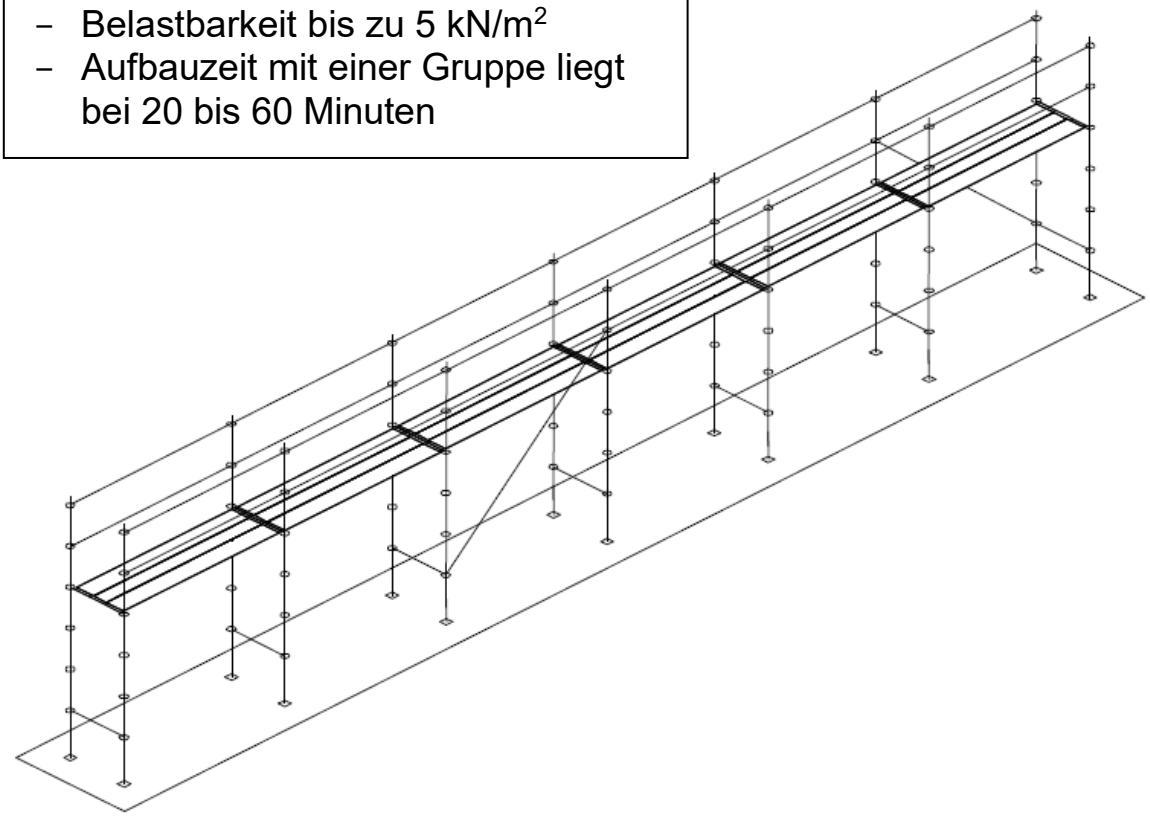


Abb. 92: Skizze Hochwasserlaufsteg mit Gerüstmaterial (THW)

Abb. 93: Trümmersteg mit EGS (THW)

Abb. 94: Hochwassersteg mit EGS (THW)

3.3 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/m^2
- Aufbauzeit mit einer Gruppe liegt bei 60 bis 90 Minuten

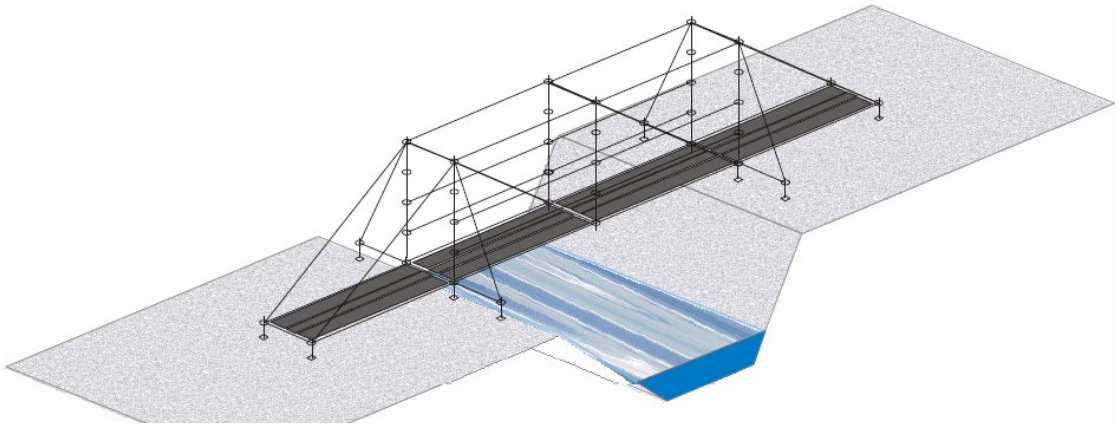


Abb. 96: Steg 6 Meter freitragend (THW)

Steg 9 Meter freitragend

- Gesamtlänge 15 Meter
- Belastbarkeit bis zu 5 kN/m^2
- Aufbauzeit mit einer Gruppe liegt bei 90 bis 120 Minuten

