

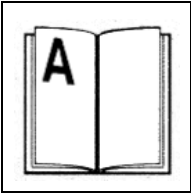
*SCHWEIZER ARMEE
ARMÉE SUISSE
ESERCITO SVIZZERO
ARMADA SVIZRA*



Behelf 51.94 d

Bauhandbuch

Gültig ab 1. Oktober 1997
Stand am 1. November 2003



Einleitung

Behelf des Chefs Heer

Bauhandbuch

vom 12. Februar 1997

erlassen gestützt auf Artikel 3, Absatz 1, Buchstabe c der Verordnung des Eidgenössischen Militärdepartements vom 24. März 1976 über militärische Vorschriften.

Zielsetzungen und -publikum

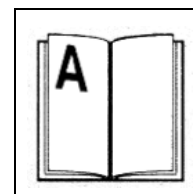
- Das Bauhandbuch soll die Basis-Information für die hauptsächlichsten Baubedürfnisse für die Erstellung der Kampfbereitschaft sowie nach Katastrophenereignissen liefern, respektive die vorhandenen Bauchef-Unterlagen ergänzen;
- es soll den Bauverantwortlichen sämtlicher Stufen der Armee und des Zivilschutzes als einfaches und zweckmässiges Hilfsmittel zur Lösung baulicher Aufgaben und als Ideenlieferant zur Verfügung stehen. Es soll aber auch die Grenzen der militärischen Bautätigkeit aufzeigen. Dies gilt insbesondere bei den Baueinsätzen im Katastrophenfall;
- bautechnisches Allgemeinwissen soll unterstützt werden und mit spezifischen Aspekten und Gegebenheiten der militärischen Bautechnik (Erstellen von Behelfsbauten) sowie des Einsatzes bei Katastrophenereignissen ergänzt werden. Beim «Massstab» für die Erläuterung bautechnischer Aufgaben im vorliegenden Behelf wurde von den vorhandenen technischen Möglichkeiten von Truppen inklusive Spezialtruppen und Zivilschutz-Formationen ausgegangen.

Im weiteren gilt:

- durch gezielte Hinweise die Sicherheit bei militärischen Bauarbeiten zu erhöhen;
- die (technische) Kommunikation mit zivilen Stellen zu erleichtern (dies gilt insbesondere für den Einsatz im Katastrophenfall).

¹Das Bauhandbuch ist ein technischer Behelf. Die taktische Führung sowie die zivile/militärische Führung im Katastrophenfall ist deshalb nicht Gegenstand des vorliegenden Handbuchs.

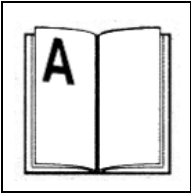
²Das Zielpublikum für das Bauhandbuch setzt sich zusammen aus den militärischen Bauchefs aller Stufen, Baustäben, Baufachleuten der Armee und des Zivilschutzes sowie aus den Kadern von Truppen im Katastropheneinsatz. Bautechnisches Grundwissen und gesunder Menschenverstand werden vorausgesetzt.



Aufbau und Gestaltung

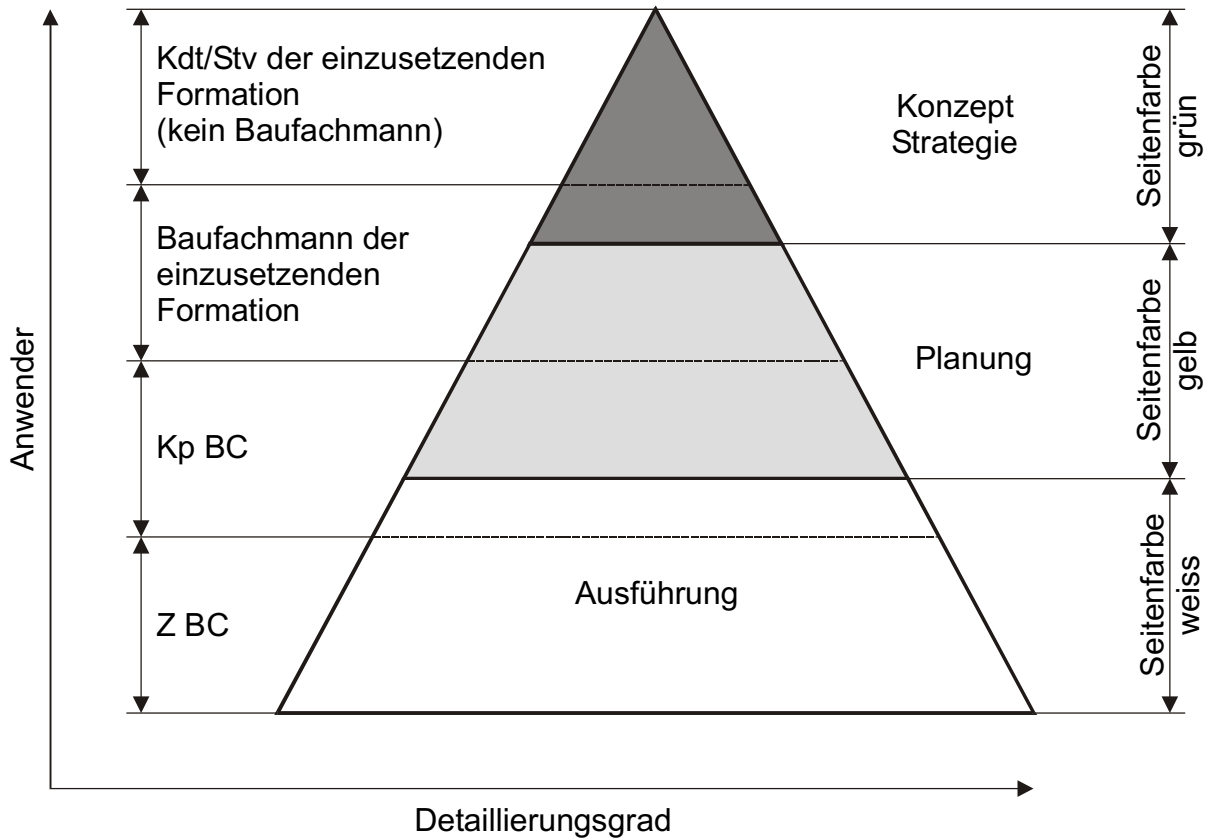
¹Das Bauhandbuch ist in sechs Teile gegliedert, welche jeweils mehrere Kapitel umfassen:

Teil 1:	Baugrund und Aushub
11	Grundsätze
12	Baugrundbeurteilung
13	Aushub
14	Entwässerung
Teil 2:	Verstärkung bestehender Bauten
21	Planung
22	Projektierung
23	Konstruktive Empfehlungen
Teil 3:	Behelfsmässige Infrastrukturbauten
31	Grundsätze
32	Einrichtung verstärkter Bauten
33	Installationsplätze für Notbehausungen
34	Verkehrswege
35	Holzbau
Teil 4:	Baueinsatz im Katastrophenfall
41	Grundsätze
42	Arbeiten am Wasser
43	Arbeiten in einsturzgefährdeten Häusern
44	Räumen und Deponieren
45	Arbeiten im Wald
Teil 5:	Tipps und Kniffe
51	Vermessung
52	Bearbeitung von Holz
53	Herstellung von Mörtel und Beton
54	Verankerungen
55	Spezielle Sprenganwendungen
56	Behelfsmässige Sandsackabfüllanlage
Teil 6:	Anhang
61	Grundsätze zur Organisation
62	Mathematische Tabellen und Formeln
63	Statische Bemessungsgrundlagen
64	Ladepazitäten
65	Verzeichnis der Bauchefunterlagen
66	Schlussbestimmungen
67	Schlagwortverzeichnis



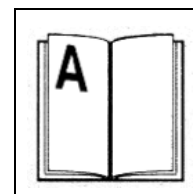
Einleitung

²Zur einfacheren Handhabung werden verschiedene Seitenfarben verwendet:



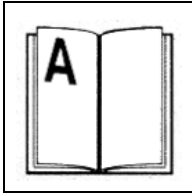


A large rectangular area containing 26 horizontal lines, providing space for writing the introduction.



Teil 1: Baugrund und Aushub

11	Grundsätze	1
11.1	Zielsetzung	1
11.2	Vorgehen.....	1
11.2.1	Standortabklärung und Baugrundbeurteilung	1
11.2.2	Planung der Aushubarbeiten	2
11.2.3	Ausführung der Aushubarbeiten	3
12	Baugrundbeurteilung.....	5
12.1	Bodenbeschaffenheit	5
12.2	Erkundungsmethoden	8
12.2.1	Feldbeobachtungen	8
12.2.2	Kartenstudium	13
12.2.3	Befragungen	14
12.2.4	Sondierungen und Probeentnahme	14
12.2.5	Gefrorene Böden	15
13	Aushub.....	17
13.1	Vorbereitungsarbeiten.....	17
13.1.1	Baustellenerschliessung	17
13.1.2	Baupisten	18
13.1.3	Deponien.....	18
13.1.4	Absteckung	18
13.1.5	Hindernisse und Gefährdungen	20
13.1.6	Unfallverhütung.....	20
13.1.7	Berücksichtigung der Witterung	21
13.2	Aushub im Lockergestein.....	22
13.2.1	Wahl des Aushubgerätes.....	22
13.2.2	Aushub von Gräben und Baugruben	24
13.2.3	Grabensicherung	25
13.2.4	Baugrubensicherung	28
13.3	Aushub im Festgestein	28
13.3.1	Abbautechniken	28
13.3.2	Sprengtechnischer Abbau.....	29
13.3.3	Mechanischer Abbau im Festgestein.....	30
13.4	Überdecken von eingegrabenen Objekten	32

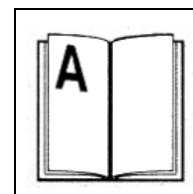


Inhaltsverzeichnis

14	Entwässerung.....	33
14.1	Anforderungen	33
14.2	Entwässerungsmassnahmen	34
14.2.1	Oberflächenentwässerung	34
14.2.2	Baugrubenentwässerung	35
14.2.3	Entwässerung von Objekten unter Terrain	36
14.2.4	Entwässerung von Gräben und offenen Stellungen	36
14.3	Konstruktive Details	36
14.3.1	Entwässerungsleitungen	36
14.3.2	Schöpflöcher, Pumpensümpfe und Sickerschächte	38
14.4	Kontrolle und Unterhalt von Entwässerungen.....	39
14.4.1	Massnahmen während der Bauzeit	39
14.4.2	Massnahmen während des Betriebes.....	39

Teil 2: Verstärkung bestehender Bauten

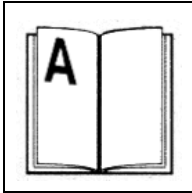
21	Planung.....	41
21.1	Schutzziele.....	41
21.2	Planungsablauf	42
21.3	Eignungsabklärung	43
21.4	Ausbaugrad.....	45
21.5	Projektierungsgrundlagen	47
21.6	Mittel.....	48
21.6.1	Material	48
21.6.2	Werkzeuge und Maschinen	49
21.7	Zeitbedarf	50
22	Projektierung von Deckenverstärkungen	53
22.1	Grundsätzliches Vorgehen.....	53
22.2	Deckenarten.....	54
22.2.1	Betondecken auf Wänden.....	54
22.2.2	Betondecken auf Stützen.....	54
22.2.3	Balken- und Kassettendecken	55
22.2.4	Gewölbedecken	56



22.3	Behelfsstützen.....	56
22.3.1	Holz-Deckenstützen	57
22.3.2	Metall-Deckenstützen.....	58
22.4	Einbauschema gemäss Näherungsverfahren	59
22.4.1	Einbauschema für Rund- oder Kantholzstützen	59
22.4.2	Einbauschema für Metall-Deckenstützen	60
22.4.3	Einbauschema bei Balken-, Kassetten- und Hohlkörperdecken.....	60
22.5	Nachweis der Tragfähigkeit	61
22.5.1	Bemessungsformeln für Deckenverstärkungen	62
22.5.2	Ermittlung der Traglast von Behelfsstützen	65
22.5.3	Beispiel.....	70
23	Konstruktive Empfehlungen	73
23.1	Widerstandserhöhung gegen Brandwirkung und Kernstrahlung	73
23.2	Decken	74
23.2.1	Deckenverstärkung mit Holzstützen	74
23.2.2	Deckenverstärkung mit Metall-Deckenstützen.....	78
23.2.3	Deckenverstärkung bei Nebenräumen	82
23.3	Wände.....	83
23.3.1	Verschliessen von Öffnungen	83
23.3.2	Verstärkung von Aussenwänden	86
23.3.3	Massnahmen bei Innenwänden	89
23.4	Eingangspartien	90
23.4.1	Anordnung der Eingänge	90
23.4.2	Verstärkung von Eingangstüren.....	93
23.4.3	Lüftung	95
23.4.4	Notausgänge und Fluchtwege	96

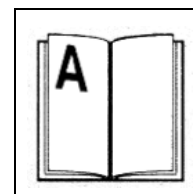
Teil 3: Behelfsmässige Infrastrukturbauten

31	Grundsätze	99
31.1	AC-Schutz.....	99
31.1.1	Massnahmen.....	99



Inhaltsverzeichnis

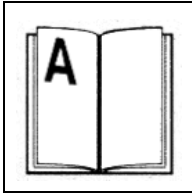
31.2	Brandschutz	101
31.3	Schutz vor Wassereintrüchen	102
31.4	Kommunikation	104
32	Einrichtung verstärkter Bauten	107
32.1	Kommandoposten	107
32.1.1	Grundsätzliche Anforderungen	107
32.1.2	Der Bat KP	109
32.1.3	Der Rgt KP	110
32.2	Sanitätsdienst.....	111
32.2.1	Militärspitäler	111
32.2.2	Sanitätshilfsstellen	111
32.3	Schutzküchen (Kriegsküchen)	115
32.3.1	Notkochplatz	115
32.3.2	Besondere Hinweise	115
33	Installationsplätze für Notbehaltungen.....	117
33.1	Grundsätzliches	117
33.2	Hinweise für die minimal benötigten Infrastrukturen	117
33.3	Wichtigste Richtzahlen für die Planung von Notbehaltungen	118
33.4	Weitere Hinweise	119
34	Verkehrswege.....	121
34.1	Grundsätze.....	121
34.1.1	Allgemeines.....	121
34.1.2	Gefahrenbeurteilung	121
34.2	Planung	122
34.2.1	Planunterlagen	123
34.2.2	Projektierungsvorgehen	124
34.2.3	Dimensionierungskriterien.....	124
34.2.4	Horizontale Linienführung	126
34.2.5	Vertikale Linienführung	131
34.2.6	Querschnittsgestaltung	132
34.2.7	Kunstabauten	136
34.3	Ausführung.....	139
34.3.1	Absteckung	139
34.3.2	Geräteinsatz.....	139
34.3.3	Unterbau	144



34.3.4	Oberbau	150
34.3.5	Entwässerung	152
34.3.6	Stützbauwerke	156
34.3.7	Hangsicherungen	162
34.3.8	Brückenreparaturen	165
34.3.9	Verkehrslenkung	166
35	Holzbau	167
35.1	Holz	167
35.1.1	Holzarten	167
35.1.2	Holzeigenschaften	167
35.2	Verbindungsmitel	172
35.3	Holzkonstruktionen	181
35.3.1	Balkenlage	181
35.3.2	Riegelwand	184
35.3.3	Dachkonstruktionen	185
35.3.4	Brücken	188

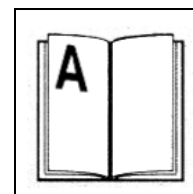
Teil 4: Baueinsatz im Katastrophenfall

41	Grundsätze	191
41.1	Einsatz von Truppen	191
41.2	Bautechnische Haupttätigkeiten bei Katastrophenereignissen	192
41.3	Phasen in der Katastrophenhilfe	194
42	Arbeiten am Wasser	197
42.1	Ablauf und Schadenfolgen eines Hochwassers	197
42.1.1	Wichtigste Phänomene bei einer Unwetterkatastrophe	197
42.1.2	Schadensbild	200
42.1.3	Ablauf eines Hochwassers	201
42.1.4	Handlungsgrundsätze bei Arbeiten am Wasser	203
42.2	Schadensbegrenzung während eines Hochwassers	206
42.2.1	Grundlagen	206
42.2.2	An niedrigen Brücken oder Wehren	206
42.2.3	An Ufern	206
42.2.4	An Hochwasserschutzdämmen	207

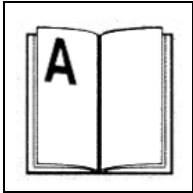


Inhaltsverzeichnis

42.3	Massnahmen nach dem Hochwasser	209
42.3.1	Ausräumen des ursprünglichen Bachgerinnes	209
42.3.2	Sicherung beschädigter oder zerstörter Ufer	209
42.3.3	Schliessen der Dammbreschen	211
42.3.4	Reparatur der Querwerke	213
42.3.5	Neubau eines Bachgerinnes	213
42.3.6	Öffnen verstopfter Durchlässe	213
42.3.7	Räumen eines Sees von Treibholz	214
42.4	Bauwerke am Wasser	217
42.4.1	Kännel	217
42.4.2	Wildbachsperrern	222
42.4.3	Grundschwellen	230
42.4.4	Ufersicherungen	232
42.4.5	Bau von Holzkasten	237
42.5	Bemessungsgrundlagen	245
42.5.1	Hydrologische Grundlagen	245
42.5.2	Grobe Bestimmung des Bachgefälles	247
42.5.3	Kapazitäten von Gerinnen	248
42.5.4	Blockwurfbemessung	250
43	Arbeiten in einsturzgefährdeten Bauten	253
43.1	Beurteilung der Situation	253
43.1.1	Zielsetzung	253
43.1.2	Ursachen und nachfolgende Gefahren	253
43.1.3	Beurteilung der vorhandenen Bausubstanz	256
43.1.4	Empfindlichkeit der Bauwerke bei aussergewöhnlichen Einwirkungen	259
43.1.5	Gefahren nach Teileinsturz	269
43.2	Sicherungsmassnahmen	272
43.2.1	Sichern der Umgebung	272
43.2.2	Sichern von eingestürzten oder einsturzgefährdeten Bauten	273
43.2.3	Zugänge durch Trümmer	276
43.2.4	Freilegen und Räumen eingestürzter Bauten	277
44	Räumen und Deponieren	279
44.1	Grundlagen	279
44.1.1	Erkundungen	279
44.1.2	Arbeitsziele	279
44.1.3	Vorgehen	280



44.2	Mögliche Fälle	281
44.2.1	Bergsturz.....	281
44.2.2	Felssturz.....	282
44.2.3	Erdrutsch.....	282
44.2.4	Murgang.....	283
44.2.5	Schneelawine.....	284
44.2.6	Überschwemmung	284
44.3	Räumen von Verschüttungen	284
44.4	Räumen von Gebäudetrümmern	286
44.4.1	Räumgut.....	286
44.4.2	Vorgehen.....	286
44.5	Materialseparierung (Materialtriage)	288
44.5.1	Gefahrenstoffe	288
44.5.2	Rottematerial.....	288
44.5.3	Wertstoffe.....	289
44.5.4	Inertstoffe	289
44.5.5	Aushub, Schüttmaterialien	289
44.6	Seitliche Deponie und Zwischenlagerdeponie	290
44.7	Maschinen für Räumungsarbeiten	290
45	Arbeiten im Wald.....	293
45.1	Grundsätze.....	293
45.1.1	Übersicht.....	293
45.1.2	Anforderungen	293
45.2	Unfallverhütung beim Aufrüsten von stehenden Bäumen.....	294
45.2.1	Betrieb und Wartung von Motorsägen	294
45.2.2	Verletzungsgefahr beim Gebrauch der Motorsäge	295
45.2.3	Handhabung und Arbeitstechnik.....	296
45.2.4	Arbeitssicherheit beim Fällen von Bäumen.....	296
45.2.5	Regeln beim Entasten.....	297
45.2.6	Aufenthaltsbereich beim Holzrücken	298
45.2.7	Arbeitssicherheit in Kürze	300
45.3	Aufrüsten von geworfenen, gebrochenen Bäumen.....	301
45.3.1	Flächenwurf.....	301
45.3.2	Stocktrennschnitt.....	302
45.3.3	Wurzelteller am Hang.....	303
45.3.4	Trennschnitt in gespanntem Holz	304
45.3.5	Fällen von gebogenen Bäumen	305
45.3.6	Hängengebliebene Bäume	306
45.3.7	Geknickte Bäume.....	307
45.3.8	Fällen von Baumresten	308

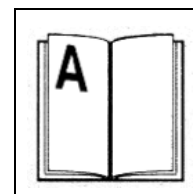


Inhaltsverzeichnis

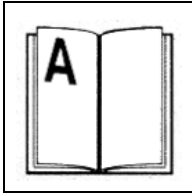
45.4	Sprengen.....	309
45.5	Räumen von Schadflächen	309
45.6	Einsatz nach Waldbränden	310
45.7	Checklisten.....	310
45.7.1	Rekognoszierung und Vorbereitung für den Kp Kdt/Bauchef	310
45.7.2	Arbeitsvorbereitung (AVOR) für den Equipenchef	312
45.7.3	Arbeitskontrolle während der Arbeit für den Equipenchef.....	312

Teil 5: Tipps und Kniffe

51	Vermessung.....	313
51.1	Messen von Distanzen, Höhen und Winkeln	313
51.1.1	Distanzen	313
51.1.2	Höhen.....	315
51.1.3	Nordrichtung.....	317
51.2	Abstecken	318
51.2.1	Geraden	318
51.2.2	Rechte Winkel	319
51.2.3	Kreisbögen	320
51.3	Profilierung	321
51.4	Rückversicherung	322
51.5	Schnurgerüst für Baugruben	323
52	Holz.....	325
52.1	Holzbearbeitung	325
52.1.1	Werkzeuge und Hilfsmittel	325
52.1.2	Zimmerei-Abbundmaschinen	326
52.1.3	Abbinden und Aufrichten.....	328
52.2	Einfache Zimmerarbeiten	330
52.2.1	Leiter	330
52.2.2	Treppen.....	332
52.2.3	Bretttertüre	335



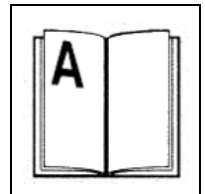
53	Mörtel und Beton.....	337
53.1	Mörtel	337
53.2	Beton.....	337
53.3	Herstellung	338
54	Verankerungen	341
54.1	Baumverankerung	341
54.2	Pfahlverankerung	342
54.3	Toter Mann-Anker	344
54.4	Verankerungen an grossen Steinen	344
54.5	Seile	345
54.6	Knoten.....	346
55	Spezielle Sprenganwendungen	349
55.1	Grundlagen	349
55.2	Vorgehen.....	350
55.3	Ladeberechnungen	350
55.3.1	Sprengen von Freisteinen	351
55.3.2	Sprengen von Holz	353
55.3.3	Sprengen von Gräben, Aushuben und Abträgen	356
56	Abfüllen von Sandsäcken	357
56.1	Grundlagen	357
56.2	Abfüllen von Hand.....	358
56.3	Abfüllen mit einem Umschlaggerät	359
56.4	Abfüllen mit einem Fahrmischer.....	360



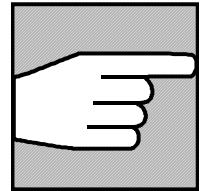
Inhaltsverzeichnis

Teil 6: Anhang

61	Organisation im Katastropheneinsatz	361
61.1	Grundsätzliches	361
61.2	Organisation.....	362
61.2.1	Ziviler Einsatzleiter (Gesamteinsatzleiter).....	362
61.2.2	Militärischer Einsatzleiter	363
61.3	Organigramm Führungsstab/Krisenstab	363
61.4	Wichtige Merkmale für den Bauchef	364
61.5	Einsatzkonferenz, Einsatzrapport und Schlussbericht (Formulare)	364
61.5.1	Einsatzkonferenz.....	365
61.5.2	Einsatzrapport.....	366
61.5.3	Schlussbericht.....	367
62	Geometrische Tafeln.....	369
62.1	Flächeninhalt und Umfang	369
62.2	Rauminhalt und Oberfläche von Körpern.....	370
62.3	Trigonometrische Funktionen	371
63	Statische Bemessungsgrundlagen	373
63.1	Nachweiskonzept.....	373
63.2	Beanspruchung	373
63.2.1	Statisches System.....	373
63.2.2	Einwirkungen.....	374
63.3	Tragwiderstand	375
63.3.1	Geometrische Querschnittswerte.....	375
63.3.2	Baustoffkennwerte	375
63.3.3	Bemessungsformeln für Biegung und Querkraft.....	377
63.3.4	Knicken	378
63.3.5	Durchstanzen	380
63.4	Hilfstabellen.....	381
63.4.1	Bezeichnungen	381
63.4.2	Statische Systeme	382
63.4.3	Raum- und Flächenlasten	385
63.4.4	Trägheits- und Widerstandsmomente	386
63.4.5	Umrechnen von Einheiten.....	389



64	Lade- und Transportkapazitäten.....	391
64.1	Ladekapazitäten.....	391
64.2	Transportkapazitäten	394
64.2.1	Zielsetzung.....	394
64.2.2	Vorgehen.....	394
64.2.3	Interpretation	396
65	Zusammenstellung der Bauchunterlagen	397
65.1	Reglemente, Behelfe und Lehrschriften.....	397
65.2	Formulare.....	397
65.3	Typenpläne (Grundtypen)	398
65.4	Typenpläne (waffenspezifische Typen)	398
65.5	Bautypen (Grundtypen).....	399
65.5.1	Beobachterunterstände (inkl vorfabrizierter Unterstände)	399
65.5.2	Schutzbauwerke (inkl vorfabrizierte Unterstände)	400
65.5.3	Waffenstellungen	402
66	Schlussbestimmungen.....	405
67	Schlagwortverzeichnis	407



11 Grundsätze

11.1 Zielsetzung

¹Die Erstellung von behelfsmässigen Bauten beginnt in der Regel mit dem Aushub. Planung und Ausführung der Aushubarbeiten müssen sorgfältig auf die natürlichen Baugrundverhältnisse abgestimmt werden. Hierzu ist eine zuverlässige Baugrundbeurteilung unumgänglich.

²Durch das beschriebene Vorgehen soll folgendes erreicht werden:

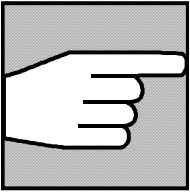
- Festlegung des optimalen Standortes und der maximalen Aushubtiefe;
- Wahl der günstigsten Aushubmethode und der erforderlichen Geräte;
- Optimierung von Baugrubenform und -abmessungen, Sicherungs- und Entwässerungsmassnahmen;
- effiziente Planung des Zeit-, Personal- und Materialbedarfs;
- günstige Voraussetzungen für Betrieb und Unterhalt des Objektes.

11.2 Vorgehen

11.2.1 Standortabklärung und Baugrundbeurteilung

¹Neben der Einschätzung des Geländes durch den taktischen Kommandanten spielt die Baugrundbeurteilung die wesentlichste Rolle bei der Wahl des Standortes (→ Kapitel 12).

²Kommt trotz schlechter Eignung kein anderer Standort in Frage, so sind die ungünstigen Eigenschaften des Baugrundes zu berücksichtigen und das vorgesehene Objekt entsprechend anzupassen.



1 Baugrund und Aushub

11 Grundsätze

³Die folgenden Aspekte und deren Einflüsse sind abzuklären:

- Boden-/Gesteinsart: Locker- oder Festgestein, Durchlässigkeit;
- Bodenzustand: nass, trocken, gefroren;
- Grabbarkeit: von Hand, maschinell oder durch Sprengen;
- Behinderungen: Werkleitungen, Dränagen, Fundamente, Felsblöcke, Wurzelstöcke;
- Stabilität: Böschungsneigung, Sicherungsmassnahmen;
- Wasserverhältnisse: Grundwasserspiegel, Hang-, Oberflächen- oder Schmelzwasser;
- Naturgefahren: Hangrutsch, Steinschlag, Lawine, Murgang, Überschwemmung;
- Hindernisse: Freileitungen.

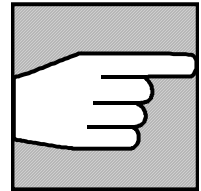
11.2.2 Planung der Aushubarbeiten

¹Projektierung der Baugrube:

- Baugrubenform, -tiefe: Aushubleistung, Deponievolumen;
- Baugrubensicherung: Böschungsneigung, Spriessung, Abdeckung;
- Entwässerung: Oberflächenentwässerung, Drainageleitungen, Sickergruben und Schöpflöcher.

²Wahl der Aushubmethode:

- Maschinenaushub: bei richtiger Gerätewahl grosse Leistung;
- Sprengaushub: nur durch sprengberechtigte Person, umfangreiche Vorbereitung, geringe Leistung, aufwändige Sicherheitsmassnahmen;
- Handaushub: hohe Flexibilität, sehr geringe Leistung.



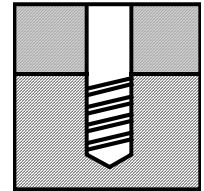
³Vorbereitung der Aushubarbeiten:

- Bauplatzerschliessung: Absprache mit Grundeigentümern;
- Zu- und Wegfahrten: Befahrbarkeit, Manövriertflächen, Erstellung der Baupiste;
- Materialdeponien: Platzverhältnisse, Transportdistanz, Wiederverwendung;
- Personalbedarf: geschulte Baumaschinenführer, Spezialisten;
- Geräteeinsatz: zum Graben, Laden, Transportieren, Heben;
- Materialbedarf: Spriess- und Abdeckmaterial, Rohre, Sand, Sickergeröll und Beton, evtl Sprengstoff.

11.2.3 Ausführung der Aushubarbeiten

Die Aufgaben der Bauführung sind:

- Erstellen der Zeitpläne: Personal-, Geräte- und Materialeinsatz;
- laufende Kontrollen: Baugrund, Böschungsneigung, Baugrubensicherung, Entwässerung, Hinterfüllung;
- Unfallverhütung: Einhaltung der Sicherheitsvorschriften, Beachtung der natürlichen Gefahren;
- Abschlussarbeiten: Tarnung, Abführen oder Deponieren von überschüssigem Material.



12 Baugrundbeurteilung

¹Vor der Erstellung behelfsmässiger Bauten ist der Baugrund zu beurteilen, um Auskunft über Standfestigkeit, Grabbarkeit und Wasserverhältnisse zu erhalten. Dadurch wird die Wahl der zweckmässigsten Aushubmethode und der richtigen konstruktiven Massnahmen erleichtert. Ferner muss die Baugrundbeurteilung auf vorhandene Hindernisse beim Bauen und auf eine mögliche Gefährdung durch das Gelände hinweisen.

²Für die Erstellung behelfsmässiger Bauten ist der Baugrund bis auf eine Tiefe von 3,0 m für Unterstände und 1,5 m für Waffenstellungen und Laufgräben zu beurteilen.

³In Hanglage sind Standfestigkeit und Hangstabilität ober- und unterhalb des Objektes zu beachten.

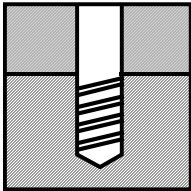
12.1 Bodenbeschaffenheit

a. Lockergesteine

- Typ 1: Kies, Kiessand und Sand
gut sortierte Schichten, Korngrössen mm bis dm, Körner gerundet.
- Typ 2: Moräne
unsortierter Schutt, alle Korngrössen und -formen, zum Teil lehmig.
- Typ 3: Ton, Lehm
typische blaugraue bis schwarzgraue Farbe.
- Typ 4: Gehängeschutt, Bachschutt
unsortierter Schutt, alle Korngrössen (Sand bis Blöcke).
- Typ 5: Torf, Moorböden
weicher, wassergesättigter Boden, typische schwarzbraune Farbe.

b. Festgesteine

- Typ 6: weicher, stark verwitterter Fels (Pickelfels)
Mergel, Tongestein, zerklüfteter Sandstein, weiche Nagelfluh.
- Typ 7: kompakter Fels (Sprengfels)
Granit, Gneis, Kalkfels, Nagelfluh.



1
12

Baugrund und Aushub

Baugrundbeurteilung

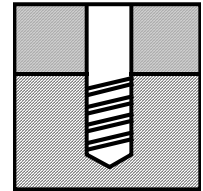
Typ	Boden/ Gesteinsart	Bodeneigen- schaften		
		Allgemein	Wasserdurchlässigkeit	Grabbarkeit im Handaushub
1	Kies Kiessand und Sand	unverfestigt und rollig, meist nicht zusam- menklebend, zum Teil aber auch zu Nagel- fluh verkittet	gut wasserdurchlässig, oben meist trocken, weiter unten oft grundwasserführend, trocknet rasch ab	meist sehr gut, lässt sich mit der Schaufel werfen, grabbar bis Grundwasserspiegel, lokal zum Teil harte Nagelfluhbänke und verkittete Linsen möglich
2	Moräne	lehmmige Sande und Kiese, zum Teil mit grossen Blöcken (Find- linge), oft dicht gelagert	mittel bis schlecht durchläs- sig, meist feucht, bei Wasserzutritt starke Auf- weichung, erosionsgefährdet	bedingt grabbar, verkittete Steine meist mit Pickel lösbar, Blöcke evtl sprengen
3	Ton und Lehm (ohne oder mit wenig Sand, kein Kies)	breiig bis standfest je nach Wasser- gehalt, im tro- ckenen Zustand hart	praktisch undurchlässig, meist feucht, trocknet sehr langsam, wird bei Wasser- zutritt schmierig und weicht auf, teilweise erosionsge- fährdet	nass gut stechbar, erschwert schau- felbar, klebt am Schaufelblatt trocken schlecht bis sehr schlecht (Pickelfels)
4	Gehängeschutt, Bachschutt	Sand, Geröll und häufig gros- se Blöcke, un- sortiert locker gelagert	gut durchlässig, trocken, bzw trocknet rasch ab, teilweise erosionsgefährdet	nur bedingt grabbar, Steine meist mit Pickel lösbar, Blöcke evtl sprengen
5	Torf Moorböden	schwammig, oft faserig, typ- ischer Moor- geruch	mässig bzw oft wasser- gesättigt oder über- schwemmt, nach Drainage feucht, bei Wasserzutritt extreme Aufweichung	oberhalb Grundwasserspiegel gut grabbar, darunter praktisch ausgeschlossen
6	weicher oder stark verwitterter Fels (Pickelfesl)	Festgestein oft bankig, Festig- keit mit Tiefe zunehmend	je nach Tongehalt durch- lässig bis undurchlässig, tro- cken bis wasserführend, Auf- weichung bei Wasserzutritt	nur sehr bedingt grabbar, mit Pickel lösbar, grosser Zeitauf- wand (evtl Abbauhammer ein- setzen)
7	kompakter Fels (Sprengfels)	Festgestein	trocken, in Klüften evtl wasserführend	nicht grabbar, mit Abbauhammer lösbar, grosser Zeitaufwand (evtl sprengen)

Tabelle 1.1 - Eigenschaften der Boden- und Gesteinsarten

Baugrund und Aushub

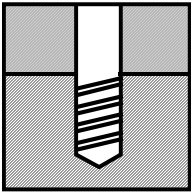
Baugrundbeurteilung

1
12



Bodeneigenschaften	maximaler Böschungswinkel für ungesicherte Erdanschnitte		bauliche Konsequenzen	Typ
	unverfestigt, nass**	bankig, leicht verfestigt, stark bindig		
meist nicht standfest, Gefahr von plötzlichem Nachrutschen			Gräben > 1,0 m Tiefe sofort spriessen (Beginn der Aushubarbeiten erst nach Eintreffen des Spriessmaterials auf dem Bauplatz), grosse Baugruben flach böschten	1
nass beschränkt standfest bis breiig trocken vorübergehend standfest			kurzfristig für Gräben < 1,5 m Tiefe keine Spriessung erforderlich	2
nass beschränkt standfest bis breiig trocken standfest, Vorsicht bei Regen			Entwässerung und Trockenhaltung für Bau- und Endzustand einrichten, nur im Trockenzustand sehr steile Böschung möglich	3
variabel, je nach Verzahnung des Materials in der Regel beschränkt standfest			je nach Standfestigkeit sofortige Spriessung erforderlich	4
nass nicht standfest bis breiig trocken beschränkt standfest			nicht geeignet für die Erstellung von behelfsmässigen Bauten	5
meist standfest, je nach Verwitterungsgrad und Anwesenheit von Mergeln			je nach Standfestigkeit sofortige Spriessung erforderlich; evtl Sprengen zum Auflockern	6
gut bis sehr gut			Fels hydraulisch abtragen oder sprengen	7

**im trockenen Zustand steilere Böschung möglich



1 Baugrund und Aushub

12 Baugrundbeurteilung

12.2 Erkundungsmethoden

12.2.1 Feldbeobachtungen

Gezielte Feldbeobachtungen geben wichtige Hinweise über die Bodenbeschaffenheit des vorherrschenden Baugrundes. Anhaltspunkte bilden die Interpretation der Geländeformen sowie nahe gelegene, vertikale Aufschlüsse (inkl Uferböschungen). Oberflächengewässer geben Informationen zur Lage des Grundwasserspiegels und zu einer allenfalls vorhandenen Hochwassergefährdung. Zusätzlich können Hinweise auf Grund der Vegetation gewonnen werden.

a. Geländeformen

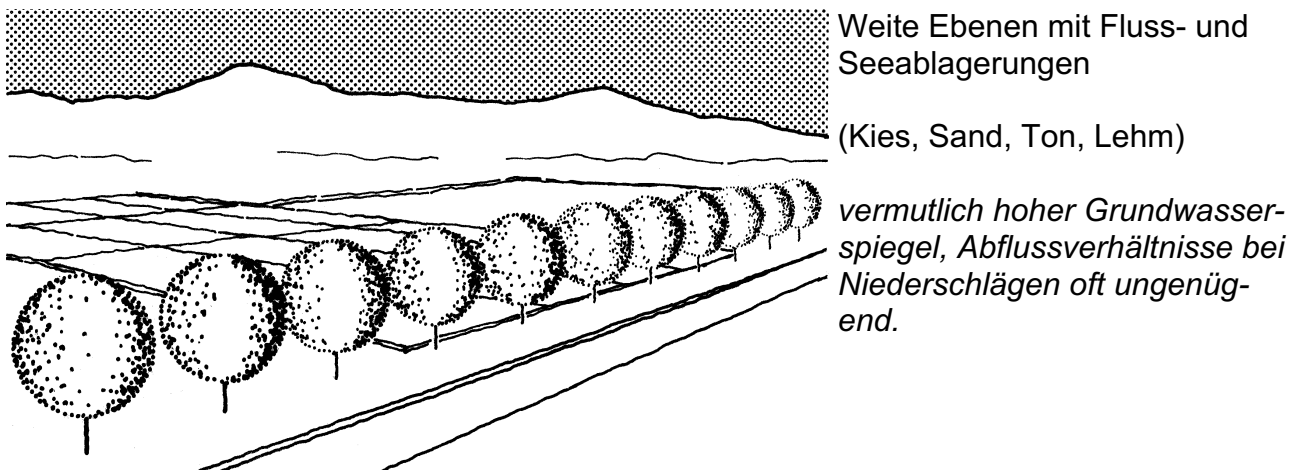


Bild 1.1

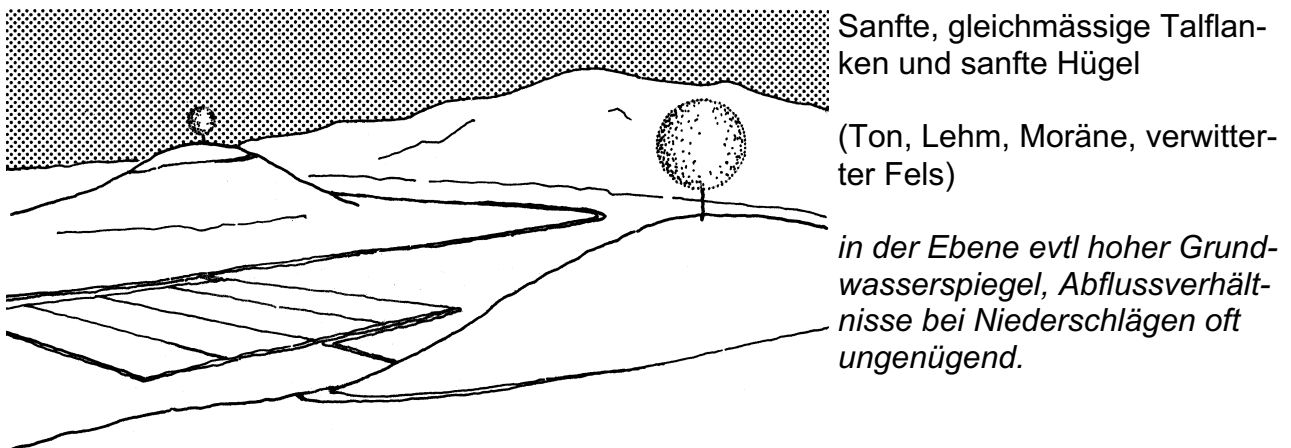
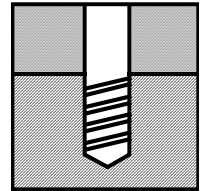


Bild 1.2



Hügeliges, unregelmässiges Gelände

(Fels, verwitterter Fels)

*bei Gehängeschutt Rutsch-
gefahr*

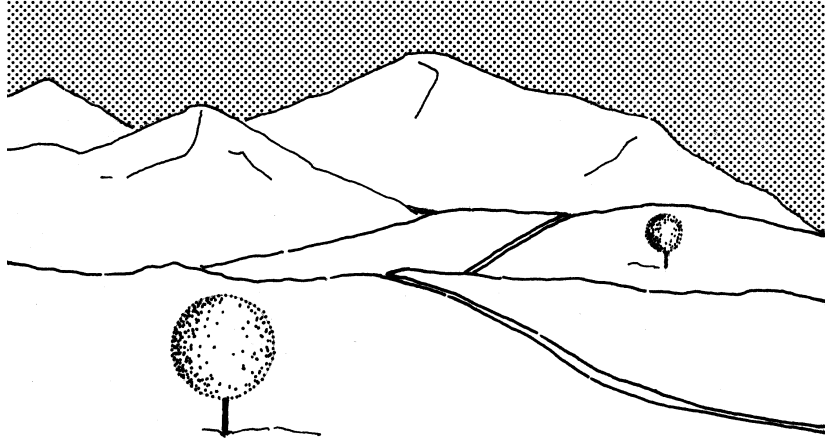


Bild 1.3

Schuttkegel entlang Talflanken

(Bachschutt, Gehängeschutt)

*evtl verborgene, grosse Fels-
blöcke; Gefahr von Rufen und
Murgängen*

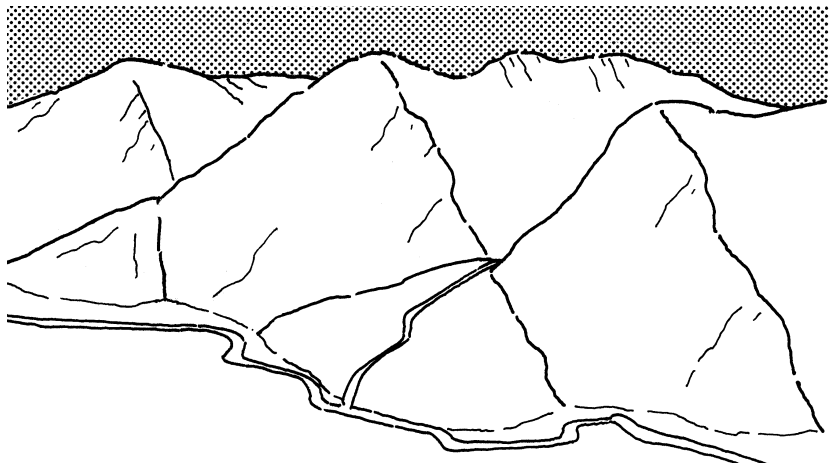


Bild 1.4

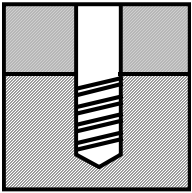
Unregelmässiges, scharf ge-
formtes, schroffes Gebirge mit
Runsen und Gräben

(Fels, verwitterter Fels)

*Felssturzgefahr; Rufen und
Murgänge*



Bild 1.5



1
12

Baugrund und Aushub

Baugrundbeurteilung

b. Aufschlüsse

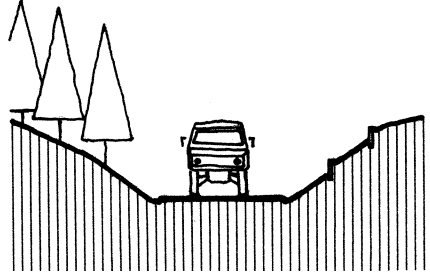
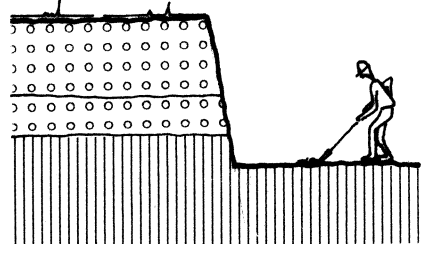
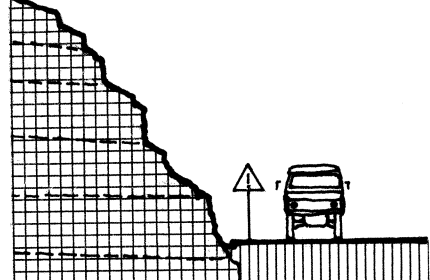
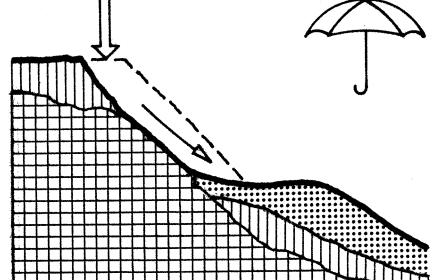
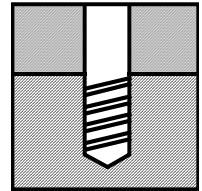
Typ des Aufschlusses	Hinweis	Skizze
Strassen- oder Wegeinschnitt, Bacheinschnitt	bewachsene und/oder gesicherte Böschung; im allgemeinen dauerhafte Standfestigkeit, da unkritische Böschungsneigung	
Baugruben, Kiesgruben	unbewachsene und ungeschützte Böschung; Schichtung des Bodens sichtbar; oft kritische Standfestigkeit, da steile Böschung	
Felswand, Steinbruch, gesprengter Felseinschnitt	Schichtung des Festgesteins, Risse und Klüfte sichtbar; Instabilität bei hangparalleler Schichtung	
Abgerutschte Geländepartie	Beschaffenheit und Schichtung des Bodens sichtbar; Feuchtigkeit, Steilheit oder Überbelastung der Böschung als Ursache der Rutschung	

Tabelle 1.2

Baugrund und Aushub

Baugrundbeurteilung

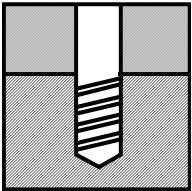
1
12



c. Oberflächengewässer

Gewässertyp (Bodentyp der Umgebung)	Hinweis	Skizze
Seen, Teiche, Moore (Ton, Lehm, Torf, Sand, Kies)	Grundwasserspiegel evtl höher als der Wasserspiegel des Gewässers ungünstig für behelfsmässige Bauten	
Flüsse, Bäche (Kies, Sand, Bachschutt)	Grundwasserspiegel ungefähr auf Niveau des Fliessgewässers, jedoch mit starken Schwankungen, Überschwem- mungsgefahr bei Hochwasser (Hinweis durch Schwemmholz und loses Geröll)	
Künstliche Wassergräben, Entwässerungskanäle, überhöhte Wege auf Dämmen (Torf, Moor, Ton)	oberflächennahes Grund- wasser ungeeignet für behelfsmässige Bauten	
Quellaustritte, feuchte Hang- partien, Wasserfassungen und Brunnstuben (Ton, Lehm, Mor- äne, weicher, verwitterter Fels)	oberflächennahes Hangwas- ser, grosse Wassermengen bei Regenwetter, Standfestigkeit und Stabilität fraglich, Ent- wässerung erkunden, Quelle nicht beschädigen	

Tabelle 1.3



1
12

Baugrund und Aushub

Baugrundbeurteilung

d. Vegetation

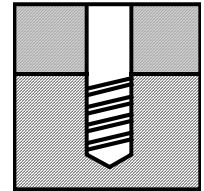
Art der Vegetation	Hinweis	Skizze
Normales bis mageres Gras, Bäume mit Pfahlwurzeln (zum Beispiel Eichen, Pappeln)	trockener, kiesiger und rolliger Boden; gute Drainageverhältnisse, tiefer Grundwasserspiegel; günstig für behelfsmässige Bauten, jedoch Spriessung erforderlich	<p>Die Skizze zeigt zwei Bäume mit kugelförmigen Kronen auf einem rolligen Gelände. Die Wurzeln sind als Pfahlwurzeln dargestellt, die tief in den Boden reichen. Die Bodenstruktur ist durch vertikale Linien angedeutet, was auf einen rolligen Untergrund hinweist.</p>
Fette Gräser, Schilf, Weiden, Erlen	trockene Oberfläche: kiesiger, rolliger Boden mit hohem Grundwasserspiegel; feuchte, sumpfige Oberfläche: lehmiger, torfiger Boden, Überschwemmungsgefahr ungünstig für behelfsmässige Bauten	<p>Die Skizze zeigt zwei Weidenbäume auf einer sumpfigen Oberfläche. Die Wurzeln sind flach und weitläufig. Die Bodenstruktur ist durch vertikale Linien angedeutet, was auf einen rolligen Untergrund hinweist.</p>
Schrägstehende Bauten	Rutschhang aus Gehängeschutt oder verwittertem Fels bei mittlerweile stabilisiertem Rutschhang wächst der obere Teil der Bäume vertikal weiter Vorsicht bei behelfsmässigen Bauten	<p>Die Skizze zeigt einen Rutschhang, der durch einen Gitterrost stabilisiert ist. Zwei Bäume sind schräg an der Oberfläche angeordnet, wobei die oberen Teile vertikal weiterwachsen.</p>
Karge oder keine Vegetation	Rutschgebiet in verwittertem Fels Überschwemmungsgefahr durch Murgänge und Rüfen Vorsicht bei behelfsmässigen Bauten	<p>Die Skizze zeigt einen kargen Rutschhang, der durch einen Gitterrost stabilisiert ist. Ein Kaktus ist auf der Oberfläche dargestellt.</p>

Tabelle 1.4

Baugrund und Aushub

Baugrundbeurteilung

1
12



12.2.2 Kartenstudium

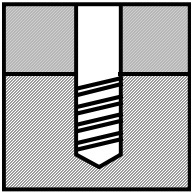
Hinweise für eine Baugrundbeurteilung können aus Landeskarten 1 : 25'000 (evtl 1 : 50'000) gewonnen werden. Diese sind durch Feldbeobachtungen zu ergänzen:

- Geländeform: eben, hügelig, felsig, bewaldet, sumpfig;
- Lage der Siedlungen: in Ebenen oder an Hängen;
- Verkehrsnetz: Netzdichte, Klassierung der Strassen, Lage auf Dämmen oder in Einschnitten;
- spezielle Gefahren: freistehende Bäume (Blitzschlag), Hochspannungsleitungen, Stauwehre (Überschwemmungsgefahr), Wildbäche mit Verbauungen.

	Deutsch	Französisch
nass	Au, Chot, Chrotten, Dreck, Gwatt, Gonten, Gunten, Horen, Moos, Mösli, Nässi, Nassen, Ried, Riet, Schachen, Schwetti, Schwader, Suhle, Sur, Wasser, Wässeren, Watt, Weieren	Bays, Bief, Bisse, Bornet, Bugnon, Cuchet, Dard, Day, Epuisats, Flou, Font, Fontaine, Fontanaz, Fontenay, Goille, Gouille, Laithalet, Louché, Lucel, Luissel, Marais, Maréchat, Marnand, Mosses, Mouille, Nant, Osles, Ouates, Pacot, Palud, Pesseux, Pissioux, Poisat, Riau, Rin, Riolet, Ruz, Vuataz
felsig	Berg, Chalch, Chall, Chalcheren, Chrache, Egg, Fluh, Graben, Grat, Halden, Haag, Stein, Wand (bewaldete Steilhänge)	Balme, Barme, Baumaz, Becca, Crêt, Crétalet, Crettaz, Lapiaz, Lay, Loë, Louex, Lys, Paraz, Pare, Pigne, Puy, Sasse, Sassalaz, Sasset, Saxeselles, Sex, Tannaz, Tannet, Tonnetaz, Vans, Vanils
rutschig	Risleten, Rüfi, Rutsch, Rüttschli, Schlipf, Schlitteren, Schüt	Avantche, Frasse, Fratse, Giète
Lawinen	Lauenen, Laugangen, Laui	Harin, Lavanche, Lavancher, Lavanchy

Tabelle 1.5

Zusammenhang zwischen Bodenbeschaffenheit und Flurnamen



1 Baugrund und Aushub

12 Baugrundbeurteilung

12.2.3 Befragungen

¹Durch Gespräche können folgende Aspekte abgeklärt werden:

- Bodenbeschaffenheit: Mächtigkeit der Humusdecke, grabbarer Untergrund, Felsverlauf, Aufschlüsse bei Einschnitten oder aktuellen Baustellen;
- Hindernisse: unterirdische Bauwerke, Fundamente, Felsblöcke Findlinge, Dränagen;
- Werkleitungen: Wasser, Gas, Strom, Telefon, TV-Kabel, Kanalisation;
- Grundwasser: Pegelstände, Grundwasserbeobachtungsstellen, Wasserfassungen und Pumpwerke;
- Naturgefahren: Überschwemmungen, Erdbeben, Murgänge, Rufen, Steinschlag und Felsstürze, Lawinen.

²Entsprechende Hinweise sind bei folgenden Quellen zu erhalten:

- Verwaltungen: Bauverwaltung/Bauamt der Gemeinde;
- Gemeindearbeiter: Förster, Weg- und Brunnenmeister;
- Werke: Kanalisation, Elektrizitätswerk, Gas- und Wasserwerk, Swisscom;
- Bevölkerung: Landwirte, ältere einheimische Personen;
- Baufachfirmen: Ingenieurbüros, Geologiebüros, Bauunternehmer.

12.2.4 Sondierungen und Probeentnahme

¹Ergänzend zur Beurteilung aus Tabelle 1.1 muss vor Baubeginn für grössere Bauvorhaben ein Sondierschlitz ausgehoben werden (von Hand oder mit dem Bagger).

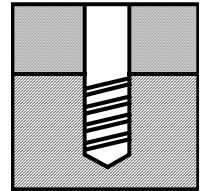
²Aufwändigere Methoden wie Rammsondierungen und Bohrungen sind für behelfsmässige Bauten nicht empfehlenswert, da für deren Planung, Durchführung und Auswertung Fachleute mit Spezialgeräten beizuziehen sind.

³Zur schnellen und ausreichend genauen Beurteilung des Baugrundes bis in eine Tiefe von 1 m stehen folgende Methoden zur Verfügung:

Baugrund und Aushub

Baugrundbeurteilung

1
12



a. Einschlagen von Röhren und Eisenstangen

(Hinweise auf Boden- bzw Gesteinsart)

Einschlagen der Sondierstange

- Eindringtiefe pro Schlag: Härte und eventuelle Schichtung des Bodens;
- variierender Klang: grobe Steine.

Herausziehen der Sondierstange

- Kratzen, klemmen: Sand, Kies, grobe Blöcke;
- kleben, glucksen: wassergesättigter Boden (Lehm, Ton);
- schmutzverklebte Stange: nasser Boden, hoher Tonanteil.

b. Knetprobe

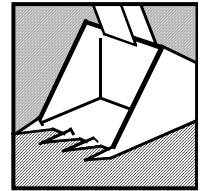
(Abschätzung der Durchlässigkeit an der Baugrubensohle)

- Bodenprobe entnehmen (handvoll) und Grobanteile entfernen;
- Probe in den Händen kneten und auf Papier zu dünner Walze ausrollen, Walzendurchmesser ≤ 3 mm: undurchlässiger Boden (hoher Tonanteil);
- anschliessend geknetete Probe trocknen (Luft, Sonne, Ofen);
- getrocknete Probe mit den Fingern zerbrechen und zerkrümeln,
Probe zerbricht in Brocken: undurchlässiger Boden (hoher Tonanteil);
Probe zerbröselt: durchlässiger Boden (geringer Tonanteil).

12.2.5 Gefrorene Böden

¹Bindige, tonhaltige Böden sind auf Grund ihrer Wassersättigung frostgefährdet (→ Tabelle 1.1, Bodentypen 2, 3, 5, 6). Kiesige und felsige Böden hingegen gefrieren nie, da das Wasser versickern bzw abfliessen kann.

²Im Mittelland gefrieren die Böden selten tiefer als 30 cm. Im alpinen Bereich kann die Frosttiefe bis zu 120 cm betragen.



13 Aushub

13.1 Vorbereitungsarbeiten

13.1.1 Baustellenerschliessung

Die Baustellenerschliessung ist rechtzeitig zu planen. Die erforderliche Fläche ist zu ermitteln und die vorgesehene Anordnung skizzenhaft darzustellen. Eine vorgängige Absprache mit den Landbesitzern ist empfehlenswert.

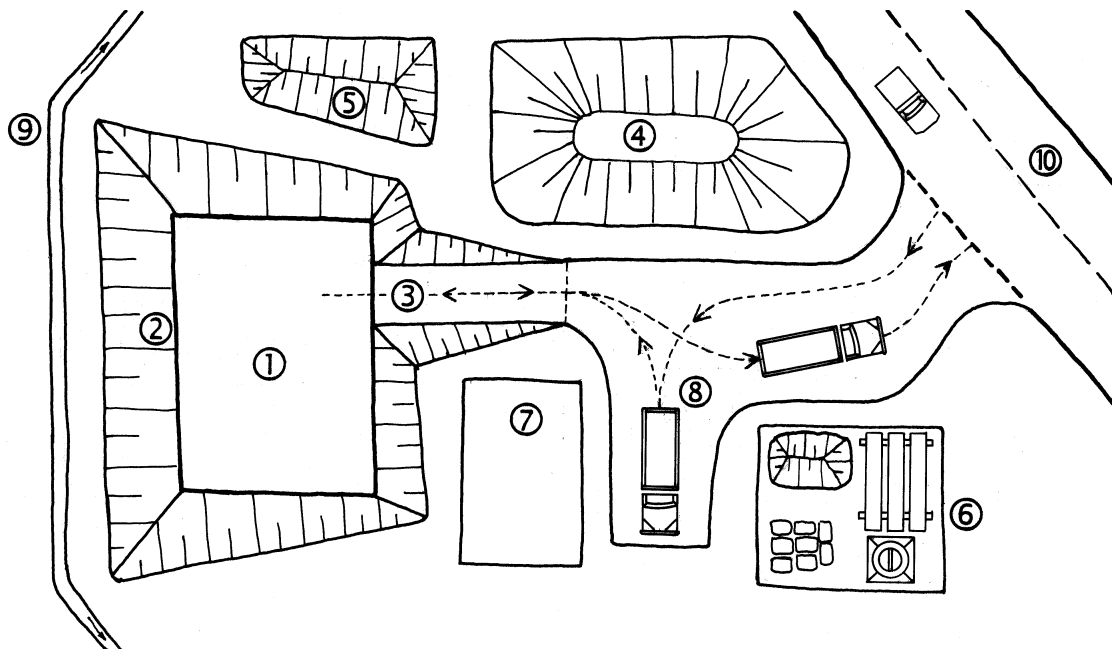
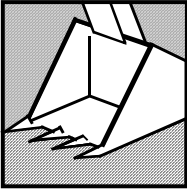


Bild 1.6
Erschliessung der Baustelle

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| ① Baugrube | ⑥ Materiallager |
| ② Böschungen | ⑦ Rüstplatz |
| ③ Rampe | ⑧ Manövrieffläche |
| ④ Aushubdeponie | ⑨ Entwässerung |
| ⑤ Humusdeponie | ⑩ öffentliche Strasse |



1 Baugrund und Aushub

13 Aushub

13.1.2 Baupisten

- Keine schweren Fahrzeuge und Maschinen über humusiertes Gelände und unbefestigte Wege führen; Baupisten für Lastwagen erstellen (→ Teil 3, Kapitel 34) oder Raupenfahrzeuge mit kleiner Bodenpressung einsetzen;
- Baupisten auf Grund von Achslasten, Gesamtgewicht und Breite der Fahrzeuge dimensionieren (→ Teil 6, Kapitel 64); beim Einsatz von mehreren Fahrzeugen Wende- und Ausweichmöglichkeiten vorsehen;
- Befahrbarkeit der Baupisten auch bei schlechter Witterung sicherstellen. Wenig feinkörniges Material verwenden, mindestens 2 % Quergefälle und funktionierende Entwässerung anordnen sowie Piste regelmässig unterhalten (Reinigen, Abwalzen);
- Baupisten und Flächen für Materialdeponien sorgfältig abhumusieren;
- Humus in Deponien bis 1,5 m mittlere Höhe aufschütten.

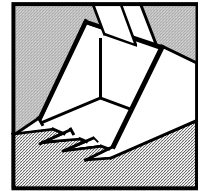
13.1.3 Deponien

- Depotvolumen abschätzen. Unterschiedliche Bodenmaterialien getrennt deponieren. Der Auflockerungsfaktor von gesetztem Lockergestein beträgt 1,15 bis 1,35, von Felsgestein 1,4 bis 1,8. Die Böschungsneigungen betragen je nach Material 1 : 2 bis 1 : 1 (senkrecht zu waagrecht);
- mindestens 50 cm Abstand zwischen Deponie und Baugrubenrand einhalten; bei unverpriessten Gräben oder wenig standfestem Gelände bedeutend mehr. Hangseitig, das heisst oberhalb der Grube, möglichst keine Deponien anlegen;
- bindiges Material, welches zu einem späteren Zeitpunkt für die Hinterfüllung verwendet wird, muss während der Bauzeit abgedeckt werden.