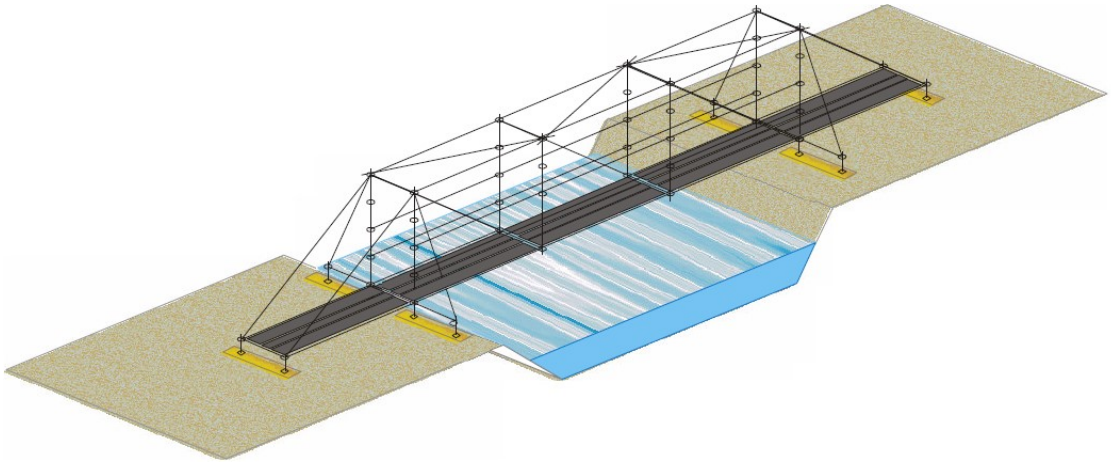


Abb. 97: Steg 9 Meter freitragend (THW)

3.4 Dekontaminationsstelle / Desinfektionsschleuse

Die Schleuse kann als Arbeitsbühne benutzt werden oder um Vorrichtungen anzubringen für die Reinigung, Desinfektion oder Dekontaminierung 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 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

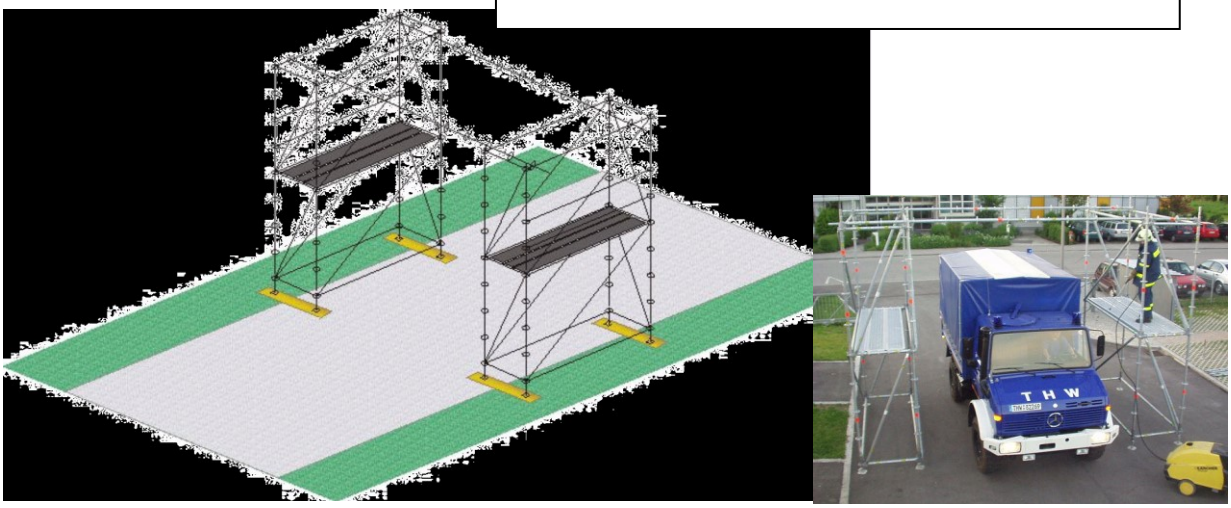


Abb. 98: Einfache Schleusenvariante mit quergelegten Vertikalstielen zur Befestigung möglicher Sprühvorrichtungen (THW)

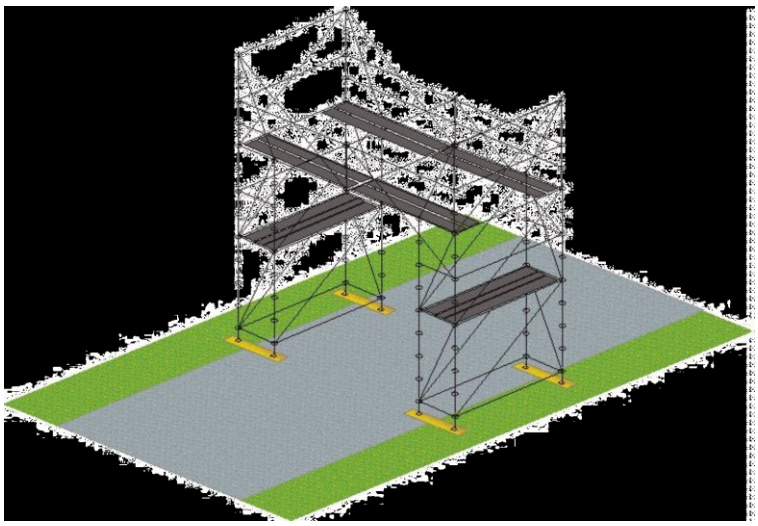


Abb. 99: Schleuse zur kompletten Reinigung von der Seite und von oben (THW)