13.1.4 Absteckung

Vor Arbeitsbeginn muss jeder Aushub vollständig abgesteckt werden (→ Teil 5, Kapitel 51):

- Terrain inklusive Platz für Materialdepots und Pisten abhumusieren;
- Baugrubenfläche sowie obere Böschungskanten markieren, Bestimmung der Böschungsneigung durch den projektierenden Bauchef;



- Fluchten der Objektkanten mittels Lattenprofilen angeben. Für grössere Bauobjekte Profile zu einem Schnurgerüst erweitern. Mit dem Senkblei Objektkanten auf den Baugrund projizieren;
- fest installierte Nivellierinstrumente, Flächen- oder Linienlaser können Bauprofile ersetzen; allenfalls zusätzlich bleibende Markierungen anordnen;
- bei Gräben ist die Längsachse zu markieren. Bei Gefällswechseln und eventuellen Zwischenpunkten wird ein Schnurgerüst auf bestimmter Kote errichtet. Visierkreuze dienen zur Kontrolle der Baugrubentiefe zwischen den Schnurgerüsten.

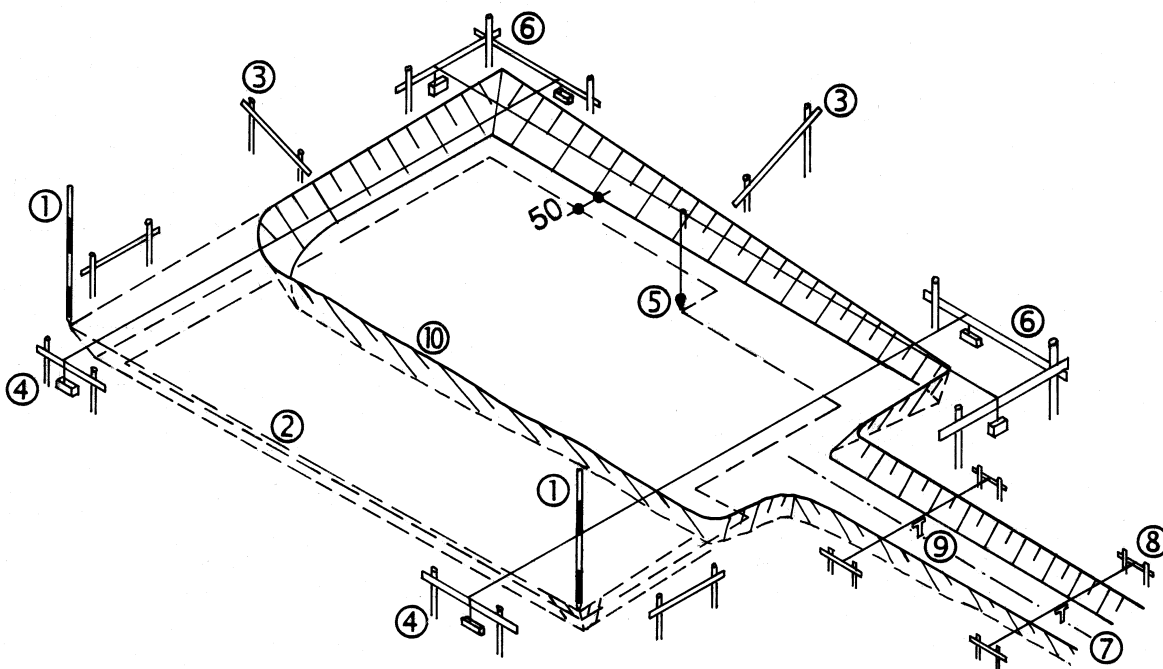
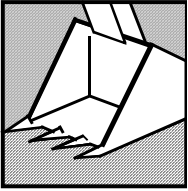


Bild 1.7
Absteckung von Baugrube und Graben

- | | |
|---|---|
| ① Jalons | ⑥ Schnurgerüst |
| ② Sägemehl-, Kreidestrich für Böschungskanten | ⑦ Grabenachse |
| ③ Böschungswinkel | ⑧ Grabenprofil |
| ④ Lattenprofil | ⑨ Visierkreuz |
| ⑤ Senkblei | ⑩ Böschungslinie der teilweise fertig gestellten Baugrube |



1 Baugrund und Aushub

13 Aushub

13.1.5 Hindernisse und Gefährdungen

¹Vor Beginn der Aushubarbeiten sind sämtliche Hindernisse und mögliche Beeinträchtigungen infolge Leitungen, Hochwasser usw aufzunehmen. Bauliche und organisatorische Massnahmen sind frühzeitig abzuklären. Projekt und Sicherheitsvorkehrungen sind evtl anzupassen.

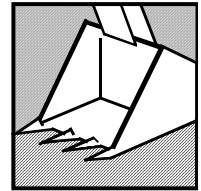
²Folgendes Vorgehen wird empfohlen:

- detaillierte Planung des Arbeitsablaufs im Bereich von Hindernissen, Leitungen und Gefahrenstellen, wenn nötig unter Beizug von Fachleuten;
- Instruktion der örtlichen Bauchefs sowie der Fahrzeug- und Maschinenführer über Art und Lage von Gefahren und Hindernissen, Gefahrenstellen gut markieren;
- Verhaltensmassnahmen gegen drohende Gefährdung festlegen (Alarmierung, Fluchtwege, Abschalten von Gas-, Wasser- und Stromleitungen, Stoppen der Aushubarbeiten, Abpumpen von Wasser, bauliche Sofortmassnahmen wie Notspriessungen usw);
- sorgfältiger Aushub, Handaushub beim Auffinden von Warnbändern sowie im unmittelbaren Bereich von Leitungen (oft grosse Abweichungen gegenüber Plänen und recherchierten Angaben), Schutz und Markierung der Leitungen nach der Offenlegung.

13.1.6 Unfallverhütung

Die Unfallrisiken bei Bauarbeiten in Gräben und Baugruben sind hoch. Für die Unfallverhütung ist der örtliche Bauchef verantwortlich. Speziell gilt:

- SUVA-Sicherheitsvorschriften und -richtlinien einhalten;
- Baufachleute müssen mit gutem Vorbild zum sicheren Bauen beitragen;
- Sicherungsmaterial bei Aushubbeginn einsatzbereit vor Ort lagern und Sicherungen mit dem Baufortschritt kontinuierlich einbauen;
- kein Aufenthalt von Personen in ungesicherten Gräben über 1,0 m Tiefe;
- herausragende Teile entfernen, Nägel vollständig einschlagen, Verspanngriffe der Spriess umklappen, Stolperschwellen und -drähte vermeiden.



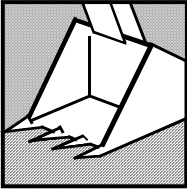
13.1.7 Berücksichtigung der Witterung

¹Der Witterungseinfluss auf die Baugrube, insbesondere durch Regen, Schnee und Frost, darf nicht unterschätzt werden. Die notwendigen Sicherungs- und Unterhaltmassnahmen richten sich nach dem Bodentyp, der Grösse und Tiefe des Aushubs sowie nach der Zeitspanne während der die Baugrube ungeschützt bleibt, zum Beispiel:

- Sichern von stabilitätsgefährdeten Böschungen mittels Abdecken oder Faschinen;
- Entwässerung dem Baufortschritt ständig anpassen; hangseitiges Oberflächenwasser vor Eintritt in die Baugrube fassen;
- schlechten Untergrund nicht befahren, da durch Spurrinnen und Schlamm bildung die Tragfestigkeit der Bodenstruktur vollends zerstört wird;
- Böschungen, Entwässerungen, Baupisten usw regelmässig überprüfen; bei längerfristigen Bauarbeiten periodische Unterhaltsarbeiten durchführen.

²Wintermassnahmen:

- vollständige Schneeräumung vor Aushubbeginn, keine Vermischung von Aushubmaterial mit Schnee;
- bei gefrorenem Boden gleiche Böschungsneigung für Aushub und Deponien wie bei ungefrorenem Material anordnen, Spriessung nicht vermindern (aufgetaute Materialdepots sind stärker rutschgefährdet);
- auch für Raupenfahrzeuge herrscht auf gefrorenem Untergrund eine erhöhte Gleitgefahr; verschmutzte Baupisten neigen zudem rascher zur Vereisung;
- bei drohendem Wintereinbruch (Schneefall, starker Frost) stabilitätsgefährdete Böschungen rechtzeitig sichern und Baumaschinen auf sicheren Standplätzen abstellen.



1 Baugrund und Aushub

13 Aushub

13.2 Aushub im Lockergestein

13.2.1 Wahl des Aushubgerätes

Bei der Wahl des Aushubgerätes ist auf folgende Punkte zu achten:

- Grabbarkeit auf Grund der Bodenbeschaffenheit, zum Beispiel rollige, bindige oder kompakte Böden, grössere Felsblöcke; Höhe des Grundwasserspiegels;
- Leistung des Aushubgerätes in Abhängigkeit von Bodenmaterial, Aushubvolumen und Transportdistanz sowie verfügbarer Zeit. Bei Regen ist der Zeitbedarf für dasselbe Volumen um 50 % höher;
- Vielseitigkeit des Gerätes. Hydraulikbagger eignen sich neben Aushub und Hinterfüllen auch für Heben und Versetzen von Grabensicherungen;
- Beanspruchung des Untergrundes. Günstig sind Hydraulikbagger, da diese innerhalb des Schwenkbereiches ohne Fahrbewegung arbeiten und vom gewachsenen Terrain aus in die Baugrube greifen können. Lader und Dozer benötigen eine Baupiste sowie eine Rampe in die Baugrube;
- An- und Abtransport. Raupengeräte benötigen einen Tiefgänger; Geräte mit Pneufahrwerk hingegen sind auf Strassen selbstfahrend;
- Spezialgeräte sind schwieriger erhältlich, weniger vielseitig einsetzbar und durch Fachleute zu bedienen;
- Lage und Grösse der Aushubdeponie. Wegen dem engen Transportradius von Baumaschinen können zusätzlich noch Transportfahrzeuge notwendig sein.

Bodenbeschaffenheit (Gesteinsart)	rollig (Kies, Sand, Geröll)		bindig (Lehm, Ton, Torf)		kompakt (Moräne, Mer- gel, Sandstein)	
Aushubtiefe [m]	0-15	1,5-3,0	0-1,5	1,5-3,0	0-1,5	1,5-3,0
Handaushub	0,5	0,3	0,4	0,2	(0,5)	--
Hydraulikbagger 3 - 7 t, 250 l, Löffel	16	14	12	10	(8)	(8)
Hydraulikbagger 12 - 20 t, 800 l, Löffel	(60)	80	(50)	70	15	40
Raupenlader 15 t, 1,5 m ³ , Schaufel	--	(40)	--	35	--	25
Pneulader 12 t, 2,5 m ³ , Schaufel	--	(40)	--	(20)	--	--

Tabelle 1.6

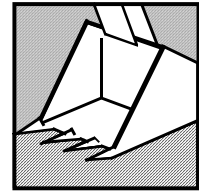
Legende: (): bedingt geeignet, --: nicht geeignet



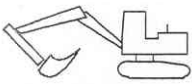
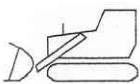
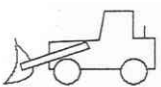
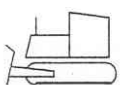
Aushubleistungen gängiger Aushubgeräte in [m³/h], Festmass

Baugrund und Aushub

Aushub

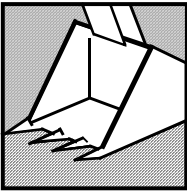
1
13



Aushubgeräte	Bevorzugte Einsatzmöglichkeiten	Aushubtyp				Bemerkungen, Einschränkungen
		Graben	< 15 m ³	< 100 m ³	> 100 m ³	
Handaushub 	<ul style="list-style-type: none"> kleinere Nacharbeiten Kleinstaushub unwegsames Gelände, keine Gerätehilfe 	x	o			keine grossen Transportdistanzen und Grabtiefen möglich
Klein-Bagger, 3 - 7 t, 250 l 	<ul style="list-style-type: none"> Kleinaushub, Stellensbau Materialdepot im Schwenkbereich schlecht befahrbare Böden Einbau des Objektes, Hinterfüllung 	x	x	o	o	Schreitbagger für unebenes und unwegsames Gelände
Raupenbagger 12 - 20 t, 800 l 	<ul style="list-style-type: none"> Grossaushub, schwer grabbar Materialdepot im Schwenkbereich schlecht befahrbare Böden Einbau des Objektes, Auffüllung 	x	o	x	x	Radbagger für guten Baugrund
Raupenlader 15 t, 1,5 m ³ 	<ul style="list-style-type: none"> Grossaushub, mittelschwer grabbar Humusarbeiten mittelmässig befahrbare Böden Transportdistanz bis 50 m Planiearbeiten 	-	o	x	x	wetterabhängig bei schlechtem Baugrund, teilweise Rippereinsatz möglich
Pneu-lader 12 t, 2 m ³ 	<ul style="list-style-type: none"> Grossaushub gut grabbar flache Baugruben, Einschnitte Transportdistanzen bis 120 m Strassenunterhalt 	-	-	x	x	nur bei gut befahrbaren Böden
Bulldozer 20 t 	<ul style="list-style-type: none"> grossflächiges Abstossen Planiearbeiten Reissen und Rippern Transportdistanzen bis 80 m 	-	-	-	x	nur Abstossen, kein Auflad Genieschützenpanzer sind nur beschränkt einsetzbar

Legende: x: geeignet o: möglich -: nicht möglich

Tabelle 1.7 - Einsatzmöglichkeiten gängiger Aushubgeräte



1 Baugrund und Aushub

13 Aushub

13.2.2 Aushub von Gräben und Baugruben

Die maximale Böschungsneigung von Gräben und Baugruben sowie evtl nötige Sicherungsmassnahmen richten sich nach der Standfestigkeit des Bodenmaterials:

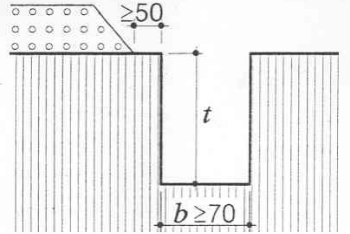
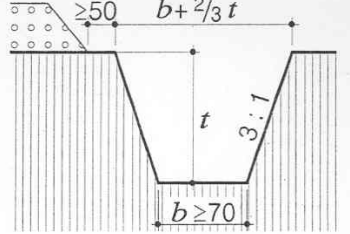
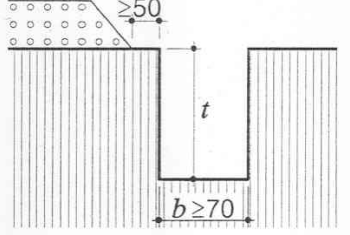
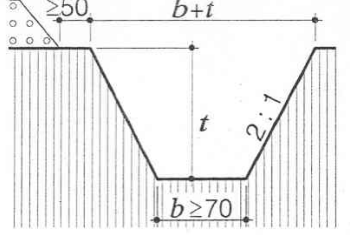
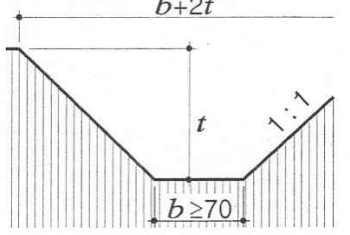
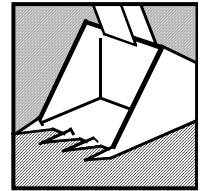
Standfestigkeit	U-Gräben	V-Gräben und Baugruben
Standfest Boden erdfeucht (Moräne, Mergel, Sandstein)	 <p>Grabensicherung ab $t = 1,5$ m</p>	
Beschränkt standfest, Boden feucht bis nass (Lehm, lehmiger Sand)	 <p>Grabensicherung ab $t = 1,0$ m</p>	
Nicht standfest, rollig (Kies, Sand, Geröll)	keine senkrechten Grabenwände möglich	

Tabelle 1.8
Standfestigkeit von Gräben und Baugruben

- bei Gräben mit mehr als 2,0 m Tiefe und geböschte Baugruben über 4 m Böschungshöhe ist ein Ingenieur beizuziehen;
- die nutzbare Grabenbreite auf Höhe der Sohle muss mindestens 70 cm betragen. Dies erfordert (inkl Raum für Grabensicherung) eine Aushubbreite von rund $b = 1,20$ m (Löffelbreite des Baggers 10 cm kleiner);



- die Böschungstabilität von Baugruben und Gräben muss bei jeder Witterung gewährleistet sein;
- auf der Graben- bzw Baugrubensohle ist eine Restschicht zu belassen, wenn die Erstellung des Bauwerks nicht unmittelbar nach dem Aushub erfolgt. Das definitive Planum wird erst mit den weiteren Arbeiten erstellt;
- laufend die Aushubabmessungen und das Sohlgefälle kontrollieren, Nachbesserungen sind in Handarbeit mit der Schaufel auszuführen;
- Abstand der Materialdeponie vom Aushubrand mindestens 50 cm, möglichst keine hangseitigen Materialdeponien;
- Entwässerung umgehend erstellen (→ Kapitel 14);
- Massnahmen zur Unfallverhütung einhalten (→ Kapitel 13.1.6).

13.2.3 Grabensicherung

¹Die Grabensicherung besteht aus den Elementen:

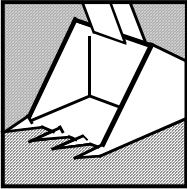
- Schalung (Gerüstbretter, Schaltafeln, Wellblech);
- vertikale Träger (Kantholz oder leichte Stahlprofile);
- Spriesse (Metallgrabenspriesse oder Kant-/Rundholz).

Bei der Herstellung der Elemente ist die Geometrie gemäss (→ Tabelle 1.9) einzuhalten.

²Die verschiedenen Materialien (Holz/Metall) können je nach Verfügbarkeit und Zweckmäßigkeit kombiniert werden. Reine Holzelemente sind einfach zu bearbeiten und können auf dem Rüstplatz vorfabriziert werden (Gewicht und Steifigkeit beachten).

³Beim Einbau der Elemente ist zu beachten:

- Abschalungen senkrecht einbauen, auf festes Erdreich abstützen und gegen Abrutschen sichern (festnageln, Keile unterlegen);
- ganze Höhe der Abschalung durch vertikale Träger abstützen und diese fest mit der Schalung vernageln;
- Sicherung von V-Gräben und eingebrochenen U-Gräben im leeren Graben vollständig erstellen. Danach beidseitig hinterfüllen, die Verspriesung verspannen auf Kraftschluss kontrollieren.



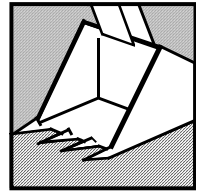
1 Baugrund und Aushub

13 Aushub

Element	Grabentiefe	
	Tiefe $t \leq 1,20$ m	Tiefe $t \leq 2,00$ m
<p>Element</p>		
<p>horizontale Schalung</p> <p>Gerüstbretter 45 - 50 mm</p>		
<p>horizontale Schalung</p> <p>-Holzbretter 30 mm -Schal tafeln 27 mm -Wellblech 1,0 mm</p>		
Vertikale Träger	<p>-Kantholz 8/12 -Stahlprofil INP 80</p>	<p>-Kantholz 12/16 -Stahlprofil INP 100</p>
Spriess	<p>-Metallgrabensprieß -Rundholz Ø 10 -Kantholz 8/12</p>	<p>-Metallgrabensprieß -Rundholz Ø 10 -Kantholz 8/12</p>

Tabelle 1.9
Grabensicherung, Herstellung der Elemente

⁴Bei Gräben bis 1,2 m Tiefe kann die obere Spriessreihe durch Rückverankerungen aus verzinktem Stahldraht (5 Drähte verzwirrt 3,0 mm pro Verankerung) oder aus dünnen Draht- oder Nylonseilen (korrosions- bzw verrottungssicher) ersetzt werden (→ Bild 1.9).



- ① Schallung
(Wellblech/Holztafeln)
- ② Träger
(Stahlprofil/Kantholz)
- ③ Grabenspriess/Rundholz
- ④ Aushubprofil von Hand nachgearbeitet
- ⑤ Materialüberschuss talseitig angeschüttet
- ⑥ Hangentwässerung
- ⑦ Entwässerungsrinne

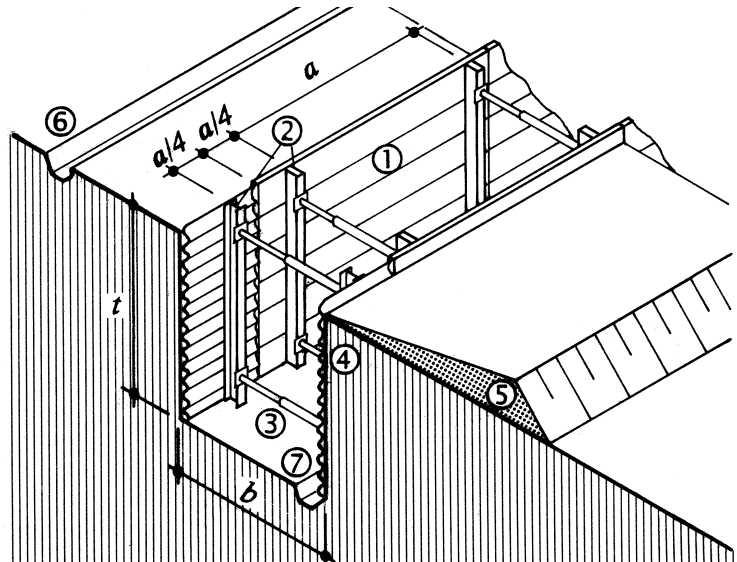


Bild 1.8
Grabenspriessung mit Wellblechtafeln bzw
Holzelementen

- ① Schalung
- ② Kantholz
- ③ unterer Grabenspriess
- ④ Stahldraht oder Seil $l > 1,5 t$
- ⑤ Pflöck (in festem Erdreich)
- ⑥ Materialüberschuss

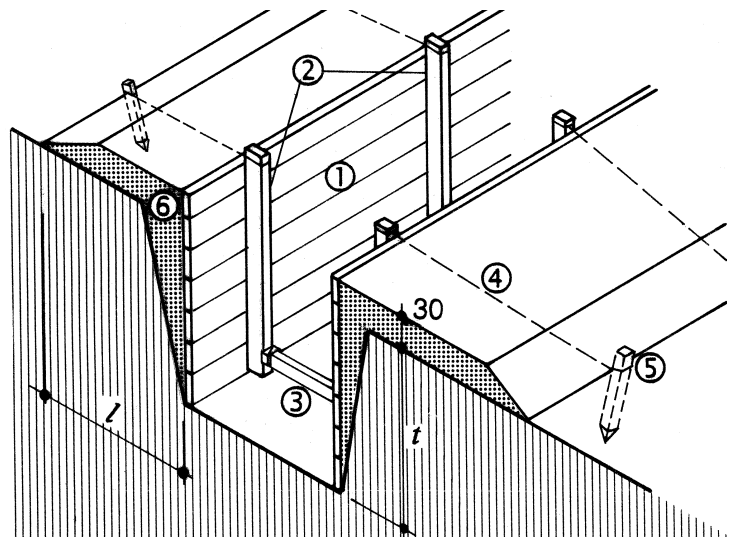
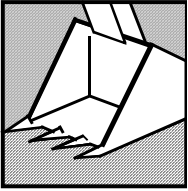


Bild 1.9
Grabensicherung mit oberseitiger Rückverankerung (nur für $t \leq 1,20$ m)



1 Baugrund und Aushub

13 Aushub

13.2.4 Baugrubensicherung

Baugruben werden normalerweise nicht gespriesst, sondern unter Beachtung folgender Massnahmen geböscht:

- Neigung der Böschung der Standfestigkeit des Bodens anpassen (→ Tabelle 1.8) Böschungen ab 4 m Höhe mit Bermen abtreppen (Ingenieur beiziehen);
- stabilitätsgefährdete Böschungen mit Bauplastik abdecken; Folienbahnen in Fall-Linie verlegen und seitlich 20 cm überlappen. Folienenden oben und unten um ein Brett wickeln und in der Böschung verankern;
- Faschinen als Erosionsschutz (eingeschlagene Pflöcke und horizontales Brett) anbringen;
- Hangwasser an der Böschungsoberkante mit Rinnen fassen;
- Baugrubensohle mit möglichst 3 % Gefälle ausführen;
- Entwässerung der Baugrube dem Baufortschritt ständig anpassen. Ausreichende Abflussmöglichkeiten evtl durch provisorische Massnahmen sicherstellen (→ Kapitel 14);
- Aushubdeponie unterhalb der Baugrube anlegen.

13.3 Aushub im Festgestein

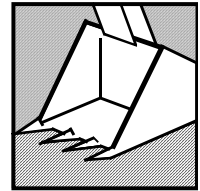
13.3.1 Abbautechniken

¹Für den Aushub von Gräben und Baugruben im Fels, in nicht grabbarem oder in baggerfähigem Material, müssen spezielle Abbautechniken angewendet werden. Die Wahl der geeigneten Abbautechnik ist abhängig von:

- Festigkeit des Gesteins bzw einzelner Blöcke;
- Klüftung und Schichtung;
- Aushubform und -grösse.

²Gelöstes Felsmaterial wird analog dem Lockermaterial aufgeladen und abtransportiert. Je nach Leistung des Aushubgerätes und der Transportfahrzeuge muss das Felsmaterial zusätzlich zerkleinert werden, wobei erwähnte Abbautechniken kombiniert werden können.

³Den Fels überdeckende Lockergesteinsschichten werden entweder gespriesst oder geböscht.



Felsart	Mechanischer Abbau	Sprengtechnischer Abbau
Weiches Gestein (Mergel, Tongestein, gefrorener Boden)	Presslufthammer hydraulischer Abbauhammer Rippern oder Reissen	
Zerklüfteter, bankiger Fels (verwitterter Kalk, Schiefer, Sandstein)	hydraulischer Abbauhammer Rippern oder Reissen Schrammgeräte	Bohren und Sprengen
Gewachsener, harter Fels (homogener Kalk, Granit, Gneis, Nagelfluh)	hydraulisches Sprenggerät Spalten mit Treibmittel	Bohren und Sprengen

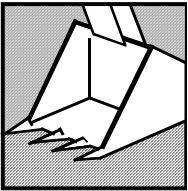
Tabelle 1.10
Abbautechniken für verschiedene Felsarten

13.3.2 Sprengtechnischer Abbau

¹Kompakter Fels, feste Hindernisse, Fundamente usw können durch Sprengen aufgelockert und zerkleinert werden. Der Zeitaufwand für die Materialbeschaffung, die Vorarbeiten (Voraushub, Bohren, Laden) sowie für das Räumen (Auflad und Abtransport des Felsmaterials) darf nicht unterschätzt werden.

²Sprengarbeiten bedürfen einer sorgfältigen Vorbereitung. Sie können nur unter Leitung einer sprengberechtigten Person (Sprengverantwortlicher) und unter Einhaltung der entsprechenden Sicherheitsmassnahmen durchgeführt werden (→ Kapitel 55).

³Die Wahl der Bohrgeräte richtet sich nach dem Umfang der Bohrarbeiten. In (→ Tabelle 1.11) sind die gebräuchlichsten Bohrgeräte und ihre Leistung in Kalkfels aufgeführt.



1 Baugrund und Aushub

13 Aushub


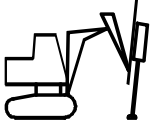

Gerätetyp	Durchmesser mm	Bohrleistung, Kalk- gestein m/h	Bohrloch- längen m	Geeignete Ein- satzgebiete	
Handbohrhammer -leicht bis 8 kg -mittel bis 18 kg -schwer bis 25 kg	10 - 25 15 - 30 25 - 40	1,0 3 - 4 5 - 6	< 1,2 < 1,6 < 1,8	Kleinbohrlöcher einzelne Blöcke kleine Spreng- arbeiten	
Lafettenbohrgerät auf Bagger oder Schreitbagger montiert	25 - 40	10 - 15	< 4,0	mittlere und gros- se Sprengarbei- ten	
Lafettenbohrgerät selbstfahrend gute Geländegängigkeit	25 - 50	10 - 30	< 5,0	mittlere und gros- se Sprengarbei- ten	

Tabelle 1.11

Leistungen von Bohrgeräten in Kalkfels

13.3.3 Mechanischer Abbau im Festgestein

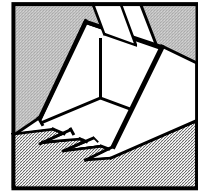
¹Mechanische Abbaumethoden sind vor allem für weiches oder aufgelockertes Festgestein, in exponierten Zonen im Wohnbereich sowie nahe von erschütterungsempfindlichen Bauten geeignet. Im kompakten Fels sinken die Aushubleistungen stark.

²Mechanische Abbaumethoden sind dem Sprengen aus Sicherheitsgründen vorzuziehen. Daneben erfordert der mechanische Abbau weniger Vorbereitungsarbeiten und es kann somit schneller mit dem Baueinsatz begonnen werden.

Baugrund und Aushub

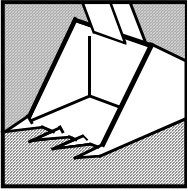
Aushub

1
13



Aushubmethode	Eignung	Skizze
<p>Presslufthammer</p> <p>Auflad von Hand oder mit Kleinbagger</p>	<p>aufwändige Handarbeit, nur für kleine Kubaturen und Nacharbeiten</p> <p>Abbauleistung: 0,5 - 1,0 m³/h</p>	
<p>Hydraulischer Abbauhammer (zum Beispiel Montabert auf Bagger montiert)</p> <p>Auflad mit Geräteumbau</p>	<p>weichere Felsformationen, angewitterte Deckschichten, Pickelfels, Betonfundamente</p> <p>Abbauleistung: 10 - 20 m³/h</p>	
<p>Raupenlader mit Ripper oder Heckaufreisser</p> <p>Auflad ohne Geräteumbau</p>	<p>grosse, horizontale Flächen aus verfestigtem Lockergestein, Pickelfels, bankigem Fels</p> <p>Abbauleistung: 15 - 40 m³/h</p>	
<p>Abbau mit Schrammgerät (nur auf speziell eingerichteten Geräten)</p> <p>Auflad mit separatem Gerät</p>	<p>weicher, zerklüfteter Fels</p> <p>Abbauleistung: 10 - 20 m³/h</p>	
<p>Hydraulische Sprenggeräte Spaltkeil in Bohrloch hydraulisch aufgespreizt (zum Beispiel «Darda-Gerät»)</p>	<p>einzelne Blöcke, Findlinge, unarmierte Fundamente</p>	
<p>Spalten mit Treibmittel (zum Beispiel Expansiv-Zement in Bohrloch eingegossen)</p>	<p>einzelne Blöcke, Findlinge, unarmierte Fundamente</p>	

Tabelle 1.12 - Mechanische Abbaumethoden



1 Baugrund und Aushub

13 Aushub

13.4 Überdecken von eingegrabenen Objekten

Merkmale zum Hinterfüllen, Entwässern und Überdecken von teilweise oder vollständig unter Terrain liegenden Objekten (zum Beispiel Holzunterstand):

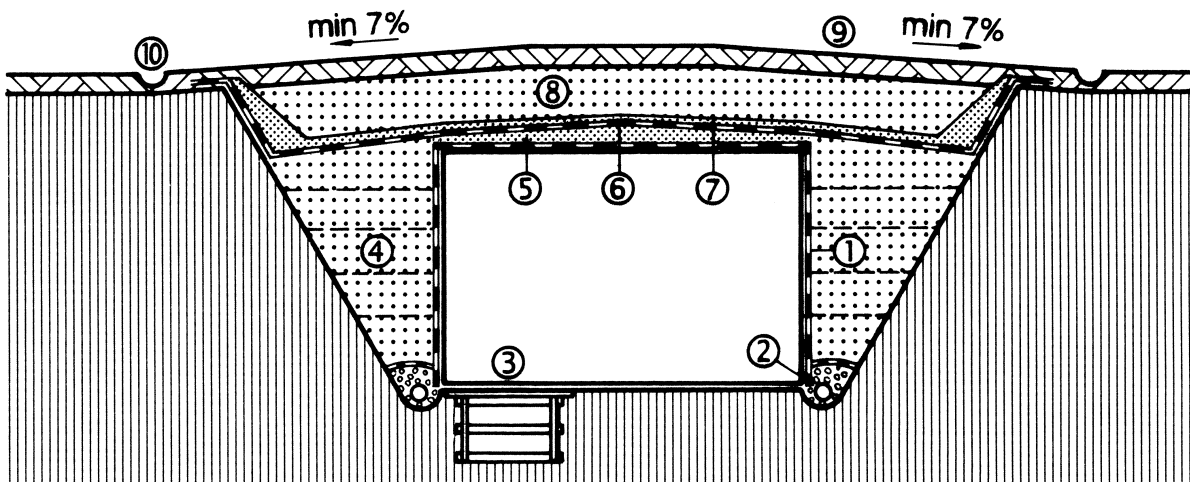
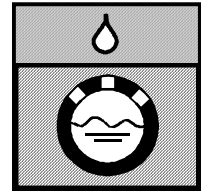


Bild 1.10

Vorgehen beim Überdecken

- ① Abdichtung des Objekts mit Baufolie, Oberseite mit Schutzvlies abdecken
- ② Sickerleitung \varnothing 12 cm (in Sickerkies eingebettet, mit Trennvlies bedeckt)
- ③ Schöpfloch, Sickergrube oder Entwässerungsleitung (Details \rightarrow Kapitel 14)
- ④ Schichtweiser Einbau von durchlässigem Material, Schichtstärke 40 bis 60 cm, Material allseitig gleichmässig einbauen und leicht verdichten
- ⑤ 1. Schutzschicht (Sand, ungebrochener Kies-Sand), Gefälle $> 3\%$
- ⑥ Schutzfolie (Polyäthylen, 0,2 mm) an Grubenrand hochgezogen und entwässert (Ableitung von verstrahltem Meteorwasser)
- ⑦ 2. Schutzschicht (wie 1. Schutzschicht) 10 bis 15 cm stark
- ⑧ Deckschicht, oberste 50 cm aus frostsicherem, rolligem Material
- ⑨ Humusschicht (10 bis 15 cm), mit Grasziegel belegen, bewässern. Deck- und Humusschichten nicht mit Baumaschinen befahren; ausserhalb des Schwenkbereichs des Baggers Deckmaterialien von Hand verteilen
- ⑩ Entwässerungsrinne
Überschussmaterial seitlich leicht bombiert anschütten oder abführen



14 Entwässerung

14.1 Anforderungen

¹Aushubarbeiten können die natürliche Entwässerung an der Oberfläche und im Boden ungünstig beeinflussen. Eine künstliche Entwässerung ist nötig, um Instabilitäten der Böschungen zu verhindern und um die Aushubsohle über den erforderlichen Zeitraum trocken zu halten.

²Der Aushub für behelfsmässige Bauten darf nicht ins Grundwasser reichen. Vorgängig ist die höchste Lage des Grundwasserspiegels abzuklären.

³Aufgrund der Herkunft des Wassers ist folgendes zu beachten:

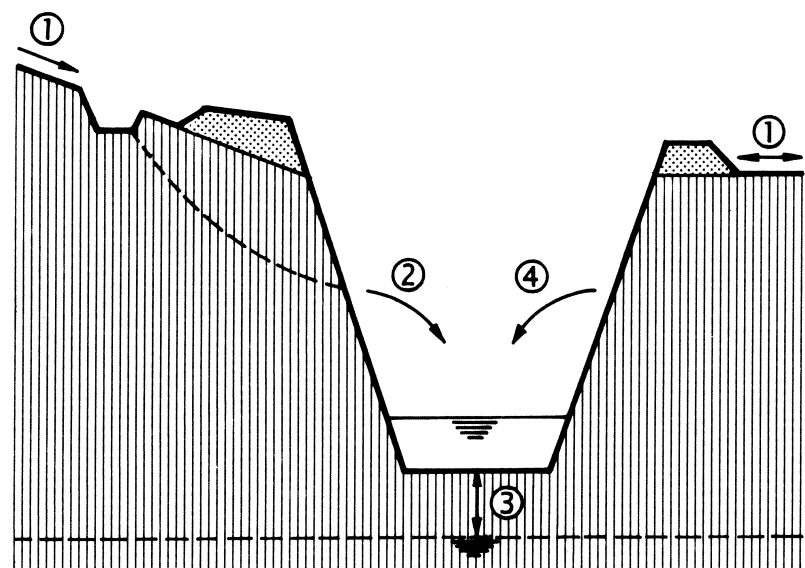
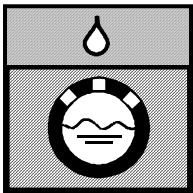


Bild 1.11

Herkunft des Wassers in Baugruben

- ① Niederschläge: direktes Einregnen und Abfluss von Oberflächenwasser (Meteorwasser)
- ② Hangwasser: Schichtwasser, meist entlang von Schichtwechselln im Untergrund. Witterungsabhängige Wassermengen, die während Trockenperioden versiegen können
- ③ Grundwasser: grossflächig steigender Grundwasserspiegel in Ebenen, mit langsamem An- und Abschwellen
- ④ Schmelzwasser: Vernässung und starke Verminderung der Bodenstabilität beim Auftauen gefrorener Böden



1 Baugrund und Aushub
14 Entwässerung

14.2 Entwässerungsmassnahmen

14.2.1 Oberflächenentwässerung

¹Oberflächenwasser ist von Gräben und Baugruben fernzuhalten. Dadurch wird der Untergrund im Bereich der Böschung vor Infiltration geschützt und ein Abfließen von Hangwasser in die Baugrube vermieden.

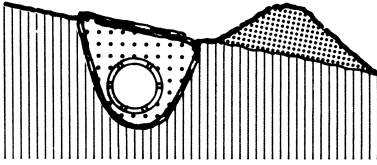
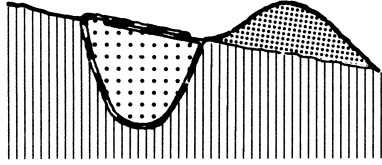
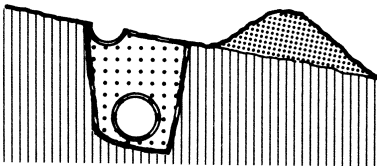
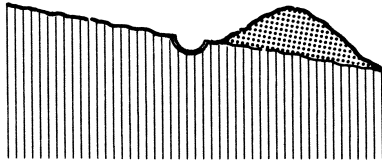
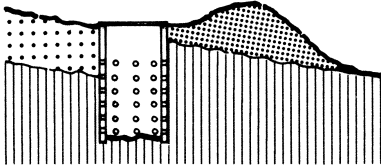
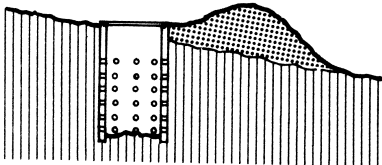
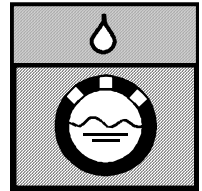
	Hohe Entwässerungs-kapazität	Geringe Entwässerungs-kapazität
Dränagegräben	mit Sickerleitung 	ohne Leitung 
Oberflächlich verlegte Halbschalen	in Kombination mit Dränage 	direkt auf Erdreich 
Lokale Linien- oder Punkt-fassungen bei einzelnen Hangwasser-Austritts-stellen	Sickerschacht mit Dränage-packung 	Sickerschacht 

Tabelle 1.13
Arten der Oberflächenentwässerung

²In Hanglage wird das Aushubmaterial unterhalb der Baugrube deponiert. Bei unstabilem Baugrund ist eine Dränage zu erstellen, bevor mit dem Aushub begonnen wird. Der Abstand der Dränage vom oberen Baugrubenrand muss mindestens der Baugrubentiefe entsprechen.



14.2.2 Baugrubenentwässerung

Sofern der Untergrund nicht stark durchlässig ist, müssen Baugruben immer entwässert werden. Bei mittleren Durchlässigkeiten sind Versickerungsstellen möglich. Andernfalls müssen talseitige Ableitungen oder gut zugängliche Schöpfplätze vorgesehen werden. Provisorische Entwässerungsmassnahmen sind den Aushubetappen fortlaufend anzupassen.

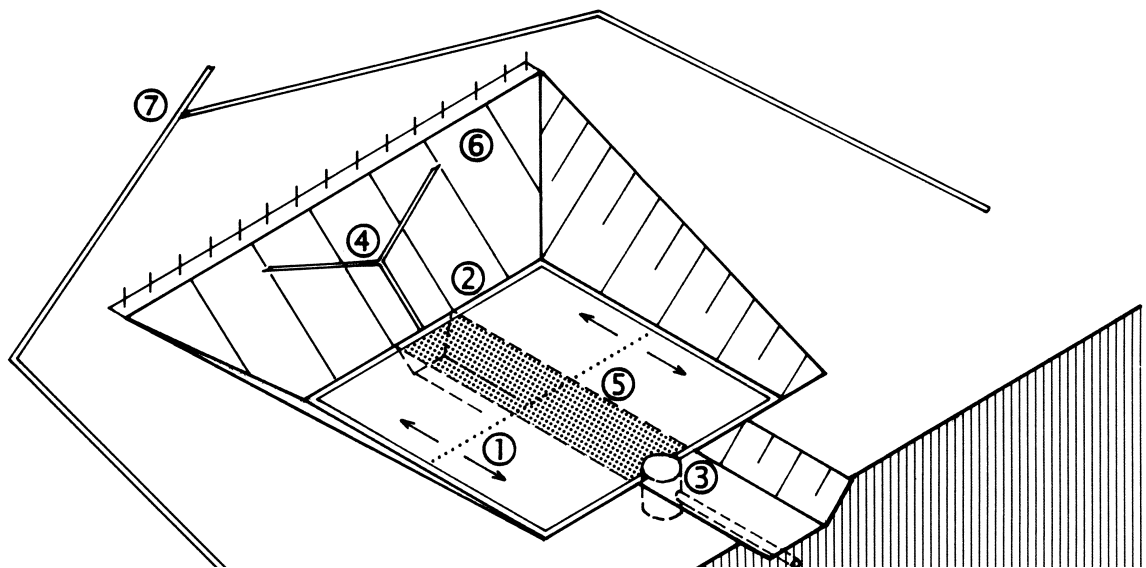


Bild 1.12
Baugrubenentwässerung

- ① Aushubsohle mit mindestens 3 % Gefälle
- ② Entwässerungsgraben oder Sickerleitung entlang des Böschungsfusses
- ③ Einleitung des Wassers in Sammelschacht (Schöpfplätze, Pumpensümpfe) oder in Sickerschächte, bei Hanglage mit Rohrleitung ableiten
- ④ grössere Schichtwasseraustritte fassen (Punktfassungen, schottergefüllte Y-Dränagegräben oder Halbschalen in der Falllinie der Böschung)
- ⑤ bei schlecht durchlässigem Baugrund Trennvlies (etwa 200 g/m²) einlegen, darauf Kiesbett als Fundations- und Dränageschicht (> 15 cm) einbauen. Evtl genügen einzelne Dränageriegel
- ⑥ Rutschgefährdete Böschungen mit Bauplastik-Folien abdecken. Unter der Folie abfließendes Hangwasser vermeiden
- ⑦ Oberflächenentwässerung



1 Baugrund und Aushub

14 Entwässerung

14.2.3 Entwässerung von Objekten unter Terrain

Zusätzlich zur Baugrubenentwässerung ist folgendes zu beachten:

- Filter- und Sickerschichten bei der Auffüllung mit einem Trennvlies (Geotextil etwa 200 g/m²) oder mit Filtermaterial vor Einschwemmungen schützen;
- Deckschicht vergrabener Objekte mit 7 bis 10 % Gefälle ausführen, um Ansammlungen von Oberflächenwasser im Auffüllbereich zu vermeiden;
- im Einstiegsbereich Entwässerung grosszügig dimensionieren und guten Zugang zu Schöpfloch bzw Sickerschacht vorsehen;
- über dem hangseitigen Böschungsrand eine Rinne für die Entwässerung der Oberfläche oder Drainagegraben anordnen.

14.2.4 Entwässerung von Gräben und offenen Stellungen

Bei unzureichender Durchlässigkeit des Bodens sind folgende Entwässerungsmassnahmen vorzusehen:

- Sohle mit mindestens 3 % Längsgefälle;
- Entwässerungsrinne am Grabenrand, Tiefe 5 bis 15 cm;
- alle 15 bis 30 cm Schöpfloch oder Sickerschacht, in Hanglage talseitige Entwässerungsleitung;
- Entwässerungs- und Sauberkeitsschicht auf Grabenboden 5 bis 8 cm stark, Kiessand oder Schotter.

14.3 Konstruktive Details

14.3.1 Entwässerungsleitungen

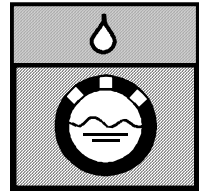
Die wichtigsten Anforderungen an Entwässerungsleitungen sind:

- genügender Leitungsquerschnitt, spül- oder auskratzbar (wo zugänglich);
- Enden der Leitungen mit Spülstutzen (zum Beispiel Muffe) an der Terrainoberfläche vorsehen;
- Gefälle in der Regel 3 %, mindestens 2 %;

Baugrund und Aushub

Entwässerung

1
14



- ausreichende Fundierung, dichte Stösse, keine Knicke oder enge Radien;
- genügend massive Rohre, insbesondere bei untief vergrabenen und mit schweren Fahrzeugen überfahrenen Leitungen;
- Sickerleitungen mit Vlies vor Feinmaterialeinschwemmung schützen;
- Kunststoffrohre sind einfacher zu bearbeiten als Zementrohre (sägbar, L-,Y- und T-Formstücke erhältlich). PVC ist spröd, PE ist beschränkt biegsam.

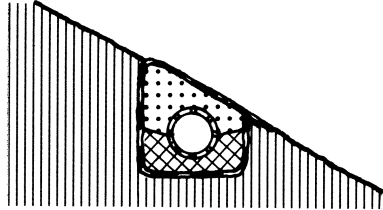
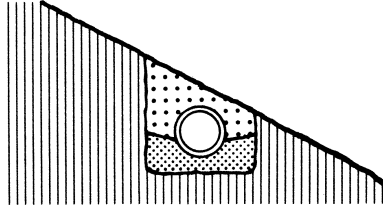
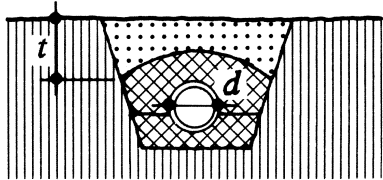
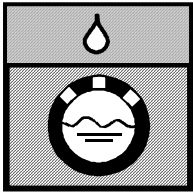
Leitungstyp, Innendurchmesser	Rohrmaterial, Bettung und Überdeckung	Querschnitt
Sickerleitung $d = 100 - 150 \text{ mm}$	gelochtes Kunststoffrohr, steif oder flexibel (PVC oder PE) evtl Magerbetonbett, Überdeckung mit Sickergeröll und Schutzvlies	
Sammel- und Ableitung $d = 150 - 200 \text{ mm}$	in Kombination mit Dränage Sandbett, Überdeckung mit Kiessand	
Leitungen unter befahrenen Flächen $d < 150 \text{ mm}$	Zementrohr oder Kunststoffrohr (PVC, PE) Magerbetonbett, Überdeckung mit Beton nur wenn $t < 2,5 d$	

Tabelle 1.14
Entwässerungsleitungen



1 Baugrund und Aushub
14 Entwässerung

14.3.2 Schöpflöcher, Pumpensümpfe und Sickerschächte

¹Schöpflöcher, Pumpensümpfe und Sickerschächte aus Holz oder Zementröhren dort anordnen, wo Sickerschichten oder talseitige Ableitungen nicht möglich sind. Schöpflöcher evtl mit Versickerung kombinieren, zum Beispiel durch gelochte Schachtwände.

²Sickerschächte im unteren Teil mit einem Vlies auslegen, um das Erdreich vor Schlamm zu schützen. Bei grossem Wasserandrang ist der Schacht durch Drainagegräben zu erweitern.

³Schächte sind an gut zugänglichen Stellen anzuordnen, um Unterhalt und Reinigung zu erleichtern. Die Abdeckung ist einsturz sicher und abnehmbar auszubilden. Ungeschützte Sickergruben sind nur für kurzfristige Entwässerungen (rasche Verstopfung).

Baugrubenart	Schachtvolumen pro 10 m ² Einzugsgebiet	
	kleine Durchlässigkeit	grosse Durchlässigkeit
Offene Stellungen und Baugruben	0,40 m ³	0,20 m ³
Gräben	0,30 m ³	0,15 m ³
Objekte unter Terrain ohne Oberflächenentwässerung	0,20 m ³	0,10 m ³
Objekte unter Terrain mit Oberflächenentwässerung	0,10 m ³	0,05 m ³

Tabelle 1.15

Schachtfassungsvermögen bei kleiner und grosser Bodendurchlässigkeit

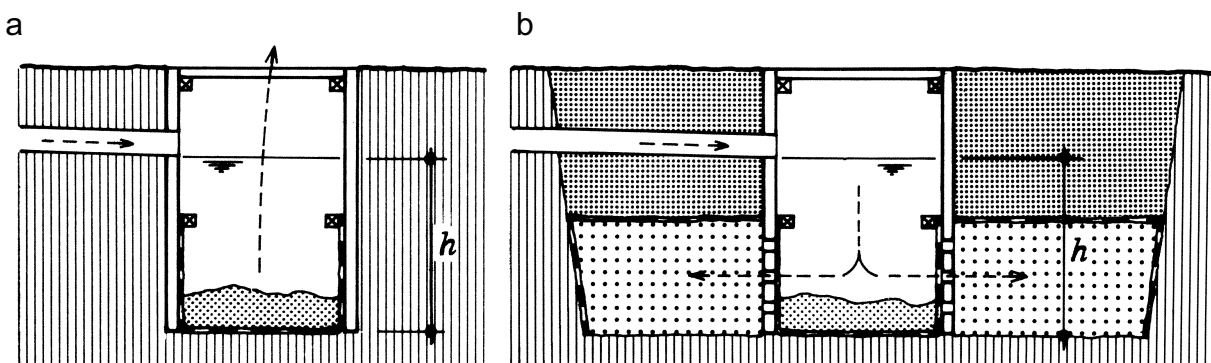
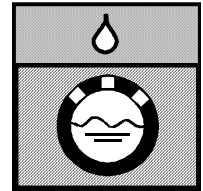


Bild 1.13

a Schöpfloch bzw Pumpensumpf b erweiterter Sickerschacht



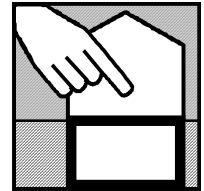
14.4 Kontrolle und Unterhalt von Entwässerungen

14.4.1 Massnahmen während der Bauzeit

- Entwässerungen periodisch auf ihre Funktion überprüfen, insbesondere nach heftigen Niederschlägen;
- bei längerdauernden Baustellen sowie bei hohem Feinanteil Entwässerungen regelmässig reinigen;
- bei Austritt von Schichtwasser entlang möglicher Gleitflächen Stabilität der Böschung kontrollieren, wenn nötig Drainage verbessern;
- nach Vollendung der Arbeiten Leitungen und Schächte gründlich reinigen und in Stand stellen.

14.4.2 Massnahmen während des Betriebes

- Entwässerungsleitungen permanenter Bauten periodisch kontrollieren;
- bei Verstopfungsgefahr Leitungen mittels Hochdruck-Wasserstrahl spülen (Hochdruckreiniger, Spülfahrzeuge, Druckfässer). Die geringere Druckbeständigkeit behelfsmässig erstellter Leitungen ist zu berücksichtigen;
- kurze, gerade Leitungsstücke mit Stangen reinigen;
- Schlamm in Oberflächenentwässerungen (Entwässerungsgräben, Halbschalen) von Hand entfernen;
- Schöpflöcher nach jedem Niederschlag, Sickerschächte bei starkem Wasserandrang entleeren;
- Pumpen reinigen und regelmässig auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüfen;
- Schlammsäcke vor dem Überlaufen entleeren;
- Filtermaterial bei verstopftem Sickerschächten ersetzen oder neuen Schacht erstellen.



21 Planung

21.1 Schutzziele

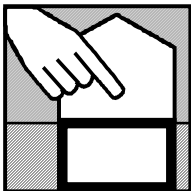
¹Ziel der Verstärkung bestehender Bauten besteht in der Herrichtung von behelfsmässigen Schutzräumen für militärische Bedürfnisse verschiedenster Art wie Kommandoposten, Unterkünfte, Schutzküchen, Einrichtungen der Versorgung und der Sanität usw. Mit der Verstärkung wird ein Basisschutz erreicht, der die massgebenden grossflächigen Waffenwirkungen weit gehend abdeckt. Ein umfassender Schutz ist mit Behelfsmassnahmen nicht zu realisieren. Der konkret erreichbare Schutz hängt stark von der Güte des ausgewählten Objektes und vom optimalen Einsatz der verfügbaren Mittel ab.

²Ein Bauwerk kann selten in jeder Hinsicht optimal verstärkt werden. Um trotzdem eine verhältnismässig hohe Schutzwirkung zu erzielen, müssen in der Planungsphase folgende Faktoren sorgfältig gegeneinander abgewogen und aufeinander abgestimmt werden:

- Bauart, Geometrie und Umgebung der Räumlichkeiten;
- für den Ausbau zur Verfügung stehende Mittel;
- vorgesehene Nutzung und Einrichtung.

³Durch eine Unterteilung der erforderlichen Arbeiten nach Ausbaugraden kann die Schutzwirkung stufenweise verbessert werden. Der Ausbaugrad 0 ermöglicht den Bezug der Räumlichkeiten. Im Rahmen des Ausbaugrades 1 wird ein weit gehender Schutz gegen radioaktiven Ausfall und Wärmestrahlung von A-Explosionen sowie gegen Splitter erreicht. Der Ausbaugrad 2 Gewähr leistet weit gehende Trümmersicherheit und Schutz vor einer Druckwelle (→ Tabelle 2.2).

⁴Die Schutzwirkung von behelfsmässig verstärkten Bauten ist wesentlich geringer als diejenige permanenter Schutzanlagen.



2

Verstärkung bestehender Bauten

21

Planung

21.2 Planungsablauf

¹Um rechtzeitig behelfsmässig verstärkte Bauten nutzen zu können, ist folgender Planungsablauf zu befolgen:

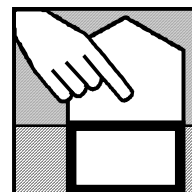
	Tätigkeit	Verantwortliche Instanz	Kapitel
1.	Auswahl und Beurteilung von geeigneten Objekten	Bauchef	21.3
2.	Bestimmung des Verwendungszweckes und Zuweisung der Räume	Kommandant	
3.	Festsetzung der Abbaugrade und Ausbauprioritäten	Kommandant	21.4
4.	Beschaffung der erforderlichen Projektierungsgrundlagen	Bauchef	21.5
5.	Abklärung der zur Verfügung stehenden Mittel (Material, Werkzeuge, Maschinen und Personal) sowie des Zeitbedarfs	Bauchef	21.6 21.7
6.	Überprüfung der Eignung auf Grund der Projektierungsgrundlagen; definitiver Entscheid über Verwendung	Kommandant in Absprache mit Bauchef	
7.	Projektierung der Verstärkungen unter Berücksichtigung der Ausbaugrade	Bauchef	22
8.	Konstruieren und Aufzeichnen der Verstärkungsmassnahmen inkl Erstellen der Materiallisten	Bauchef	23
9.	Beschaffung der Mittel (Material, Werkzeuge, Maschinen und Personal)	Bauchef über Kommandant	
10.	Durchführung der baulichen Massnahmen	Truppe unter Leitung des Bauchefs	

Tabelle 2.1

Planungsablauf der Tätigkeiten und verantwortliche Instanz

Verstärkung bestehender Bauten Planung

2
21



²Die Projektierung der Verstärkungsmassnahmen erfolgt in der Regel durch ausgebildete Bauefs. Die baulichen Massnahmen werden von den Benützern der Schutzräume unter fachkundiger Leitung der Bauefs selbst durchgeführt.

³Im Normalfall sind die Verstärkungsmassnahmen gemäss Kapitel 22 zu projektieren und zu bemessen. Konstruktive Empfehlungen sind in Kapitel 23 enthalten. Die Darstellung erfolgt in Ausbauplänen mit dazugehörigen Listen zur Mittelbeschaffung für Material, Geräte und Personal sowie Zeitbedarfstabellen (→ Formular B bis J, Formular 37.62 d bis 37.69 d).

⁴Für Spezialfälle wird auf Kapitel 63 verwiesen, wo die für die Verstärkung von bestehenden Bauten notwendigen Bemessungsgrundlagen einschliesslich Hilfstabellen aufgeführt sind. Auf Grund dieser Angaben können ausgebildete Baufachleute abweichende Probleme analog dem Normalfall behandeln.

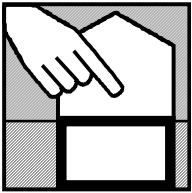
⁵Bei der Ausführung und beim Betrieb von behelfsmässig verstärkten Bauten sind Unfallgefahren durch eine sorgfältige Projektierung und Realisierung möglichst auszuschliessen. Erwähnt seien die Sicherung der Einbauten gegen Umstürzen, die Vermeidung von Stolperfallen, usw.

⁶Für die Unfallverhütung während der Durchführung der Herrichtungsmassmen sind die einschlägigen Vorschriften, insbesondere die für das Baugewerbe massgebenden SUVA-Vorschriften und -Richtlinien, zu beachten.

21.3 Eignungsabklärung

¹Durch eine sorgfältige Abklärung der baulichen Möglichkeiten soll mit den vorhandenen Mitteln an Material, Personal und Zeit eine möglichst hohe Schutzwirkung erreicht werden. Je früher diese Abklärungen stattfinden, desto mehr Zeit bleibt für die Optimierung der baulichen Massnahmen. Die Eignung der für eine Verstärkung in Frage kommenden Räume hängt sowohl von der Art der vorhandenen zivilen Objekte als auch von den Bedürfnissen der militärischen Benutzer ab.

²Die objektspezifische Beurteilung der zu verstärkenden Räume erfolgt mit Hilfe von Formular 37.61 d (Aufnahme Kellerverstärkung, → Bild 2.1). Der resultierende Aufwand bezieht sich auf den vollen Ausbau exklusive Innenausbau und exklusive Materialbeschaffung.



2
21

Verstärkung bestehender Bauten Planung

Aufnahme Kellerverstärkung

Einheit: _____ Kp BC _____ Datum: _____
 Z Stüpt: _____ Z BC _____ Schutzraum: _____

Vorgesehene Belegung (Anzahl AdA): _____

Grundrissfläche: _____ = _____ m² Raumhöhe: _____ m

Annahme Zeitaufwand: _____ m² x _____ h/m² = _____ h

Bewertung:

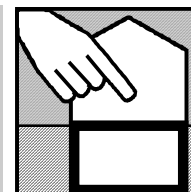
1. Brandbelastung	keine	klein	gross
2. Brand- und Trümmergefahr	keine	klein	gross
3. Decke	Beton/Fels	Gewölbe	Holz/Hourdis
4. Wände	Fels	Beton	Mauerwerk
5. Böden	Fels	Beton	Natur
6. Zwischenwände	Beton	Holz	Mauerwerk
7. Anlagevolumen unter Terrain	100 %	80 - 100 %	50 - 60 %
8. Öffnungen im Erdgeschoss oder Zugangsöffnungen zu Anlage	keine < 3 m ²	< 50 % 3 - 6 m ²	< 50 % > 6 m ²
9. Grundwassereinbruch	unmöglich	feucht	möglich
Anzahl Wertungen (total 9)			
x Gewichtung	1	2	5
= Total Punkte		+	+
			= <input type="text"/>

	Punkte	Urteil	Aufwand
Eignung der Anlage	9 - 11	sehr gut	1 - 4 h/m ²
	12 - 18	gut	4 - 12 h/m ²
	19 - 45	brauchbar	12 - 25 h/m ²

Skizze/Bemerkungen:

Bild 2.1

Aufnahme Kellerverstärkung



a. Objektspezifische Kriterien

- Brandbelastung sowie Brand- und Trümmergefahr des darüberliegenden Gebäudes sowie der Umgebung;
- Konstruktionsart von Decken, Wänden und Böden;
- Traglastreserven der Decken (in der Regel steigende Reserven bei grossen Spannweiten sowie hohen Nutz- und Auflasten);
- Öffnungen in den zu verstärkenden Räumen;
- Anlagevolumen unter Terrain (Räume in Gebäudeuntergeschossen oder in freistehenden, unterirdischen Anlagen);
- Exponiertheit der Schutzhülle (Öffnungen im darüberliegenden Geschoss, respektive Grad der Erdüberdeckung);
- Gefahr von eindringendem Wasser.

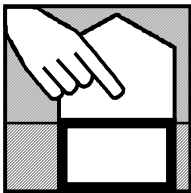
b. Benutzerspezifische Kriterien

- Taktische Lage;
- Zugänglichkeit zu den verstärkten Räumen;
- Raumgrössen und -höhen;
- vorhandene Infrastruktur (Strom, Wasser, Kanalisation, Telekommunikation, usw).

21.4 Ausbaugrad

¹Die folgende Tabelle gibt die in der Regel erforderlichen Herrichtungsmassnahmen, geordnet nach Ausbaugraden, an. Die Schutzwirkung der verstärkten Räume steigt mit zunehmendem Ausbaugrad.

²Für die Inneneinrichtung von verschiedenen Nutzungen wird auf Kapitel 32 verwiesen.

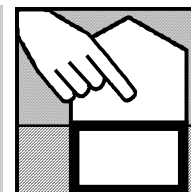


2 Verstärkung bestehender Bauten

21 Planung

	Herrichtungsmassnahmen	Zweck
Ausbaugrad 0	Ausräumen der vorgesehenen Räume, Nebenräume und Zugänge (keine eigentlichen Verstärkungsmassnahmen)	Bereitstellen der zivilen Anlage zum Bezug. Beschränkter Schutz gegen Brand, radioaktiven Ausfall, Splitter
Ausbaugrad 1	Öffnungen verschliessen, ausser Eingang und Notausgang. Eingang verstärken (Öffnung genügend gross für Einbringen von sperrigem Material). Übrige Öffnungen ins Freie massiv verschliessen. Im Erdgeschoss des darüberliegenden Gebäudes alle Türen, Storen und Läden schliessen	Erreichen eines verbesserten Schutzes gegen radioaktiven Ausfall sowie gegen Splitter- und Brandwirkungen
	netzunabhängige Notbeleuchtung	Notbeleuchtung für den fall eines Stromausfalles
	Notausgang erstellen	Fluchtmöglichkeit im Trümmer- und Brandfall
	verschliessbare Luftöffnung schaffen. Übrige Undichtheiten abdichten	kontrollierbarer Luftdurchzug. Bei geschlossener Öffnung sehr beschränkter Schutz vor C-Kampfstoffen
Ausbaugrad 2	Deckenverstärkung und Verstärken der Nebenräume	Erhöhung der Tragfähigkeit für Trümmer- und Druckbelastungen sowie für Lasten aus Erdaufschüttungen
	Erdanschüttung an exponierte Aussenwände. Eingänge evtl zusätzlich verstärken	Verbesserung des Strahlen-, Brand- und Splitterschutzes
	brennbares Material aus den darüber- und danebenliegenden Räumen entfernen	Herabsetzung der Brandbelastung (vorsorgliche Brandschutzmassnahmen)
	Notausgang und Luftfassung bis ausserhalb der halben Traufhöhe führen	Verbesserung der Fluchtmöglichkeiten und der Luftfassung im Brand- und Trümmerfall
	Sandsack-/Erdauflage auf verstärkter Decke oder alle Öffnungen im darüberliegenden Gebäude massiv verschliessen	Verbesserung des Brand- und Strahlenschutzes
	Behelfsmässigen Ventilator einbauen	Verbesserung der Luftzirkulation

Tabelle 2.2
Ausbaugrade



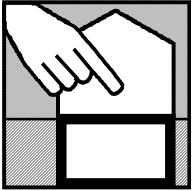
21.5 Projektierungsgrundlagen

¹Da oft keine Pläne verfügbar sind, müssen vor Ort detaillierte Erhebungen über das Objekt vorgenommen werden, bevor die Herrichtungsmassnahmen projektiert werden. Nebst den zu verstärkenden Räumen ist auch das zugehörige Gebäude sowie dessen Umgebung in möglichst massstäblichen Skizzen zu erfassen (Situation, Grundrisse und Schnittzeichnungen).

²Erhebungen sind erforderlich bezüglich:

- Grundriss der zu verstärkenden Räume inklusive Zugangswege und unmittelbar angrenzende Nebenräume;
- Schnittzeichnungen der vorgesehenen Räume. Aufnahme der Raumhöhen, der Öffnungen in den Wänden und des Terrainverlaufs bei Aussenwänden;
- Konstruktionsart der Umfassungsbauteile (Böden, Wände, Decken, Türen, evtl Zwischenwände usw) bezüglich Stärke und Baumaterialien (Stahlbeton, unarmerter Beton, Mauerwerk, Metall, Holz usw);
- Typ und Höhe des Gebäudes, das sich über den zu verstärkenden Räumen befindet. Bei nicht überbauten Räumen (zum Beispiel bei unterirdischen Garagen unter Freiflächen) ist die Überdeckung bezüglich Art und Stärke (Humus, Belag usw) festzustellen;
- baulicher Zustand des Gebäudes (Wassereintritte, klaffende Risse, stark rostende oder durchhängende Träger, un stabile Bauteile, usw);
- Umgebung (Abstände zu Nachbargebäuden, Traufhöhen, Gebäudetypen);
- feste Installationen und Werkleitungen im ganzen Gebäudeuntergeschoss (Öltank, Wasser, Abwasser, Elektrizität, Gas, Telefon). Eintragung der Leitungsführungen in Grundrissen und Schnittzeichnungen.

³Aufgrund dieser Erhebungen ist die Eignung des Objektes für die vorgesehene Nutzung nochmals zu überprüfen.



2
21

Verstärkung bestehender Bauten Planung

21.6 Mittel

21.6.1 Material

Für die Herrichtung von behelfsmässigen Schutzräumen werden hauptsächlich die folgenden Materialien benötigt:

a. Verstärkung von Decken und Eingängen sowie Verschiessen von Öffnungen

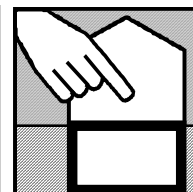
- Holz (Rundholz, Kantholz, Bretter, Schaltafeln, Dachlatten, Hartholzkeile);
- Metall-Deckenstützen (als Behelfsstützen);
- leichte Stahlträger (zum Beispiel als Abfangträger);
- Zement, Kiessand, Armierung (zum Beispiel für Stützenfundamente);
- Kleinmaterial (Nägel, Bauklammern, Schrauben, Dübel, Draht usw).

b. Wandverstärkungen mit Anschüttungen, Aufschüttungen auf Decken, Gräben für Notausgänge oder Entwässerungen usw

- Spriessmaterial;
- Sand oder Erde;
- starke Plastik- oder Jutesäcke.

c. Abdichtungen gegen Wasser und flüchtige Kampfstoffe

- Plastikfolien;
- breite Klebstreifen;
- Gummibänder;
- elastischer Kitt.



21.6.2 Werkzeuge und Maschinen

Für die folgenden Arbeitsgattungen können neben den gängigen Werkzeugen zusätzliche Geräte und Maschinen nützlich sein:

a. Holzbearbeitung

(Verstärkung von Decken, Eingängen und Türen, Verschliessen von Öffnungen, Abspriessungen, Bau von Inneneinrichtungen usw):

- Kreis- und Kettensäge;
- Schlagbohrmaschine mit Zubehör (Holzbohrer mit Durchmesser bis 20 mm sowie Steinbohrer zum Setzen von Dübeln).

b. Bearbeitung von Stahl

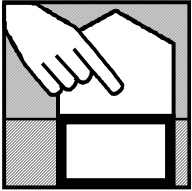
(Behelfsstützen, schwere Abfangträger, Verbindungen usw):

- schwere Schneidzange (zum Schneiden von Armierungseisen usw);
- Schneidbrenner;
- autogene Schweissanlage.

c. Erd- und Betonarbeiten inkl Abfüllen von Sandsäcken

(An- und Aufschüttungen, Sandsackwände, Gräben, Fundamente für Stützen in schlechtem Boden usw):

- Erdbewegungsgeräte (Raupenladeschaufel oder Bagger, Förderband);
- Karretten oder ähnliche Kleintransportgeräte (zum Beispiel Dumper);
- Einrichtung zum Abfüllen von Sandsäcken (zum Beispiel Umschlaggerät);
- kleiner Betonmischer, Vibrator.

**2****Verstärkung bestehender Bauten****21****Planung****d. Elektroinstallationen**

(für den Einsatz von elektrischen Maschinen und Geräten sowie für Beleuchtung):

- Notstromaggregat (maximale Leistungsaufnahme der Geräte beachten);
- Baustromverteiler;
- Kabelrollen;
- Beleuchtungsmaterial.

21.7 Zeitbedarf

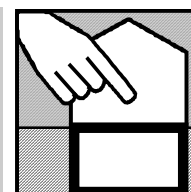
¹Der Zeitbedarf für Herrichtungsmassnahmen ist von mehreren Faktoren abhängig:

- örtliche Verhältnisse;
- Eignung der Räume;
- erforderlicher Ausbaugrad;
- Fachkenntnisse bzw Ausbildungsstand der Ausführenden.

²Die Zeitangaben (→ Tabelle 2.3) werden gemäss Formular 37.61 d ermittelt. Sie enthalten den Aufwand für den gesamten Ausbau (Grad 0 bis 2), jedoch keine Materialbeschaffung und Inneneinrichtung.

Verstärkung bestehender Bauten Planung

2
21

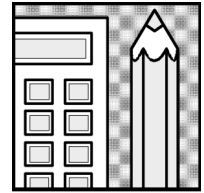


	Arbeitsgattung	Einheit	Zeitbedarf in Mannstunde
Ausbaugrad 0	Ausräumen der friedensmässig genutzten Anlage, Vorbereitung für den Ausbau (ohne Einrichtungen)	pro m ² je nach Verwendungszweck	0,2 - 1,5
Ausbaugrad 1	massives Schliessen von Öffnungen	pro kleine Öffnung unter < 1 m ² grosse Öffnungen > 1 m ² , pro m ²	2 - 4 3 - 5
	Verstärkung einer Türe	pro Türe	5 - 10
	Erstellung eines Notausgangs mit Deckel	pro Notausgang	10 - 15
	Abdichten von undichten Stellen, Erstellen von verschliessbaren Luftöffnungen	pro Anlage	3 - 5
Ausbaugrad 2	Abstützen der Decke und Verstreben der Stützen	pro Holzstütze pro Metalldeckenstütze	1 - 2 0,25 - 0,5
	Stützenfundament - auf armerter Betonplatte - auf Naturboden	pro Fundament pro Fundament	1 - 2 2 - 4
	Erdaufschüttung oder Sandsäcke auf Schutzraumdecke	pro m ² Deckenfläche	1 - 3
	massives Verstärken der Wände mit angeschütteter loser Erde oder mit aufgeschichteten Sandsäcken	pro m ² Wandfläche	3 - 10*)
	Erstellen eines Notausganges bis ausserhalb des Trümmereiches	pro Notausgang	20 - 50*)
	behelfsmässiges Einbauen eines Ventilators	pro Ventilator	2 - 3

*) je nach Verwendung von Baugeräten

Tabelle 2.3

Zeitbedarf für die einzelnen Arbeitsgattungen (ohne Materialbeschaffung)



22 Projektierung von Deckenverstärkungen

22.1 Grundsätzliches Vorgehen

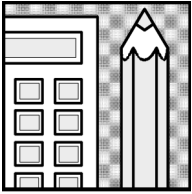
¹Das Ziel von Deckenverstärkungen ist die Erhöhung der Tragfähigkeit bestehender Decken, um zusätzliche Lasten infolge aussergewöhnlicher Einwirkungen (Luftdruck, Trümmer) sowie Erdaufschüttungen aufnehmen zu können. Bei geeigneter Auslegung, richtiger Bemessung und konstruktiv sauberer Ausführung wird die Tragfähigkeit bestehender Bauten wesentlich erhöht.

²Die Tragfähigkeit der bestehenden Konstruktionen kann nicht immer mit einfachen Mitteln überprüft werden. Im Allgemeinen wird die Verstärkung deshalb auf eine Bemessungslast von 72 kN/m^2 dimensioniert, vergleiche Bemessungsgrundlagen (→ Teil 6, Kapitel 63). Reichen die verfügbaren Mittel dazu nicht aus, so ist von Fall zu Fall zu entscheiden, ob das Raumprogramm reduziert werden kann oder ob eine geringere Schutzwirkung in Kauf genommen wird.

³Das praktische Vorgehen zur Bemessung der Verstärkungen erfolgt systematisch, wobei zuerst zwischen verschiedenen Deckenarten zu unterscheiden ist (→ Kapitel 22.2). Anschliessend ist die Art der Behelfsstützen zu bestimmen (→ Kapitel 22.3). Lage und Anzahl der erforderlichen Stützen werden durch ein einfaches Näherungsverfahren ermittelt (→ Kapitel 22.4), das ohne grossen Rechenaufwand und spezielle Fachkenntnisse angewendet werden kann. Ist eine Optimierung der Verstärkung erforderlich, muss ein genauer Nachweis der Tragfähigkeit erbracht werden (→ Kapitel 22.5).

⁴Bereits während der Planung ist die vorgesehene Nutzung der ausgebauten Räume zu berücksichtigen. Es ist wesentlich, ob darin Unterkünfte, Büros, Lager oder Einrichtungen der Sanität untergebracht werden. Je nachdem ist der Stützenraster anzupassen, damit die erforderlichen Verkehrs- und Nutzflächen erhalten bleiben. Nach Möglichkeit sind die Stützen in den Innenausbau zu integrieren. Entsprechende Angaben zur Nutzung von Räumen und deren Innenausbau sind in Teil 3, Kapitel 32 beschrieben.

⁵Zivile bzw friedensmässige Anwendungen sind immer auf Grund der gültigen (SIA-) Normen zu bemessen.



2 Verstärkung bestehender Bauten

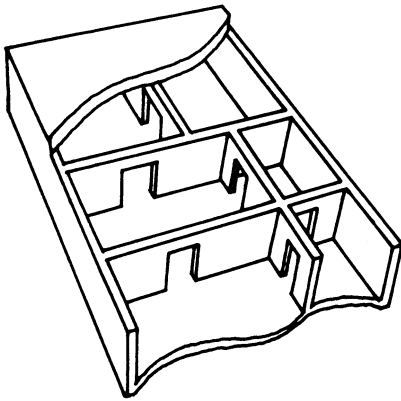
22 Projektierung

22.2 Deckenarten

Es wird zwischen den folgenden Deckenarten unterschieden:

- Betondecken auf Wänden;
- Betondecken auf Stützen (Flach-, Pilz- und Unterzugsdecken);
- Balken- und Kassettendecken;
- Gewölbedecken.

22.2.1 Betondecken auf Wänden



Betondecken auf Wänden liegen mindestens auf zwei gegenüberliegenden Wänden auf.

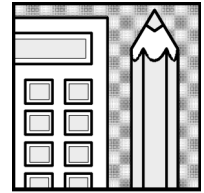
Bild 2.2
Betondecken auf Wänden

22.2.2 Betondecken auf Stützen

¹Es wird zwischen Unterzugsdecken und Flach- bzw Pilzdecken sowie Hohlkörperdecken unterschieden.

²Unterzugsdecken lagern auf Wänden oder Einzelstützen. Haupttragelemente sind die Unterzüge (Beton- oder Stahlträger, die mit der Decke verbunden sind). Die Betondecken selbst sind relativ dünn.

³Flachdecken lagern auf Einzelstützen aus Beton oder Stahl auf. Über den Stützenköpfen können die Decken durch Pilze verstärkt sein.



⁴Hohlkörperdecken weisen eine grosse Gesamtstärke auf. Normalerweise sind sie kaum von Flachdecken zu unterscheiden. Bei Deckenstärken > 30 cm ist unbedingt ein Ingenieur zur Beurteilung beizuziehen.

⁵Weitgespannte Betondecken können vorgespannt sein, was von aussen nicht zu erkennen ist. Genaue Auskunft erhält man nur durch Pläne. Die Tragwirkung bei dynamischer Belastung ist ohne genauere Untersuchung nicht abschätzbar. Für die Bemessung der Verstärkung wird angenommen, dass die Decken nicht vorgespannt sind. Sie werden wie gewöhnliche Flachdecken verstärkt.

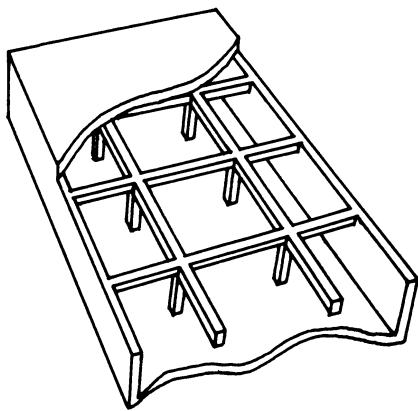


Bild 2.3
Unterzugsdecken

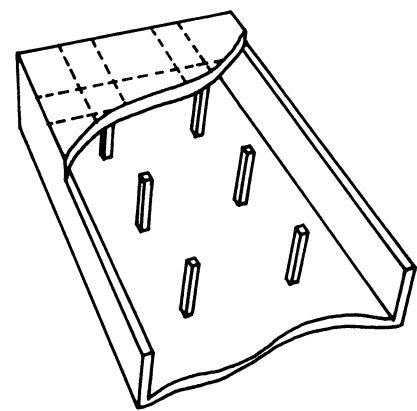
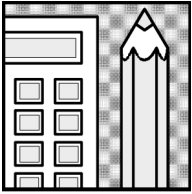


Bild 2.4
Flach-, Pilzdecken

22.2.3 Balken- und Kassettendecken

¹Balkendecken liegen seitlich auf je zwei gegenüberliegenden Wänden auf. Kassettendecken tragen meistens in beiden Richtungen und stützen sich demzufolge auf alle Wände ab. Haupttragelemente sind Träger aus Holz, Stahl oder vorgefertigten Elementen. Verbunddecken mit Stahlprofilblechen werden wie Balkendecken behandelt.

²Balken- und vor allem Kassettendecken sind wenn immer möglich zu meiden, da zur Sicherstellung des Widerstandes gegen Brand und Kernstrahlung eine Erdüberdeckung von mindestens 40 cm erforderlich ist (\rightarrow Kapitel 23.1). Die Verstärkung der auf den Trägern liegenden dünnen Platten bzw der Bretterlage erfordert einen grossen Aufwand. Durch alleinige Abstützung der Träger kann der Tragwiderstand der Decke nicht genügend erhöht werden.



2 Verstärkung bestehender Bauten

22 Projektierung

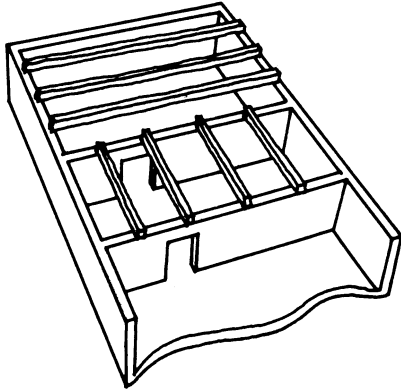


Bild 2.5
Balkendecke

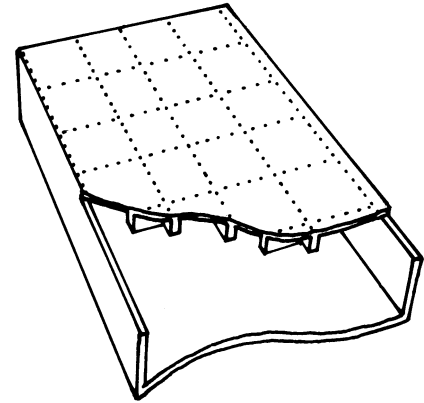


Bild 2.6
Kassettendecke

22.2.4 Gewölbedecken

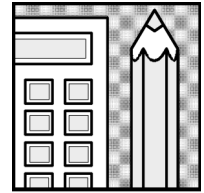
Gewölbedecken können benützt werden, wenn sie gut erhalten sind. Sie dürfen nicht verstärkt werden. Gewölbe in schlechtem Zustand sind nicht zu verwenden.

22.3 Behelfsstützen

¹Als Material für die Behelfsstützen (Spriessen) der Deckenverstärkungen eignen sich besonders Rundholz und quadratische Kanthölzer. Metall-Deckenstützen (Stüper) sind handlich und schnell versetzbar. Wegen ihrer geringen Traglast ist jedoch eine grosse Anzahl erforderlich; dadurch wird die Benutzbarkeit der verstärkten Räume wesentlich eingeschränkt. Stahlprofile eignen sich wegen dem hohen Gewicht und der schwierigen Bearbeitbarkeit schlecht.

²Die Stützen müssen vertikal stehen und dürfen nicht ausbauchen. Gespaltenes oder verwundenes Holz ist auszuschneiden, ebenso verbogene und beschädigte Metall-Deckenstützen.

³Krafteinleitungsbereiche sind besonders sorgfältig auszubilden. Für eine einwandfreie Kraftübertragung dürfen zwischen der verstärkenden Deckenkonstruktion und der Abstützung keine Zwischenschichten vorhanden sein. Allfällige untergehängte Decken oder Isolationen sind zu entfernen. Die Stützen müssen satt unterlegt sein und zusätzlich gegen Umfallen gesichert werden. Stahlprofile sind immer mit Kopf- und Fussplatten zu versehen.



⁴Stützenfundamente auf Naturböden oder auf dünnen Betonplatten müssen entsprechend der Stützentraglast ausgelegt werden.

⁵Bei dünnen Betondecken ist die Gefahr von Durchstanzen vorhanden. Deshalb ist die Deckenstärke für die Bemessung der Behelfsstützen vorgängig zu ermitteln, und zwar durch:

- Messen bei sichtbarer Deckenstirne (zum Beispiel bei Öffnungen). Allfällige Mörtelüberzüge sind abzuziehen;
- Ablesen aus Plänen und Überprüfung am Objekt (wegen nicht nachgeführten späteren Änderungen);
- wenn nicht anders möglich, abschätzen wie folgt: Deckenstärke = kürzere Spannweite geteilt durch 30.

⁶Für konstruktive Hinweise wird auf die Darstellungen in Kapitel 23.2 verwiesen.

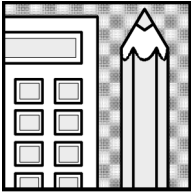
22.3.1 Holz-Deckenstützen

¹Für Deckenverstärkungen sind nicht zu kleine Stützenquerschnitte zu verwenden. Deshalb wird beim vereinfachten Einbauschema (→ Kapitel 22.4.1) von einem minimalen Durchmesser von 20 cm bzw von einem Kantholz mit entsprechender Traglast ausgegangen.

²Die Knicklänge l_k entspricht im Normalfall der Spriesshöhe (Raumhöhe bzw Höhe bis Unterkante Unterzug).

³Durchstanzen kann bei punktförmig unterstützten Betondecken sowie bei Betonbodenplatten massgebend werden. Mit zunehmender Stützenquerschnittsfläche und Plattenstärke vergrößert sich der Widerstand gegen Durchstanzen. Mit einer Hartholz-Brettunterlage von 50 mm Stärke kann die Traglast zusätzlich erhöht werden (jedoch nicht mit einer Tannenholz- oder Schalbrettunterlage).

⁴Für einen genaueren Nachweis der kriegsmässigen Traglast von Deckenstützen aus Rund- oder Kantholz dienen die Diagramme (→ Bilder 2.12 und 2.13), welche sowohl Knicken als auch Durchstanzen berücksichtigen. Die Diagramme beruhen auf den entsprechenden Baustoffkennwerten (→ Teil 6, Kapitel 63).



2 Verstärkung bestehender Bauten

22 Projektierung

22.3.2 Metall-Deckenstützen

¹Folgende Stütztypen werden unterschieden:

- Typ *leicht* (Fabrikate Adria oder Bühler);
- Typ *schwer* (Schwerlaststützen, Fabrikate Rauh, Doka usw).

²Die gängigen Metall-Deckenstützen, welche auch in den Zeughäusern verfügbar sind, entsprechen dem Typ *leicht*.

³Schwerlaststützen sind für den Laien oft nicht eindeutig erkennbar. Im Zweifelsfall sind sie wie Stützen des Typs *leicht* einzusetzen.

⁴Da die Metall-Deckenstützen im Gegensatz zu Holzstützen eine weit geringere Traglast aufweisen, ist Knicken immer massgebend. Die Knicklänge l_k entspricht der Spriesshöhe und wird zwischen Oberkante Boden und Unterkante Decke bzw Unterzug gemessen. Kopf- und Fussplatten der Stützen sind immer mit einer Brettunterlage zu versehen (Tannenholz oder Schaltafel genügt).

⁵Ist eine hohe Last aufzunehmen, sind mehrere Stützen je nach Raumnutzung in einer Linie oder in Gruppen zu vier Stück (ausnahmsweise drei Stück) anzuordnen. Ein vorzeitiges Ausknicken einzelner Stützen einer Gruppe ist durch geeignete Massnahmen (→ Kapitel 23.2.2) zu vermeiden, ohne dass dadurch gegenüber Einzelstützen eine erhöhte Traglast in Rechnung gestellt werden darf. Beim vereinfachten Einbauschema gemäss Kapitel 22.4.2 wird vom üblichen Fall einer Vierergruppe ausgegangen. Für einen genaueren Nachweis der kriegsmässigen Traglast wird das Diagramm in Bild 2.11 verwendet.

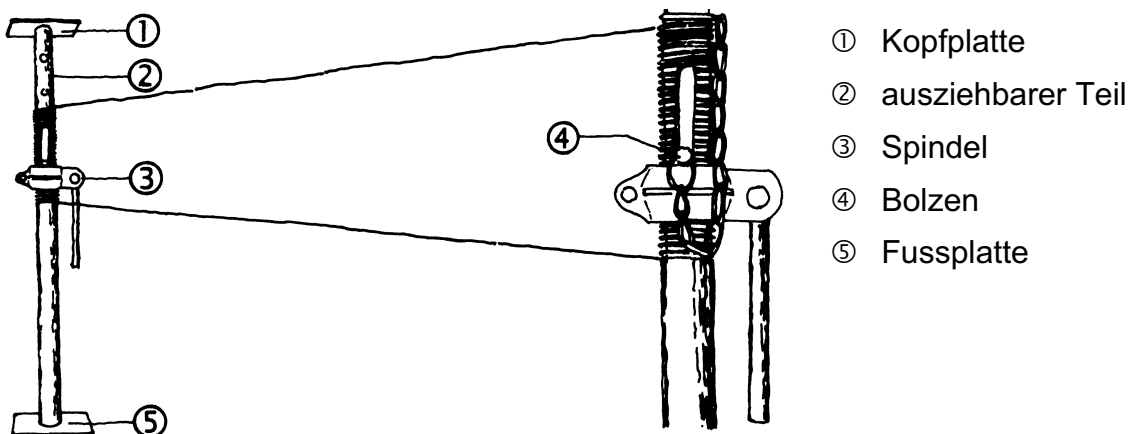
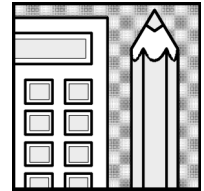


Bild 2.7

Metall-Deckenstützen Typ *leicht*



22.4 Einbauschema gemäss Näherungsverfahren

Bei Betondecken sind zur Festlegung von Lage und Anzahl der Behelfsstützen die beiden folgenden Einbauschemata in den meisten Fällen ausreichend genau. Bei Balken- oder Kassettendecken ist gemäss Kapitel 22.4.3 vorzugehen.

22.4.1 Einbauschema für Rund- oder Kantholzstützen

¹Eine Rundholzstütze mit einem minimalen Durchmesser von 20 cm oder eine Kantholzstütze mit einem Querschnitt von 16/20 bzw 18/18 cm pro Rasterschnittpunkt genügt, wenn:

- Deckenstärke minimal 25 cm
- Spriesshöhe maximal 3,00 m
- Stützenraster maximal 2,50 x 1,80 m

²oder:

- Deckenstärke minimal 20 cm (Hartholz-Brettunterlage zwingend)
- Spriesshöhe maximal 4,00 m
- Stützenraster maximal 2,50 x 1,40 m

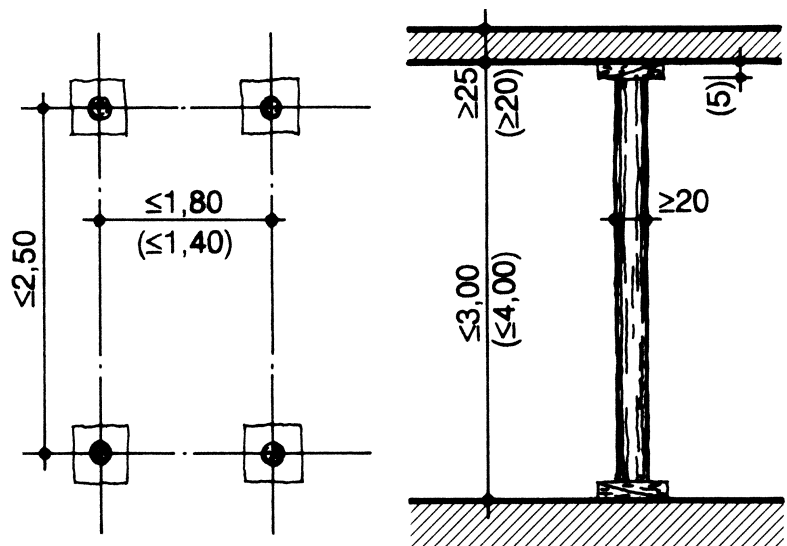
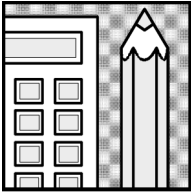


Bild 2.8
Einbauschema für Rund- oder Kantholzstützen (Näherungsverfahren)



2 Verstärkung bestehender Bauten

22 Projektierung

22.4.2 Einbauschema für Metall-Deckenstützen

Eine Gruppe mit vier Metall-Deckenstützen Typ *leicht* pro Rasterschnittpunkt genügt, wenn:

- Spriesshöhe maximal 2,50 m
- Stützenraster maximal 2,50 x 1,40 m
(Deckenstärke nicht massgebend)

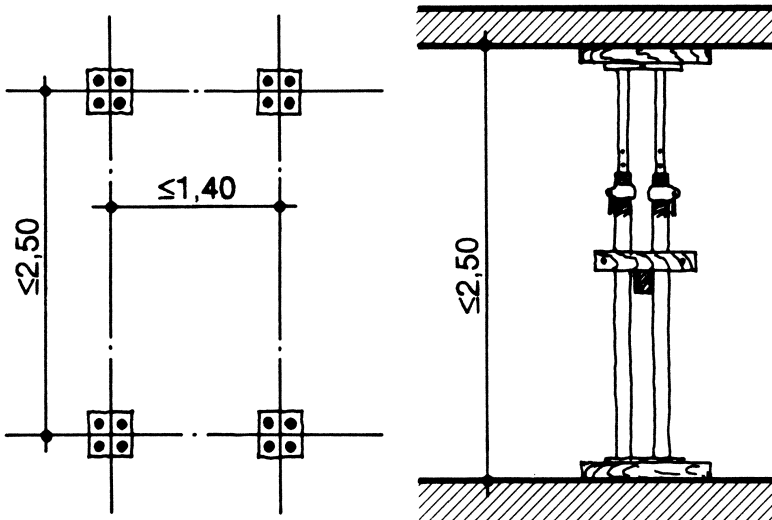


Bild 2.9

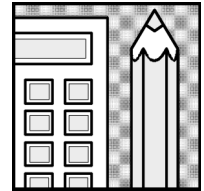
Einbauschema für Metall-Deckenstützen (Näherungsverfahren)

22.4.3 Einbauschema bei Balken-, Kassetten- und Hohlkörperdecken

Räume mit Balken-, Kassetten- und Hohlkörperdecken sind wegen des hohen Bearbeitungsaufwandes wenn immer möglich zu meiden, ansonsten gilt:

a. Balkendecken

- Zur Abstützung der Deckenbalken in Raummitte sowie entlang der Längswände Kanthölzer einbauen und durch Behelfsstützen unterstellen;
- bei einer lichten Weite von $e > 50$ cm zwischen den Deckenbalken in den Zwischenräumen je ein zusätzliches Kantholz anordnen;
- Anzahl und Abstand der Behelfsstützen gemäss Einbauschema ermitteln (→ Kapitel 22.4.1).



- ① zusätzliche Balken
- ② bestehende Balken
- ③ Abfangträger

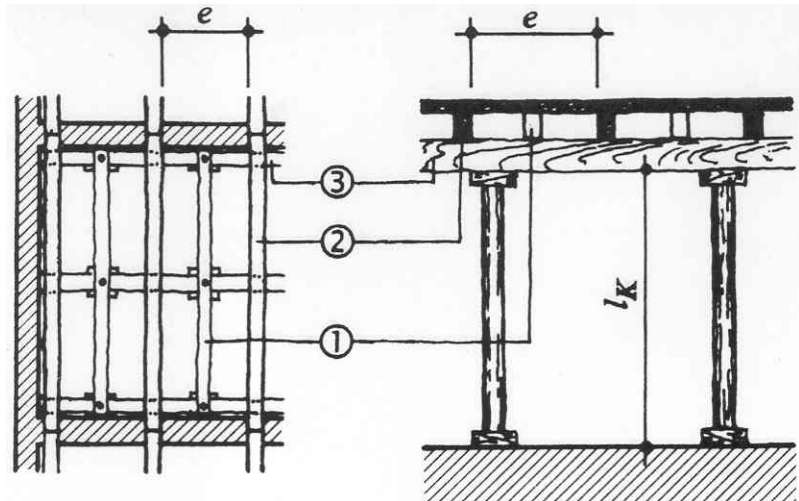


Bild 2.10
Verstärkung einer Balkendecke

b. Kassettendecken

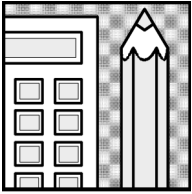
- Bei länglichen Räumen werden die Rippen wie bei Balkendecken unterstellt. Bei quadratischen Räumen sind die Rippen entlang allen Wänden und mindestens in Raummitte zu unterstellen;
- Kassettendecken mit einem Rippenabstand von $e > 50$ cm sind zusätzlich im Feld zu unterstützen. Dabei ist die Durchstanzgefahr durch die dünne Decke zu beachten.

c. Hohlkörperdecken

- Hohlkörperdecken sind wie Kassettendecken zu verstärken. Dabei dürfen nur die (normalerweise nicht sichtbaren) Rippen unterstützt werden.

22.5 Nachweis der Tragfähigkeit

In Fällen, in denen das Einbauschema gemäss Näherungsverfahren keine zufriedenstellende Lösung ergibt, oder wo entsprechendes Material nicht ausreichend verfügbar ist, muss die Deckenverstärkung auf Grund der speziellen Situation und der vorhandenen Mittel dimensioniert werden. Die Anwendung des im Folgenden aufgezeigten Bemessungsverfahrens ist einem mit der Statik vertrauten Fachmann zu überlassen.



2 Verstärkung bestehender Bauten

22 Projektierung

22.5.1 Bemessungsformeln für Deckenverstärkungen

¹Aus Länge, Breite und Flächenlast erhält man die kriegsmässige Belastung eines Deckenfeldes. Dabei wird zwischen den beiden folgenden Systemen unterschieden:

- Decken auf Wänden;
- Decken auf Stützen.

²Aufgrund der Traglast pro Behelfsstütze lassen sich mit Hilfe der Formeln in Tabelle 2.4 Abstand und Anzahl der Stützen in den Deckenfeldern ermitteln (Anzahl aufrunden). Allfällige Gurte bzw Unterzüge sind mit den gleichen Stützen und demselben Raster zusätzlich zu unterstellen.

³Die Traglast der Behelfsstützen für verschiedene Deckenstärken und Knicklängen wird den Diagrammen in Kapitel 22.5.2 entnommen (Metall-Deckenstützen → Bild 2.11, Holz-Deckenstützen → Bild 2.12 bzw 2.13). Bei Holzstützen ist jeweils der kleinere Wert (Knicken oder Durchstanzen) massgebend. Die Diagramme lassen sich auch umgekehrt anwenden, indem der erforderliche Stützendurchmesser bzw -querschnitt bei gegebener Last bestimmt werden kann.

⁴Die Richtung der Stützenreihen ist frei wählbar und soll auf die Nutzung des Raumes abgestimmt werden.

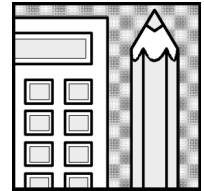
⁵Der Abstand e richtet sich nach dem Innenausbau und den zur Verfügung stehenden Stützen. Er ist auf

$$e \leq 2,50 \text{ m}$$

zu beschränken. Gegebenenfalls sind Doppelstützen oder Stützengruppen anzuordnen.

Abkürzungen:

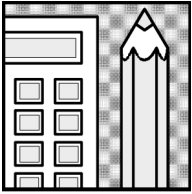
a, b :	Seitenabmessungen der Felder	[m]
l_K :	Knicklänge (= Spriesshöhe)	[m]
q :	Flächenlast	[kN/m ²]
N :	Traglast pro Behelfsstütze	[kN]
e :	Abstand der Behelfsstützen	[m]
n :	Anzahl der Behelfsstützen pro Reihe	[Stk]



Bemessungsformel	Decke auf Wänden	Decke auf Stützen
$b < 5,00 \text{ m}$ $n = \frac{q \times a \times b}{2 \times N} - 1$ $e = \frac{a}{n + 1}$		
$5,00 \text{ m} < b \leq 7,50 \text{ m}$ $n = \frac{q \times a \times b}{3 \times N} - 1$ $e = \frac{a}{n + 1}$		
$7,50 \text{ m} < b \leq 10,00 \text{ m}$ $n = \frac{q \times a \times b}{4 \times N} - 1$ $e = \frac{a}{n + 1}$		

Tabelle 2.4
Bemessungsformeln und Einbauschema (genauer Nachweis)

- Legende:
- vorhandene Stütze
 - Unterstützung der Felder gemäss Bemessungsformel
 - zusätzliche Unterstützung der Gurte bzw Unterzüge
 - ====: Gurtstreifen bzw Unterzug



2 Verstärkung bestehender Bauten

22 Projektierung

⁶Für überschlagsmässige Bemessungen genügt ein Nachweis für eine Belastung von:

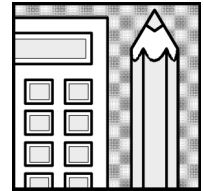
$$q = 72 \text{ kN/m}^2$$

⁷Bei Erdüberdeckungen von mehr als 30 cm sowie bei grossen Auflasten ist die Belastung exakt zu ermitteln (Lastannahmen, → Teil 6, Kapitel 63.2).

⁸In den in Tabelle 2.4 angegebenen Bemessungsformeln sind Deckenfelder bis maximal 10 m Breite berücksichtigt. Breitere Felder sind ebenfalls in Streifen von maximal 2,50 m Breite zu unterteilen; die Formeln lauten sinngemäss.

⁹Um Fehler zu vermeiden, sollen in den Formeln immer die gleichen Einheiten verwendet werden, nämlich für Längen immer [m], für Lasten [kN] und für Flächenlasten [kN/m²].

¹⁰Die Anwendung der Bemessungsformeln und -diagramme wird anhand eines konkreten Beispiels erläutert (→ Kapitel 22.5.3).



22.5.2 Ermittlung der Traglast von Behelfsstützen

a. Metall-Deckenstützen

Knicklänge
 l_K [m]

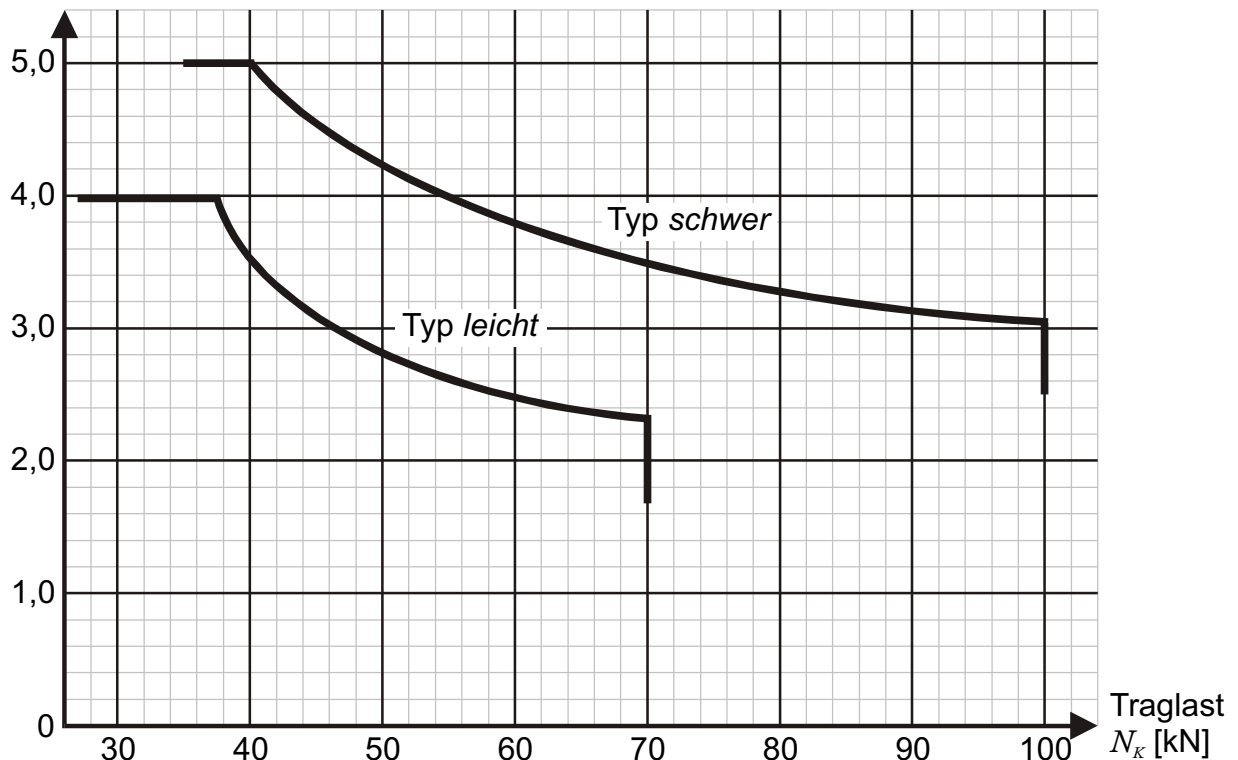


Bild 2.11

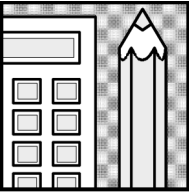
Diagramm zur Bestimmung der Traglast von Metall-Deckenstützen

Anwendungsbeispiel zu Diagramm (→ Bild 2.11):

Aufgabe: Bestimmung der Traglast von Metall-Deckenstützen Typ *leicht* (→ Beispiel in Kapitel 22.5.3, Fall A)

Spriesshöhe: $l_K = 2,40$ m

Resultat: $N_K = 65$ kN Knicktraglast
(Durchstanzen ist bei handelsüblichen Metall-Deckenstützen nicht massgebend)



2 Verstärkung bestehender Bauten

22 Projektierung

b. Rundholzstützen

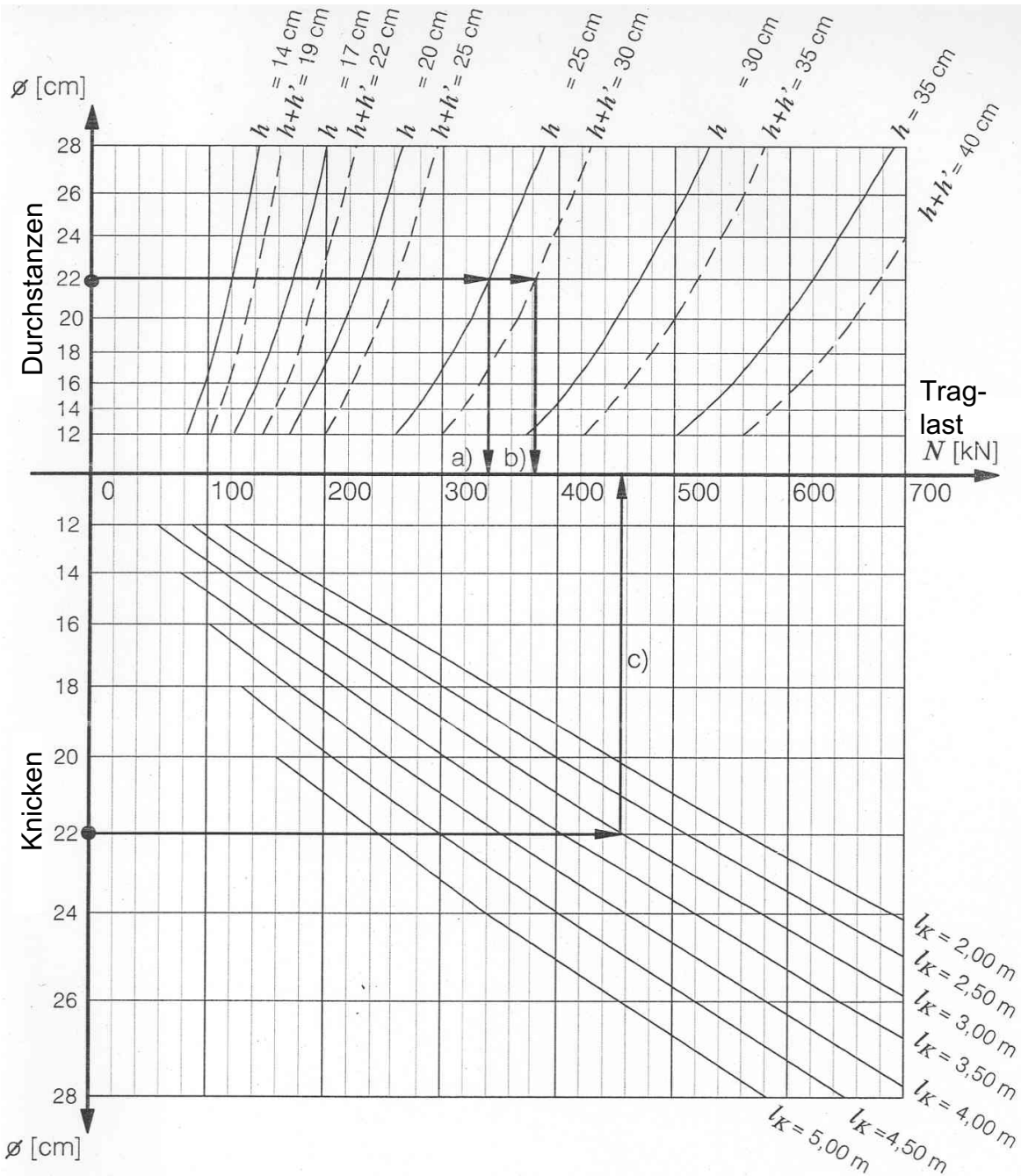
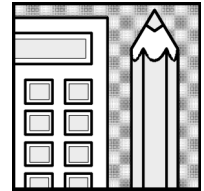


Bild 2.12

Diagramm zur Ermittlung der Traglast von Rundholzstützen

Verstärkung bestehender Bauten Projektierung

2
22



Erläuterung und Anwendungsbeispiel zu Diagramm in Bild 2.12:

Legende: l_K = Knicklänge (entspricht Spriesshöhe)
 h = Deckenstärke:

————— ohne Brettunterlage

----- mit Hartholz-Brettunterlage ($h' = 5$ cm)

Aufgabe: Bestimmung der maximalen Traglast bei gegebenem Rundholzquerschnitt (→ Beispiel in Kapitel 22.5.3, Fall B).

Gegebene Stütze: Rundholz \varnothing 22 cm

Durchstanzen:
(obere Kurven) Deckenstärke: $h = 25$ cm

maximale Traglast:

- ohne Brettunterlage (—————) $N = 340$ kN (a)

- mit Brettunterlage (-----) $N = 380$ kN (b)

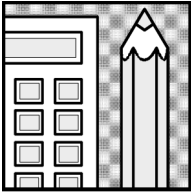
Knicken:
(untere Kurven) Knicklänge $l_K = 3,00$ m

maximale Traglast:

- mit oder ohne Brettunterlage $N = 450$ kN (c)

Resultat: die Traglast ohne Brettunterlage beträgt 340 kN. Da Durchstanzen massgebend ist, kann mit einer Hartholz-Brettunterlage von 5 cm die Tragfähigkeit um zusätzliche 40 kN auf 380 kN gesteigert werden. Knicken wird nicht massgebend

Bemerkung: würde die Traglast nicht ausreichen, ist entweder eine stärkere Stütze oder eine Stützengruppe zu verwenden.



2 Verstärkung bestehender Bauten

22 Projektierung

c. Kantholzstützen

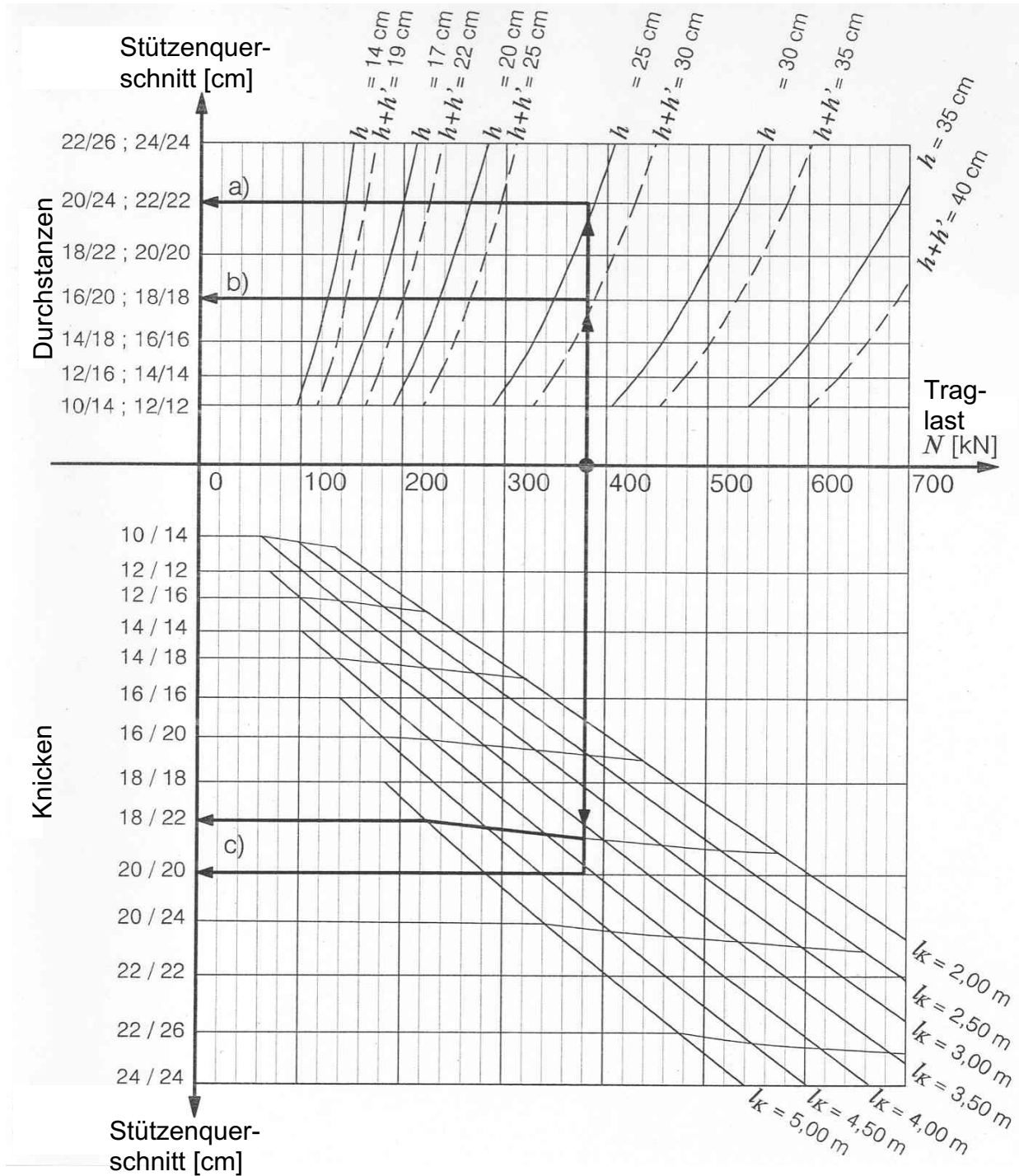
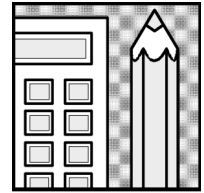


Bild 2.13
Diagramm zur Ermittlung der Traglast von Kantholzstützen

Verstärkung bestehender Bauten Projektierung

2
22



Erläuterung und Anwendungsbeispiel zu Diagramm in Bild 2.13:

Legende:

l_K = Knicklänge (entspricht Spriesshöhe)

h = Deckenstärke:

———— ohne Brettunterlage

----- mit Hartholz-Brettunterlage ($h' = 5$ cm)

Aufgabe:

Bestimmung des erforderlichen Kantholzquerschnitts bei gegebener Traglast (\rightarrow Beispiel Kapitel 22.5.3, Fall B unter der Annahme, dass nicht ausreichend vorhandenes Rundholz durch Kantholz ersetzt werden muss).

Vorhandene Last:

$N = 380$ kN

Durchstanzen:
(obere Kurven)

Deckenstärke:

$h = 25$ cm

erforderliche Stütze:

- mit Brettunterlage (-----) 16/20 bzw 18/18 (a)

- ohne Brettunterlage (————) 20/24 bzw 22/22 (b)

Knicken:
(untere Kurven)

Knicklänge

$l_K = 3,50$ m

erforderliche Stütze:

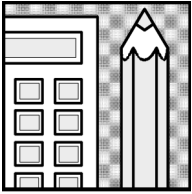
- mit oder ohne Brettunterlage 18/22 bzw 20/20 (c)

Resultat:

der minimale Stützenquerschnitt beträgt 20/24 bzw 22/22 ohne Brettunterlage (Durchstanzen massgebend) oder 18/22 bzw 20/20 bei Verwendung einer Hartholz-Brettunterlage (Knicken massgebend).

Bemerkung:

bei Punkten zwischen zwei Stützenquerschnitten ist jeweils der nächst höhere Querschnitt massgebend.



2 Verstärkung bestehender Bauten

22 Projektierung

22.5.3 Beispiel

- Fall A: Kellerdecke auf Wänden (unterstellt mit Metall-Deckenstützen)
- Fall B: Einstellhallendecke auf Stützen (unterstellt mit Holzstützen)

Dimensionierung und Einbauschema vergleiche vorhergehende Kapitel, konstruktive Empfehlungen (→ Kapitel 23).

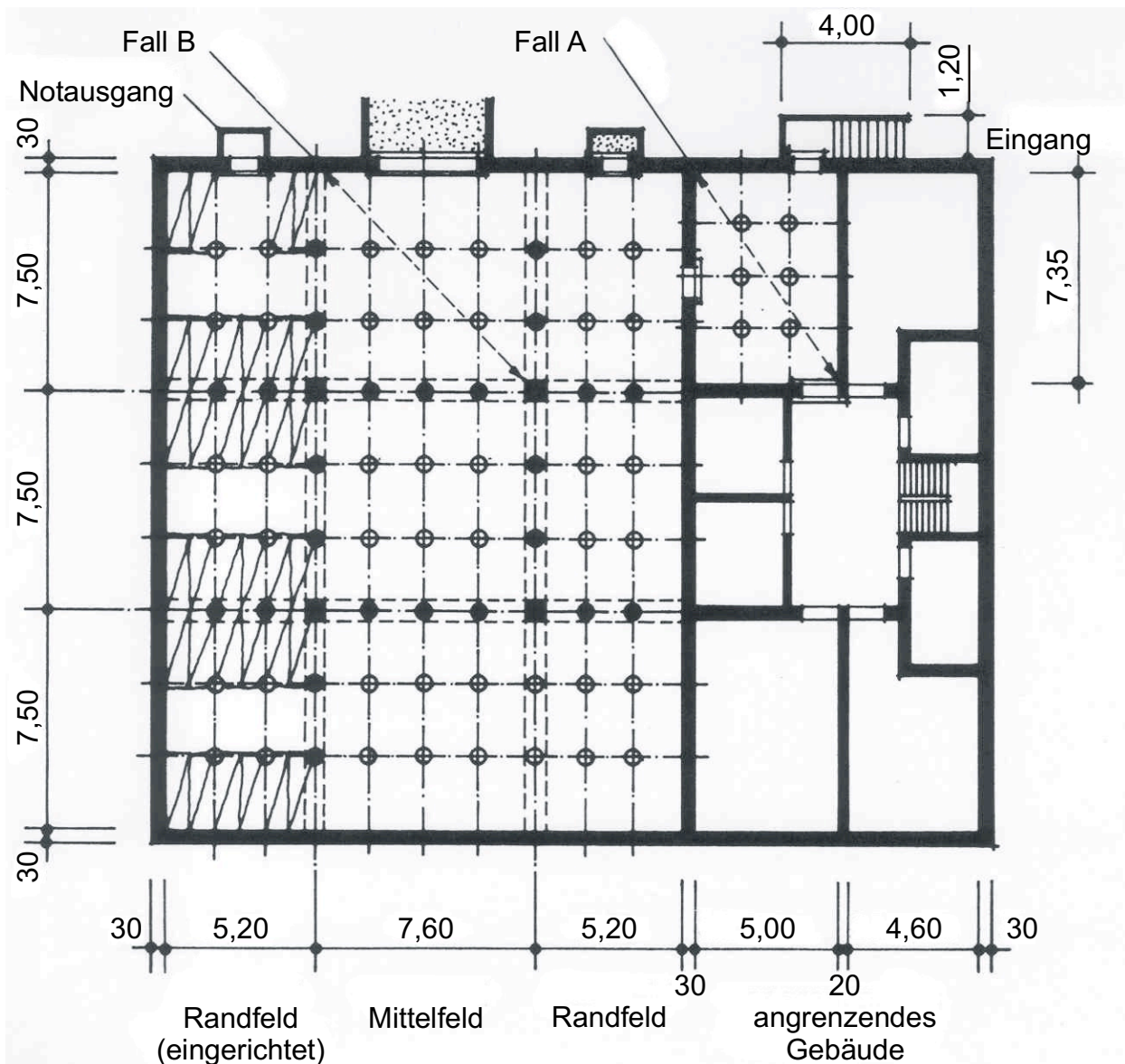
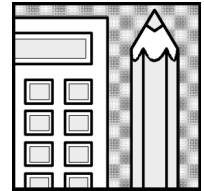


Bild 2.14
Einbauschema für Behelfsstützen gemäss Beispiel

Verstärkung bestehender Bauten Projektierung

2
22



Bemessung (→ Tabelle 2.4):

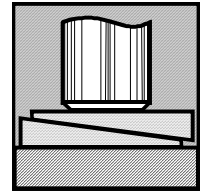
Fall A: Kellerdecke auf Wänden

Belastung:	$q = 72 \text{ kN/m}^2$	Normalfall
Behelfsstützen:	Metall-Deckenstützen	Typ <i>leicht</i>
Spriesshöhe:	$l_K = 2,40 \text{ m}$	Knicktraglast $N_K = 65 \text{ kN}$ → Durchstanzen nicht kritisch (→ Diagramm in Bild 2.11)
Deckenabmessungen:	$a = 7,35 \text{ m}$ $b = 5,25 \text{ m}$	$5,00 \text{ m} < b \leq 7,50 \text{ m} \leq$ → 2 Spriessreihen
Einzelstützen pro Reihe:	$n = \frac{72 \times 7,35 \times 5,25}{3 \times 65} - 1 =$	13,2 Stück → 14 Stück
Stützenabstände:	$e = \frac{7,35}{14 + 1} = 0,49 \text{ m}$	
oder:		
4-er Gruppen pro Reihe:	$n = \frac{72 \times 7,35 \times 5,25}{3 \times 4 \times 65} - 1 =$	2,6 Gruppen → 3 Gruppen
Gruppenabstände:	$e = \frac{7,35}{3 + 1} = 1,84 \text{ m}$	

Fall B: Einstellhallendecke auf Stützen

Belastung:	$q = 79 \text{ kN/m}^2$	25 cm Beton + 60 cm Erde*)
Behelfsstützen:	Rundholz	Ø 22 cm
Spriesshöhe Decke:	$l_K = 3,00 \text{ m}$	Knicktraglast $N_K = 410 \text{ kN}$
Deckenstärke:	$h = 25 \text{ cm}$	Durchstanzlast $N = 380 \text{ kN}$ (mit 5 cm Hartholzunterlage) → Durchstanzen massgebend (→ Diagramm in Bild 2.12)
Feldabmessungen:	$a = 7,60 \text{ m}$ $b = 7,50 \text{ m}$	$5,00 \text{ m} < b \leq 7,50 \text{ m}$ → 2 Spriessreihen
Stützen pro Reihe:	$n = \frac{79 \times 7,60 \times 7,50}{3 \times 380} - 1 =$	2,9 Stück → 3 Stück
Stützenabstand:	$e = \frac{7,60}{3 + 1} = 1,90 \text{ m}$	

*) bei Erdüberdeckungen > 30 cm ist die Belastung genau zu ermitteln.



23 Konstruktive Empfehlungen

23.1 Widerstandserhöhung gegen Brandwirkung und Kernstrahlung

Zur Erreichung eines genügenden Schutzes gegen Brand- und Strahlenwirkung müssen Decken und Umfassungswände mittels Erdaufschüttung oder Sandsäcken auf folgende totale Materialstärken t (Beton, Beläge und/oder Erde) gebracht werden:

- $t = 30$ cm: bei Decken unter Gebäuden ohne oder mit nur geringer Brandlast, kleinen Öffnungen im Erdgeschoss (< 50 % der Fassadenfläche) und mindestens einer Betondecke über dem Schutzbau.
- $t = 40$ cm: bei Decken unter Gebäuden mit erheblicher Brandlast oder grossen Öffnungen im Erdgeschoss (> 50 % der Fassadenfläche) sowie bei fehlender Betondecke über dem Schutzbau.
- $t = 50$ cm: bei Decken ohne darüberliegendem Gebäude sowie bei freistehenden Wänden.

- ① Erdaufschüttung oder Sandsäcke
- ② Deckenverstärkung

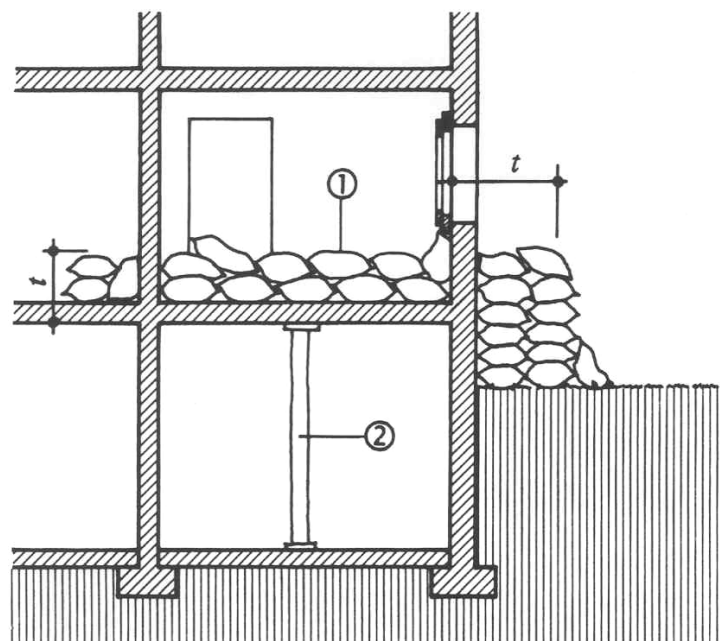
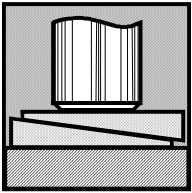


Bild 2.15

Materialstärke von Decken mit Erdaufschüttung oder Sandsäcken



2 Verstärkung bestehender Bauten

23 Konstruktive Empfehlungen

23.2 Decken

23.2.1 Deckenverstärkung mit Holzstützen

¹Die gemäss Kapitel 22 bemessenen Rundholz- oder Kantholzstützen werden auf die lichte Raumhöhe der Betonkonstruktion minus Stützenkopf- und Fundamentkonstruktion abgelängt und am vorbestimmten Standort senkrecht versetzt (Kontrolle mit Lot) und verkeilt. Allfällig vorhandene untergehängte Decken oder Isolationen müssen vorgängig entfernt werden. Alle Stützen sind gegen Umfallen (zum Beispiel durch Lockerwerden der Keile oder Erschütterungen) in allen Richtungen zu sichern. Dies kann durch Verstreben direkt unter der Decke, durch Verbindung der Stützen mit der Decke oder durch Einbetonieren in ein spezielles Stützenfundament erfolgen.

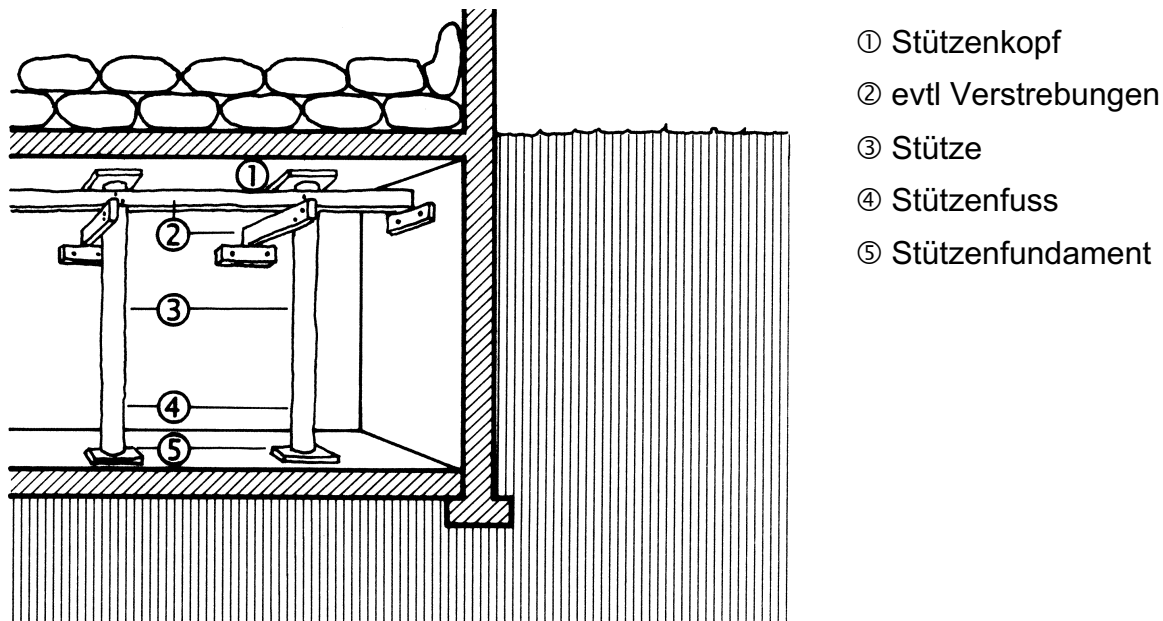
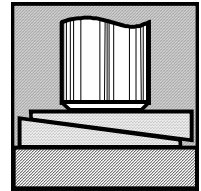


Bild 2.16

Deckenverstärkung aus Holz mit Sandsack-Auflage

²Die Keile können am Stützenkopf oder -fuss angeordnet werden. Sie müssen die gesamte Querschnittsfläche der Stütze abdecken. Bei dicken Stützen sind zwei Keilpaare nebeneinander anzuordnen. Falls Durchstanzen massgebend wird, kann die Traglast durch eine Hartholz-Brettunterlage von mindestens 5 cm Dicke, welche den Stützenquerschnitt allseitig 10 cm oder mehr überragt, erhöht werden.



- ① Hartholz Brett mindestens 5 cm dick
- ② Hartholzkeile
- ③ Verstrebung der Stützen gegen Umfallen
- ④ Stütze

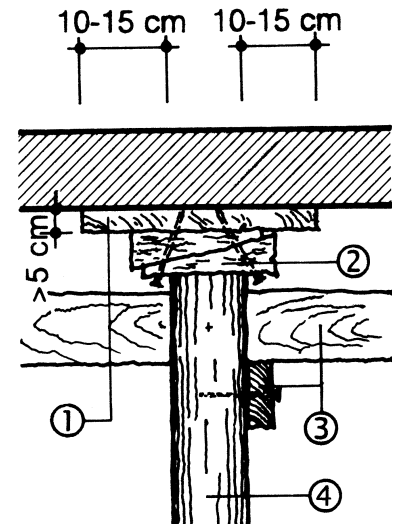


Bild 2.17
Stützenkopf mit Keilen und Verstrebungen

- ① Hartholz Brett mindestens 5 cm dick
- ② Holzrahmen an Decke verdübelt (Sicherung gegen Umfallen)
- ③ Stütze

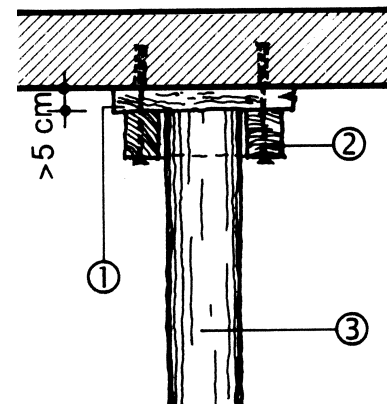
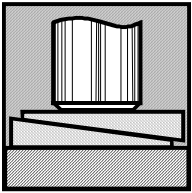


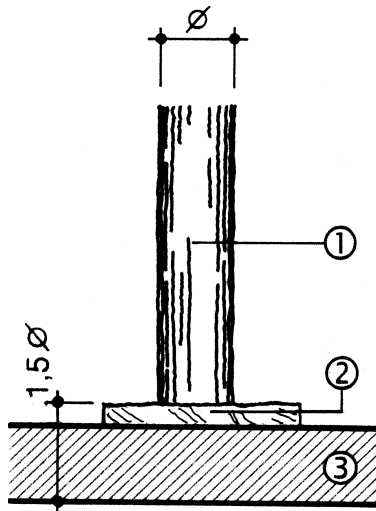
Bild 2.18
Stützenkopf mit angeübelttem Holzrahmen

³Bei bewehrten Betonbodenplatten sind keine weiteren Massnahmen erforderlich, wenn die Stärke der Betonplatte (inklusive allfälliger Hartholz-Brettunterlage) mindestens gleich dem anderthalbfachen Stützendurchmesser ist.



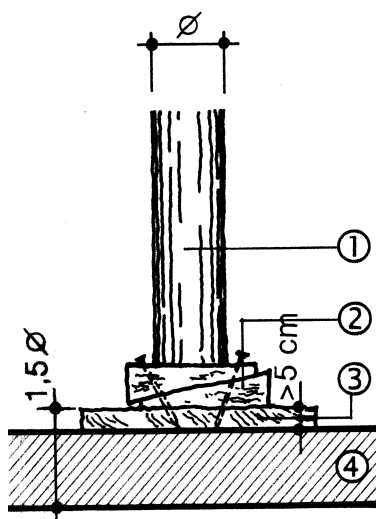
2 Verstärkung bestehender Bauten

23 Konstruktive Empfehlungen



- ① Stütze
(Verkeilung am Stützkopf)
- ② evtl Hartholzbrett mindestens 5 cm dick
- ③ bewehrte Betonplatte

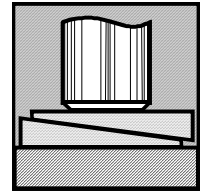
Bild 2.19
Stützenfuss auf bewehrter Betonplatte



- ① Stütze
- ② Hartholzkeile
- ③ evtl Hartholzbrett mindestens 5 cm dick
- ④ bewehrte Betonplatte

Bild 2.20
Stützenfuss mit Verkeilung auf bewehrter Betonplatte

⁴Bei zu schwachen Betonbodenplatten oder bei Naturböden müssen die Stützen auf speziell hergerichtete Fundamente abgestellt werden. Die Abmessungen sind den Bildern 2.21 und 2.22 zu entnehmen



- ① Stütze
- ② Bauklammer
- ③ evtl Hartholzkeile
- ④ Hartholzbrett mindestens 5 cm dick
- ⑤ Kanthölzer oder Bretter, kreuzweise vernagelt
- ⑥ Naturboden oder dünne Betonplatte

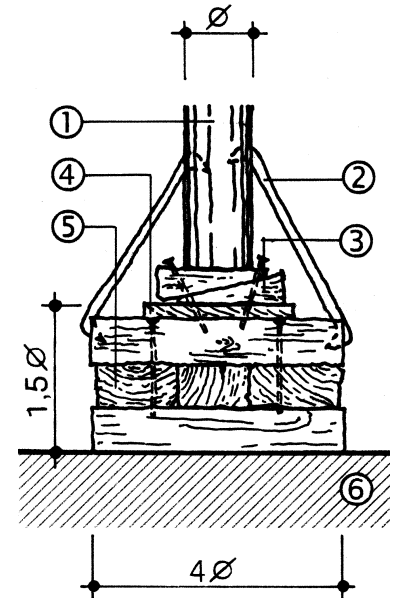


Bild 2.21

Stützenfundament mit Kantholzstapel bei Naturboden oder dünner Betonplatte

- ① Stütze (Verkeilung am Stützenkopf)
- ② Beton B 25/15
- ③ Naturboden

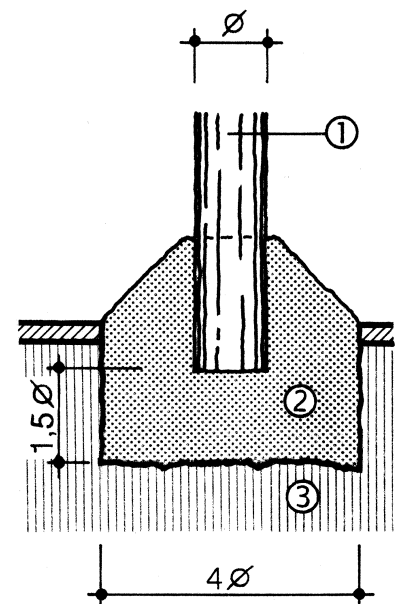
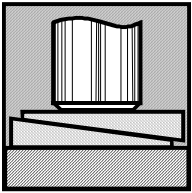


Bild 2.22

Stützenfundament in Naturboden eingelassen

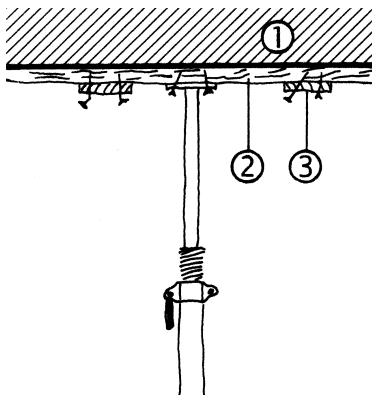


2 Verstärkung bestehender Bauten

23 Konstruktive Empfehlungen

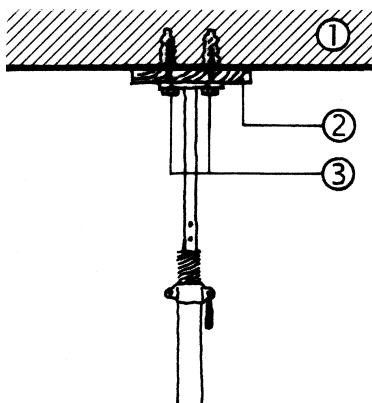
23.2.2 Deckenverstärkung mit Metall-Deckenstützen

¹Metall-Deckenstützen (Stüper), deren Anzahl und Lage gemäss Kapitel 22 bestimmt wurde, sind auf die erforderliche Länge auszuziehen und mit dem Dorn im nächsttieferen Loch zu fixieren. Die am vorbestimmten Ort senkrecht versetzten Stützen sind satt anzuziehen und durch Verstreben oder durch Andübeln gegen Umfallen zu sichern.



- ① Betondecke
- ② Bretter 3 x 25 cm
(Stabilisierung in Querrichtung)
- ③ Bretter 3 x 15 cm
(Stabilisierung in Längsrichtung)

Bild 2.23
Stützenkopf mit Verstrebung

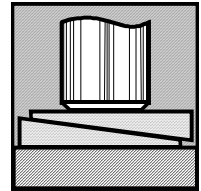


- ① Betondecke
- ② Brettunterlage
- ③ zwei Dübel ($\text{Ø} \geq 10 \text{ mm}$)
(Achtung: evtl eingelegte Leitungen)

Bild 2.24
Stützenkopf mit Verdübelung

Verstärkung bestehender Bauten Konstruktive Empfehlungen

2
23



²Metall-Deckenstützen werden in Reihen oder in Gruppen zu 4 Stück (ausnahmsweise 3 Stück) angeordnet. Stützen in Gruppen sind in der Mitte der Raumhöhe durch Schalungsbinder oder mittels Bandschliessapparat (Kistenbänder) satt miteinander zu verbinden, um ein vorzeitiges Ausknicken einer einzelnen Stütze zu verhindern.

- ① Brettunterlage
- ② Stabilisierung (→ Bild 2.26)
- ③ Brettunterlage

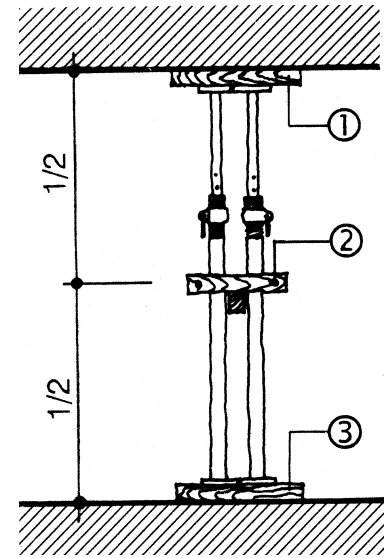


Bild 2.25
Metall-Deckenstützen in Vierergruppen angeordnet

- ① Metall-Deckenstütze
- ② Kantholz 8 x 12 cm
- ③ Schalungsbinder

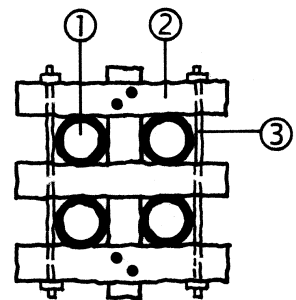
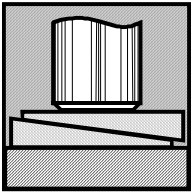
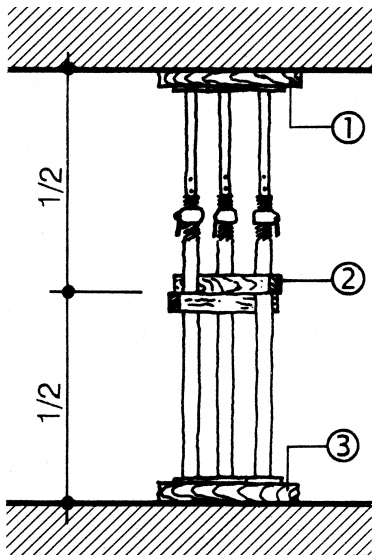


Bild 2.26
Stabilisierung von Metall-Deckenstützen (in Vierergruppen angeordnet)



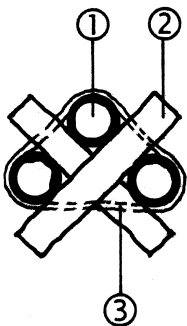
2 Verstärkung bestehender Bauten

23 Konstruktive Empfehlungen



- ① Brettunterlage
- ② Stabilisierung (→ Bild 2.28)
- ③ Brettunterlage

Bild 2.27
Metall-Deckenstützen in Dreiergruppen angeordnet

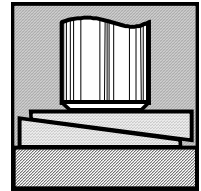


- ① Metall-Deckenstütze
- ② Kantholz 8 x 12 cm
- ③ satt mit Stahlband umwickelt

Bild 2.28
Stabilisierung von Metall-Deckenstützen (in Dreiergruppen angeordnet)

Verstärkung bestehender Bauten Konstruktive Empfehlungen

2
23



³Metall-Deckenstützen sind immer auf eine Brettunterlage zu stellen. Bei bewehrten Betonbodenplatten von mindestens 15 cm Stärke sind bei Verwendung des Typs «leicht» keine weiteren Massnahmen erforderlich. Bei dünneren oder nicht bewehrten Platten sowie bei Naturböden ist ein behelfsmässiges Betonfundament zu erstellen; die Fläche beträgt mindestens 30 x 30 cm pro Stütze bzw 60 x 60 cm pro Gruppe. Krafteinleitungsbereiche von Schwerlaststützen sind wie bei Holzstützen zu behandeln.

- ① Nägel
- ② Brettunterlage
- ③ bewehrte Betonplatte

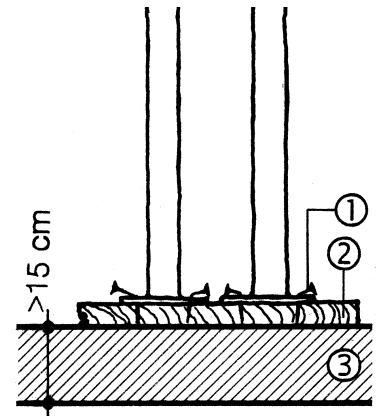


Bild 2.29

Metall-Deckenstützen auf bewehrter Betonbodenplatte (Stärke > 15 cm)

- ① Nägel
- ② Brettunterlage
- ③ Beton B 25/15

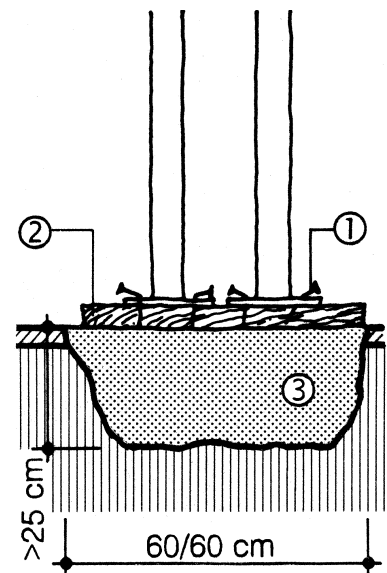
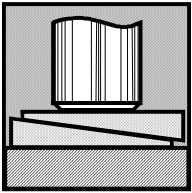


Bild 2.30

Metall-Deckenstützen auf Naturboden



2 Verstärkung bestehender Bauten

23 Konstruktive Empfehlungen

23.2.3 Deckenverstärkung bei Nebenräumen

¹Wenn die Schutzraumwände nicht aus Beton oder Stahlbeton bestehen, sind die Decken der Nebenräume gegen Trümmerlasten abzustützen. Dadurch lässt sich ein Einsturz der angrenzenden Räume und demzufolge ein horizontaler Druck aus Trümmern auf die Schutzraumwände vermeiden. Bei Betonwänden erübrigt sich eine Deckenverstärkung in den Nebenräumen.

²Die Stützen in Nebenräumen werden wie diejenigen im Schutzraum bemessen. Sie werden mindestens bis zu einem Abstand von der Schutzraumwand angeordnet, welcher der 1,5-fachen Raumhöhe entspricht.

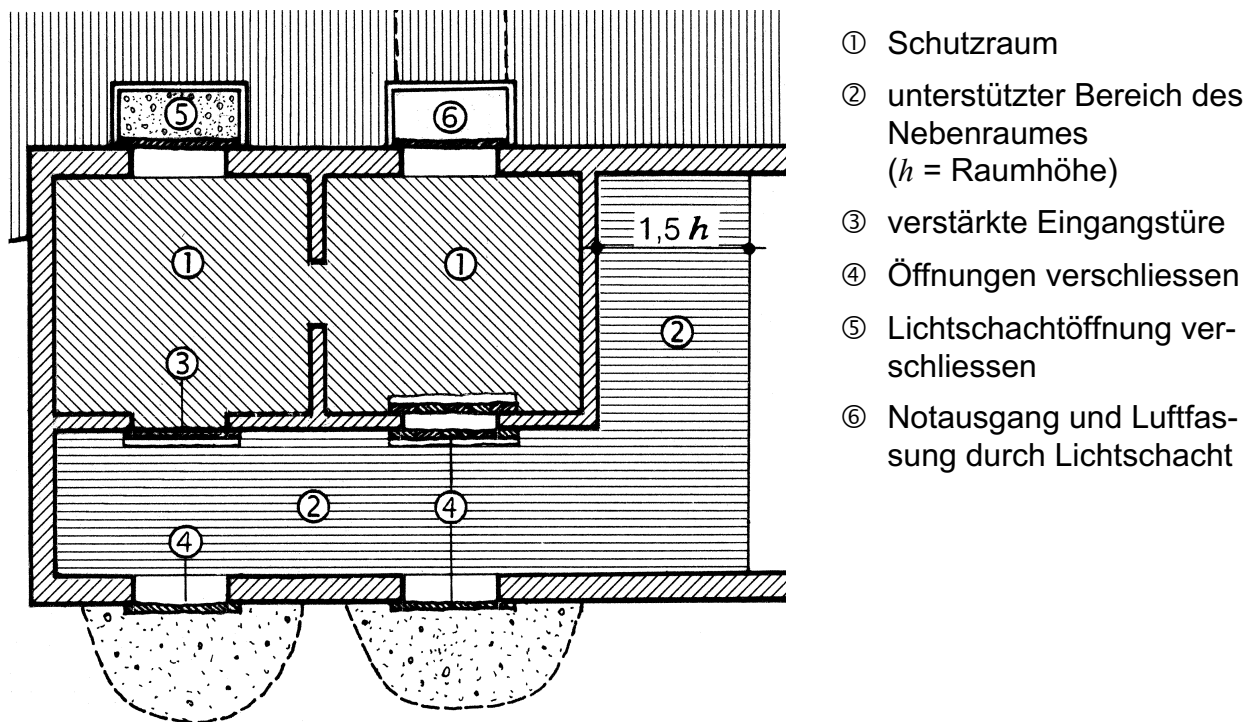
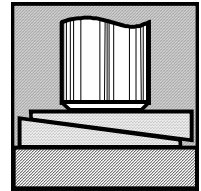


Bild 2.31
Verstärkungsmassnahmen bei Nebenräumen



23.3 Wände

23.3.1 Verschliessen von Öffnungen

¹Öffnungen in den Umfassungswänden und gegebenenfalls in den Decken, welche nicht als Eingang, Notausgang oder Lüftungsöffnung des Schutzraumes sowie von exponierten Nebenräumen verwendet werden, müssen zum Schutz gegen Waffenwirkung, Brand und Kernstrahlung massiv verschlossen werden (Übersicht → Bild 2.31).

²Im folgenden sind Möglichkeiten dargestellt, wie typische Öffnungen in Aussenwänden von Schutzräumen und exponierten Nebenräumen zu verschliessen sind.

- ① Lichtschacht mit Erde gefüllt
- ② Plastikfolie
- ③ Bretter- oder Rundholzabdeckung

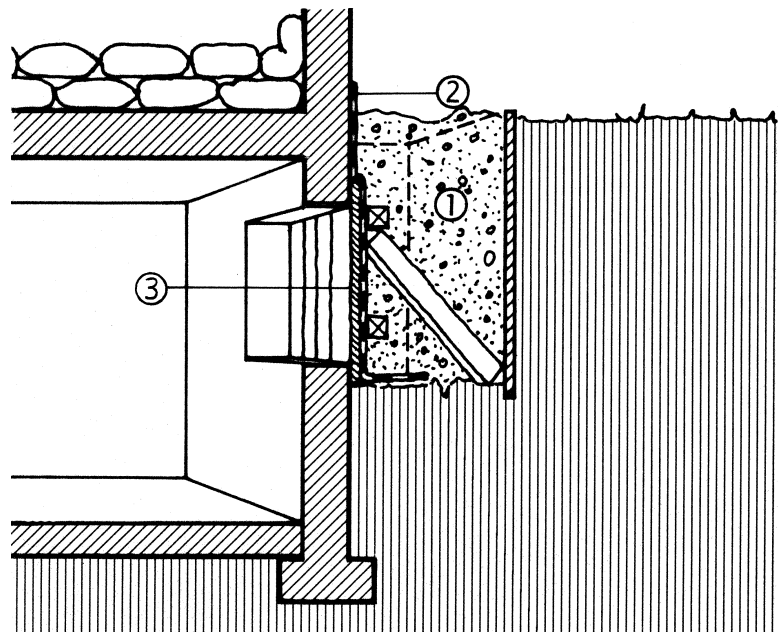
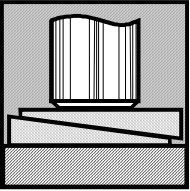
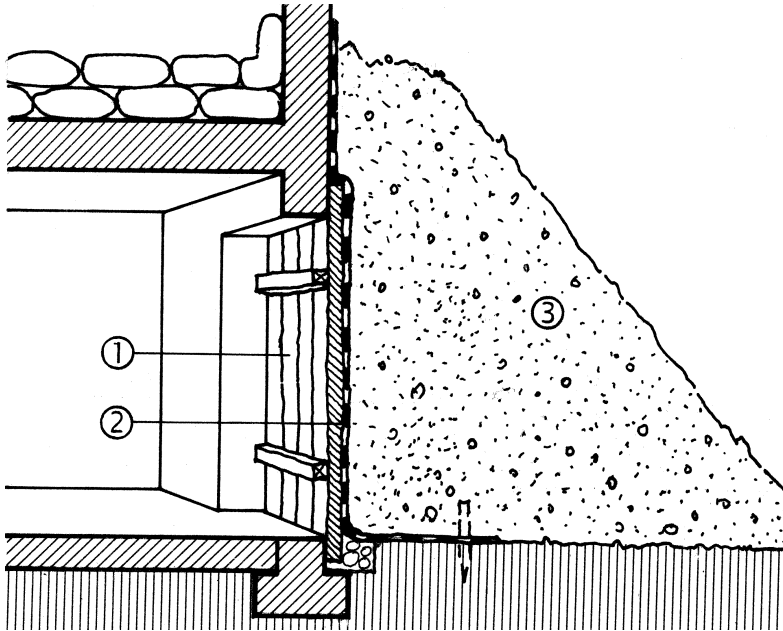


Bild 2.32
Auffüllen einer Lichtschachtöffnung



2 Verstärkung bestehender Bauten

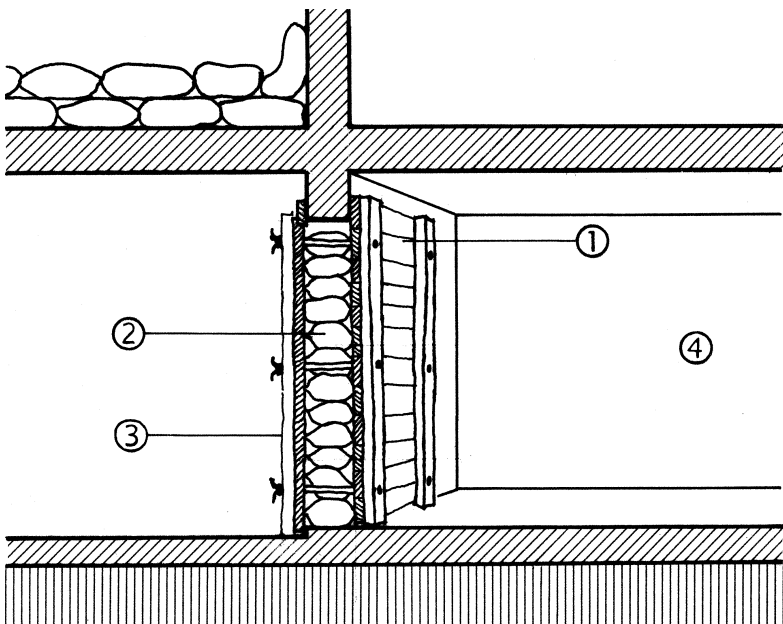
23 Konstruktive Empfehlungen



- ① Holztafel oder Bretter
- ② Plastikfolie
- ③ Erdanschüttung

Bild 2.33

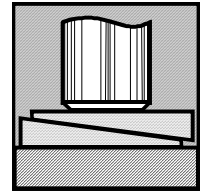
Verschliessen und Anschütten einer Wandöffnung (zum Beispiel Garagentor)



- ① Holztafel oder Bretter, zum Beispiel Türblatt (oberste Bretter erst nach Auffüllen des Hohlraumes einsetzen)
- ② Auffüllen mit Sandsäcken
- ③ Normaltüre
- ④ Nebenraum

Bild 2.34

Verschliessen einer Türe in einen Nebenraum



- ① Sandsackfüllung
(evtl Erdfüllung)
- ② Holztafel oder Bretter
- ③ Nebenraum

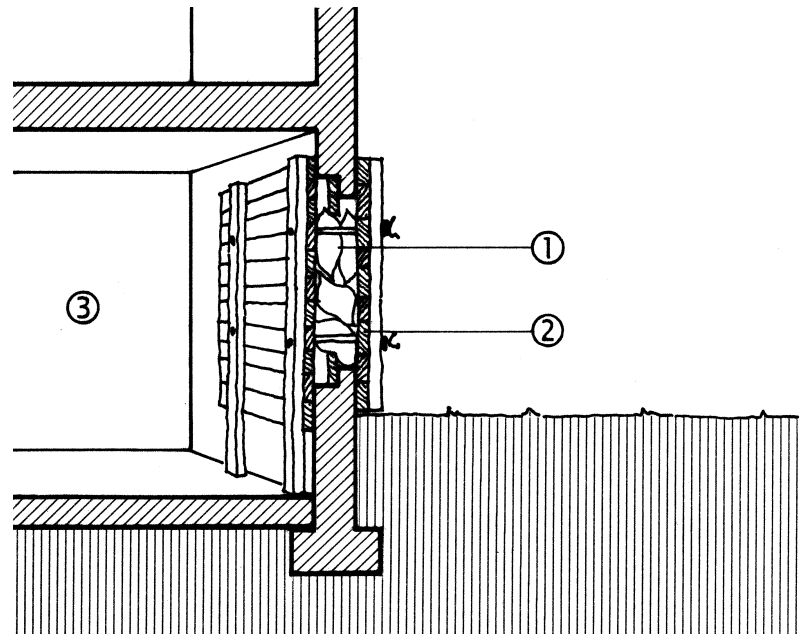


Bild 2.35

Verschliessen eines Kellerfensters durch zusammengespannte Schalung

- ① Balkon oder Vordach
- ② Verstrebung
(zum Beispiel Metallspriss)
- ③ Holztafel oder Bretter
- ④ Sandsäcke
- ⑤ Abspriessung
(2-fach)
- ⑥ Kantholz zur Lastverteilung
- ⑦ Nebenraum

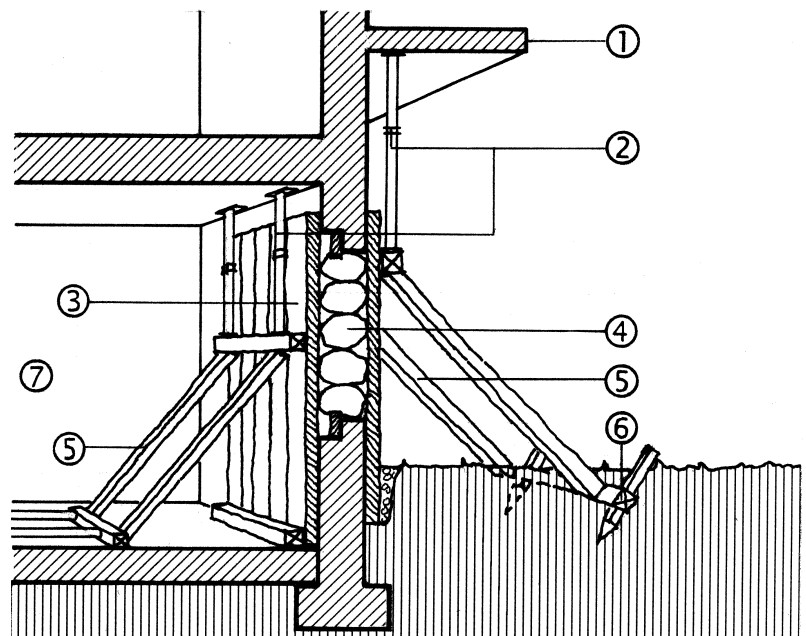
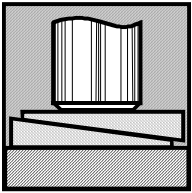


Bild 2.36

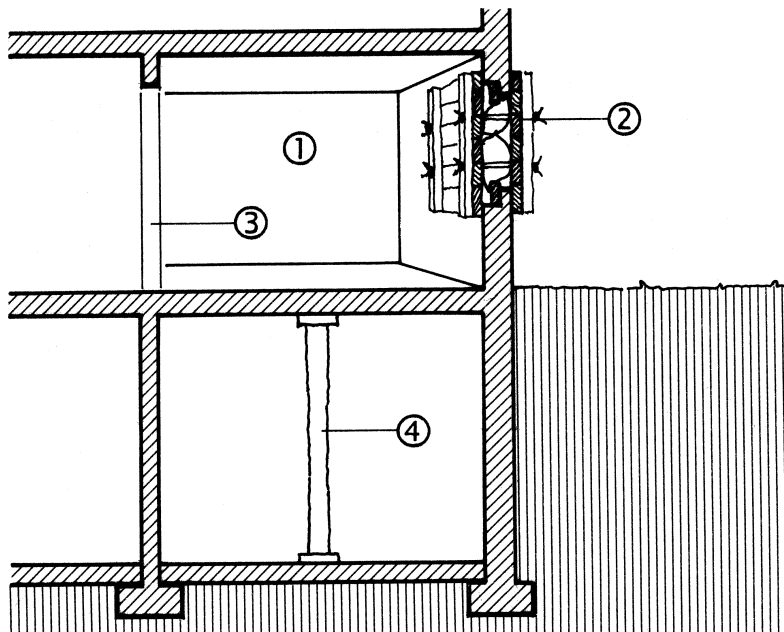
Verschliessen eines Kellerfensters durch abgespriessete Schalung



2 Verstärkung bestehender Bauten

23 Konstruktive Empfehlungen

³Falls die Decke über dem Schutzraum einen ungenügenden Schutz gegen Kernstrahlung aufweist, sind auch die Aussenwandöffnungen bei allen Erdgeschossräumen über dem Schutzraum zu verschliessen.



- ① Erdgeschoss
- ② Öffnungen ins Freie massiv verschliessen
- ③ Öffnungen innerhalb von Gebäuden nicht verschliessen
- ④ Deckenverstärkung

Bild 2.37

Massives Verschliessen von Öffnungen in Erdgeschossräumen

23.3.2 Verstärkung von Aussenwänden

¹Die Umfassungswände von behelfsmässigen Schutzräumen müssen so weit verstärkt werden, dass sie denselben Schutzgrad gegenüber mechanischen Einwirkungen bieten wie verstärkte Decken. Im weiteren muss der Widerstand gegen Brandwirkung und Kernstrahlung Gewähr leisten sein.

²Nicht vollständig erdberührte Aussenwände aus Beton sind möglichst durch maschinell ausgeführte Erdanschüttungen zu verstärken. Bei engen Platzverhältnissen kann eine geschalte und abgespriesste Erdwand zweckmässig sein. Bei Mauerwerk sind aus Stabilitätsgründen ausschliesslich Sandsackwände zu erstellen.

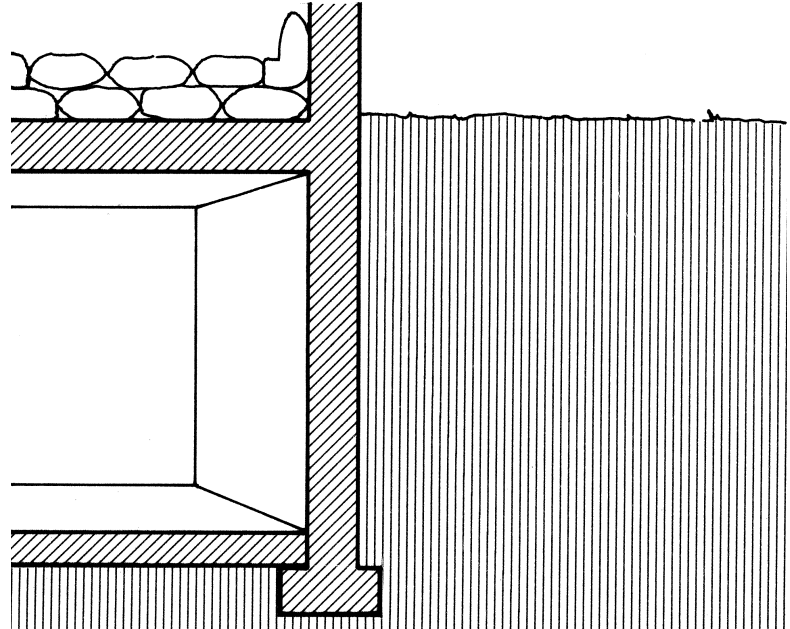
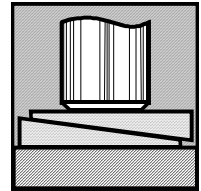


Bild 2.38

Aussenwand vollständig erdberührt (keine Verstärkung erforderlich)

① Erdanschüttung

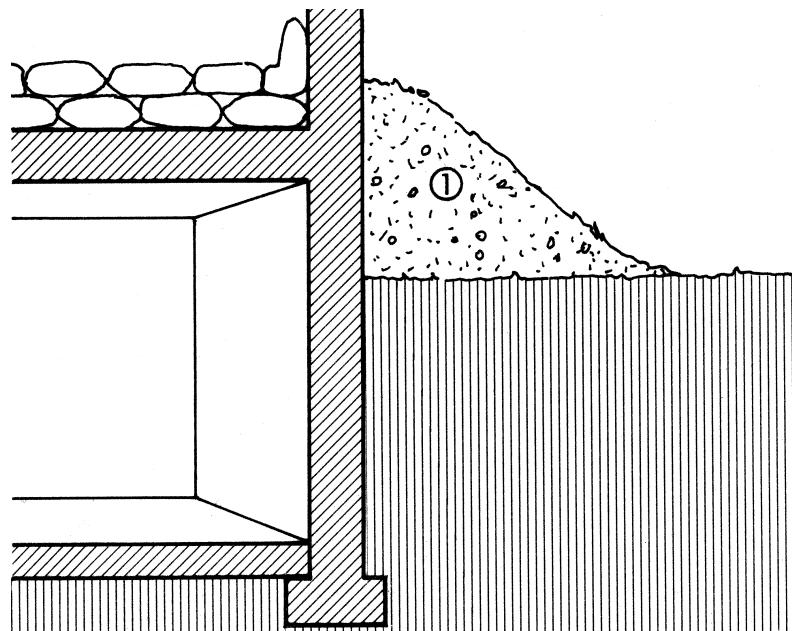
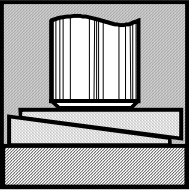


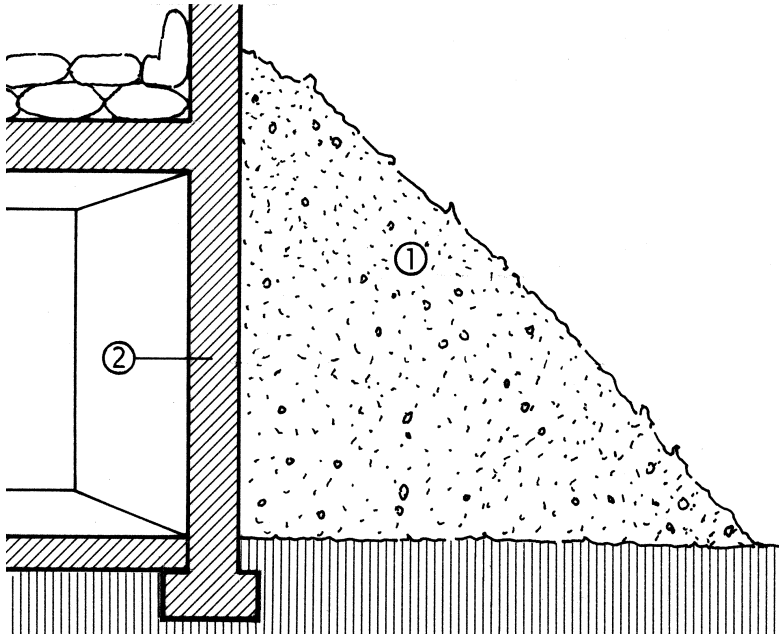
Bild 2.39

Erdanschüttung bei teilweise erdberührter Aussenwand



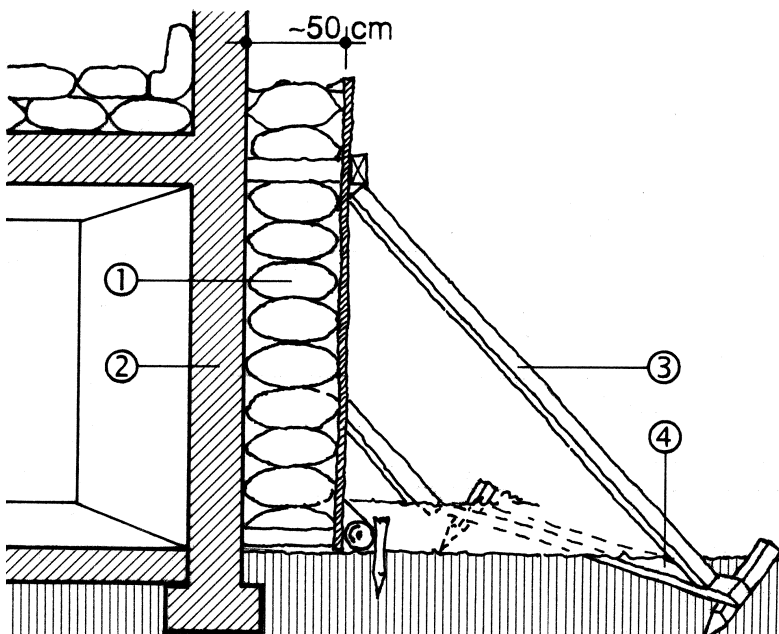
2 Verstärkung bestehender Bauten

23 Konstruktive Empfehlungen



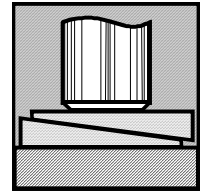
- ① Erdanschüttung
- ② Betonwand

Bild 2.40
Erdanschüttung bei freistehenden Betonwänden



- ① abgestützte Sandsackwand
- ② Mauerwerk
- ③ Abspriessung
- ④ Kantholz zur Lastverteilung

Bild 2.41
Abgestützte Sandsackwand bei Mauerwerk



23.3.3 Massnahmen bei Innenwänden

¹Weisen angrenzende Nebenräume Öffnungen ins Freie auf, sind Massnahmen zur Erhöhung des Widerstandes gegen Brand und Kernstrahlung erforderlich.

²Kleinere Öffnungen in benachbarten Aussenwänden sind massiv zu verschliessen (→ Kapitel 23.3.1). Weisen die Aussenwände jedoch grosse und aufwändig zu verschliessende Öffnungen auf, so ist die Innenwand durch eine abgespriesste Sandsackwand zu verstärken (→ Bild 2.43).

- ① Schutzraum mit Deckenverstärkung
- ② verschlossener Nebenraum
- ③ Öffnungen in Aussenwand massiv verschliessen
- ④ Innenwand unverstärkt

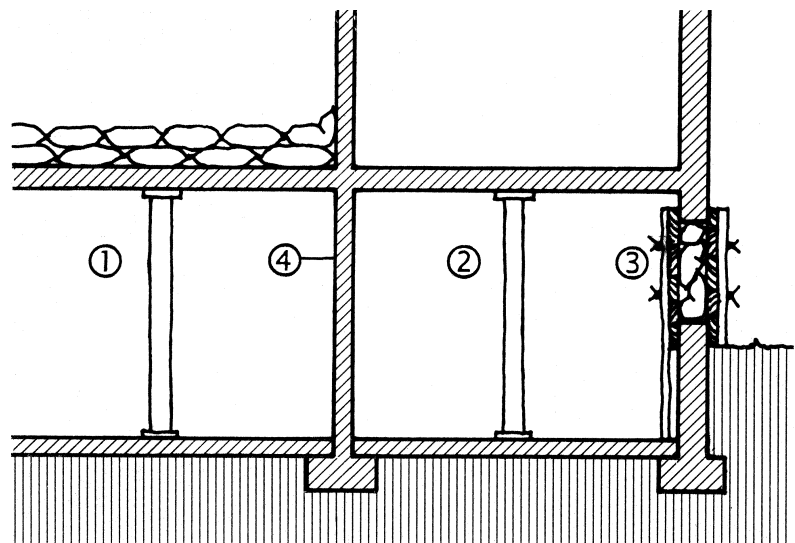
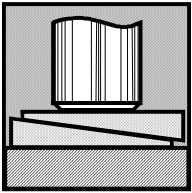


Bild 2.42

Verschliessen kleiner Öffnungen bei benachbarten Aussenwänden

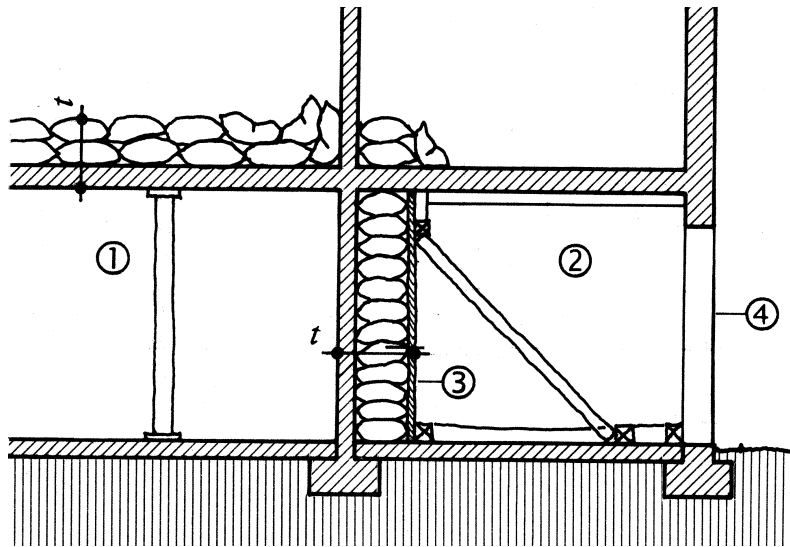
³Zwischenwände innerhalb des Schutzraumes sind normalerweise unverändert zu belassen.

⁴Allfällig erforderliche Durchbrüche, zum Beispiel als interne Verbindung zwischen Räumen, sind nur dann sinnvoll, wenn dadurch die Anzahl der Eingänge zum Schutzraum reduziert werden kann.



2 Verstärkung bestehender Bauten

23 Konstruktive Empfehlungen



- ① Schutzraum mit Deckenverstärkung
- ② exponierter Nebenraum
- ③ Innenwand mit abgepresster Sandsackwand
- ④ grosse Öffnung in Aussenwand unverschlossen

t: → Bild 2.15

Bild 2.43

Verstärkung der Innenwand bei grossen Öffnungen in der Aussenwand

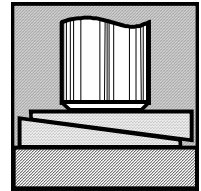
23.4 Eingangspartien

23.4.1 Anordnung der Eingänge

¹In der Regel ist nur ein Eingang zum Schutzraum respektive Schutzraumbereich vorzusehen. Überzählige, friedensmässig vorhandene Türöffnungen sind massiv zu verschliessen (→ Kapitel 23.3.1). Dies ist einfacher und wirksamer als das Verstärken von Eingängen mit beweglichen Türen.

²Der verbleibende Eingang in den Schutzraum ist als Schleuse auszubilden. Die äussere Schleusentüre muss einen möglichst hohen Schutz gegen Splitter, Brand und Kernstrahlung bieten. Die innere Schleusentüre in den Schutzraum ist ebenfalls mit einer verstärkten Türe zu versehen (→ Kapitel 23.4.2).

³Um den Aufwand für Verstärkungsmassnahmen gering zu halten, sind nach Möglichkeit nur so genannte «Inneneingänge» anzuordnen. Die Schleuse kommt dabei in den verstärkten Nebenraum zu liegen (→ Kapitel 23.2.3).



⁴So genannte «Ausseneingänge», das heisst Eingänge, die vom Freien direkt in den Schutzraum führen, dürfen nur dort angelegt werden, wo keine Inneneingänge vorhanden sind. Dies ist zum Beispiel bei Einfahrten in freistehende unterirdische Einstellgaragen ohne Nebenräume der Fall. Die korrekte Verstärkung von Ausseneingängen mit Schleuse ist in der Regel sehr aufwändig.

- ① äussere Schleusentüre
- ② Schleuse (in überdecktem Nebenraum)
- ③ innere Schleusentüre
- ④ übrige Türöffnungen verschliessen
- ⑤ Nebenraum (unbenutzt)
- ⑥ Kellerfenster verschliessen

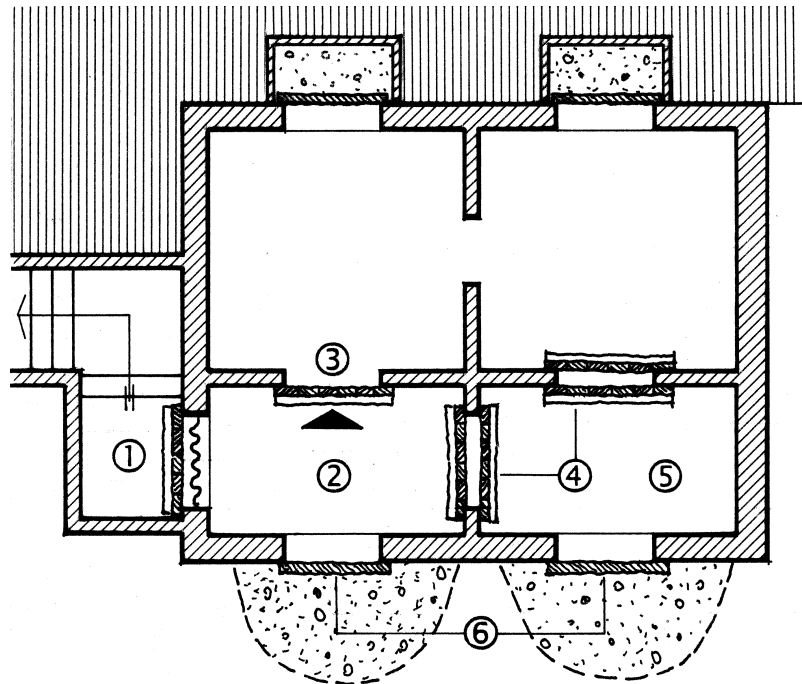
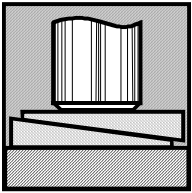


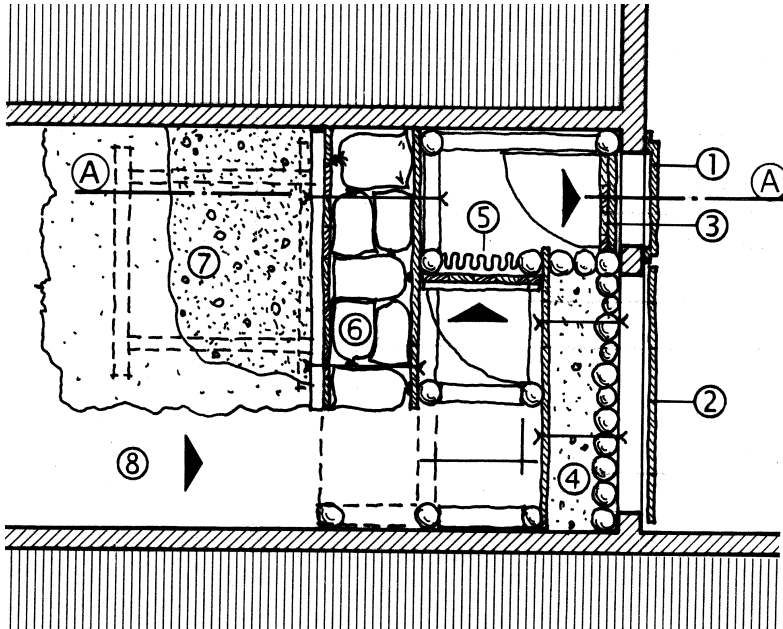
Bild 2.44

Anordnungsbeispiel eines Inneneingangs mit Schleuse, Grundriss



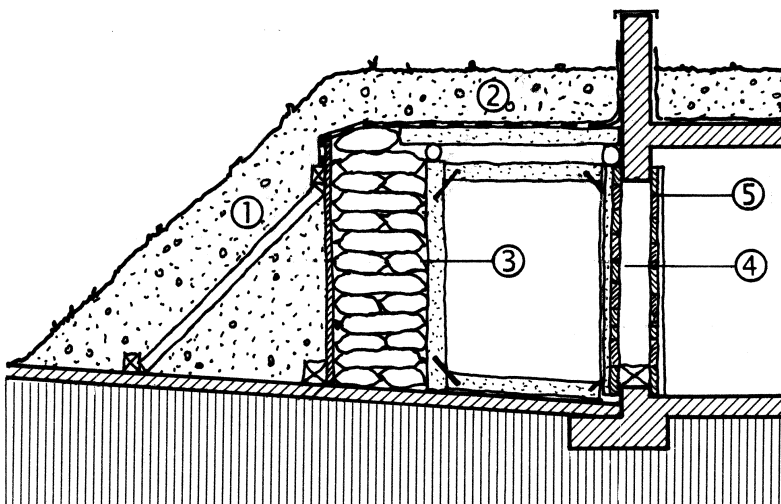
2 Verstärkung bestehender Bauten

23 Konstruktive Empfehlungen



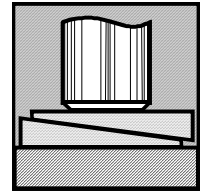
- ① Türe (bestehend)
- ② Garagentor (bestehend)
- ③ Behelfstüre (nach aussen öffnend)
- ④ Verstärkung der Garagentoröffnung
- ⑤ äussere Schleusentüre (mit Plastikfolie abgedichtet)
- ⑥ abgestützte Sandsackwand
- ⑦ Erdanschüttung
- ⑧ Garagenrampe

Bild 2.45
Ausseneingang, Grundriss



- ① Erdanschüttung
- ② Erdüberdeckung
- ③ abgestützte Sandsackwand
- ④ Behelfstüre (bei Gefälle vor der Türe auf Bodenfreiheit achten)
- ⑤ Türe (bestehend)

Bild 2.46
Ausseneingang, Schnitt A - A



23.4.2 Verstärkung von Eingangstüren

¹Eingangstüren mit aussen angeschlagenem Türblatt, welche bereits friedensmässig als feuerhemmende Stahltüre oder massive Holztüre (Türblatt mindestens 4 cm stark) ausgeführt sind, müssen nicht verstärkt werden.

²Hingegen sind innen oder aussen angeschlagene gewöhnliche Türen durch aufgenagelte Bretter zu verstärken, wenn das hölzerne Türblatt < 4 cm stark ist. Türblätter, welche aus einer leichten Hohlkonstruktion bestehen oder Aussparungen aufweisen, sind ebenfalls zu verstärken. Dabei ist durch eine Belastungsprobe (Anhängen eines Körpergewichtes) vorgängig zu prüfen, ob das zusätzliche Gewicht der Verstärkung von den Angeln aufgenommen werden kann.

- ① Bretter auf Türblatt nageln $d = 3$ bis 5 cm
(Achtung: Zusatzgewicht auf Türangeln)
- ② bestehende Türe
- ③ Dichtung im Türrahmen
(zum Beispiel Schaumgummiband, Veloschlauchband)

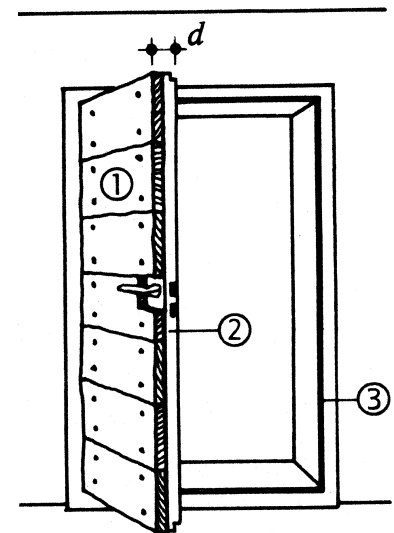
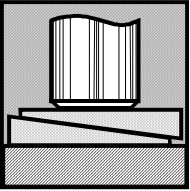


Bild 2.47

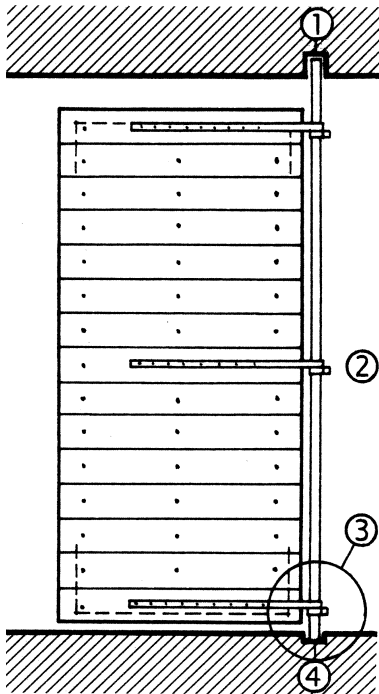
Verstärkung einer gewöhnlichen Türe

³In Fällen, in denen auf die bestehende Türe keine Bretter aufgenagelt werden können oder wo die vorhandenen Türangeln zu schwach sind, ist eine massive Behelfstüre (→ Bild 2.48) einzubauen. Diese Behelfstüre wird wenn möglich aussen angeschlagen und sollte mit einer Dichtung versehen sowie von innen durch einen Riegel gesichert werden können. Dabei ist die vorhandene Türe gegebenenfalls samt dem Türrahmen zu demontieren.



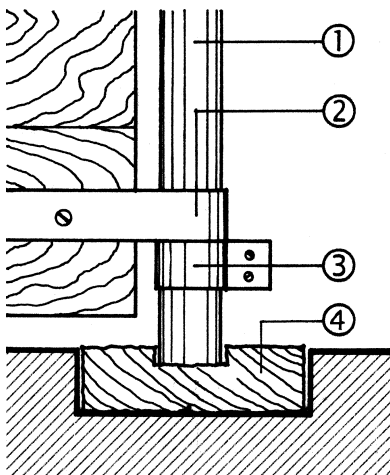
2 Verstärkung bestehender Bauten

23 Konstruktive Empfehlungen



- ① Einbohren in Betondecke
- ② behelfsmässiges Türband
- ③ Detail (→ Bild 2.49)
- ④ Einbohren in Betonboden

Bild 2.48
Behelfstüre

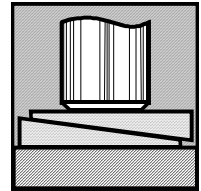


- ① Eisenrohr
- ② Türband (zum Beispiel Flacheisenband)
- ③ Rohrverdickung (zum Beispiel Rohrschelle, aufgeschweisster Ring oder ähnliches) als Auflager des Türbandes
- ④ Hartholzplatte mit Vertiefung

Bild 2.49
Behelfstüre, Detail mit Türband

Verstärkung bestehender Bauten Konstruktive Empfehlungen

2
23



- ① Normaltüre belassen
(evtl Abdichtungsstreifen im Türfalz)
- ② Türverstärkung aussen
(zwei Bretterlagen, je 3 bis 5 cm dick) mit Dichtung
und von innen bedienbarer Türsicherung (zum Bei-
spiel aus Hartholz)

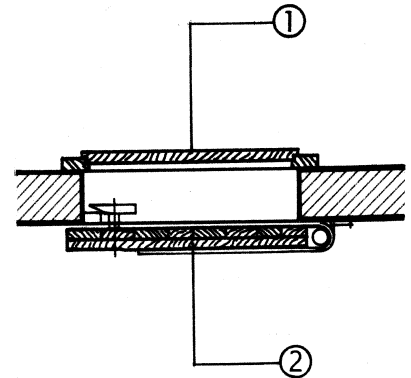


Bild 2.50

Behelfstüre und belassene gewöhnliche Türe, Grundriss

23.4.3 Lüftung

Alle Schutzräume sind mit einer dicht verschliessbaren Luftöffnung zu versehen. Wo diese nicht in einen Notausgang integriert werden kann, ist ein Lüftungsrohr (\varnothing 15 bis 20 cm) durch die verstärkte Wand inklusive Rohrbögen vorzusehen. Das Lüftungsrohr muss innen durch einen Zapfen dicht verschlossen werden können.

- ① Abdichtung mit Kitt oder Lehm
- ② Wandverstärkung
- ③ Lüftungsrohr
- ④ Dichtungszapfen

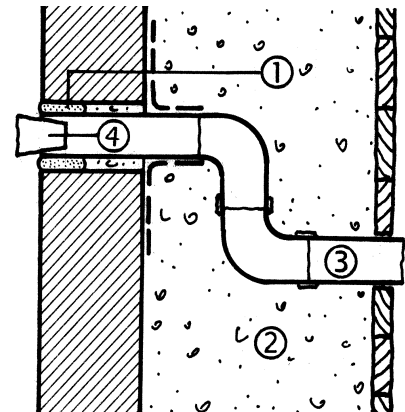
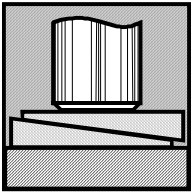


Bild 2.51

Lüftungsrohr durch Wandverstärkung



2 Verstärkung bestehender Bauten

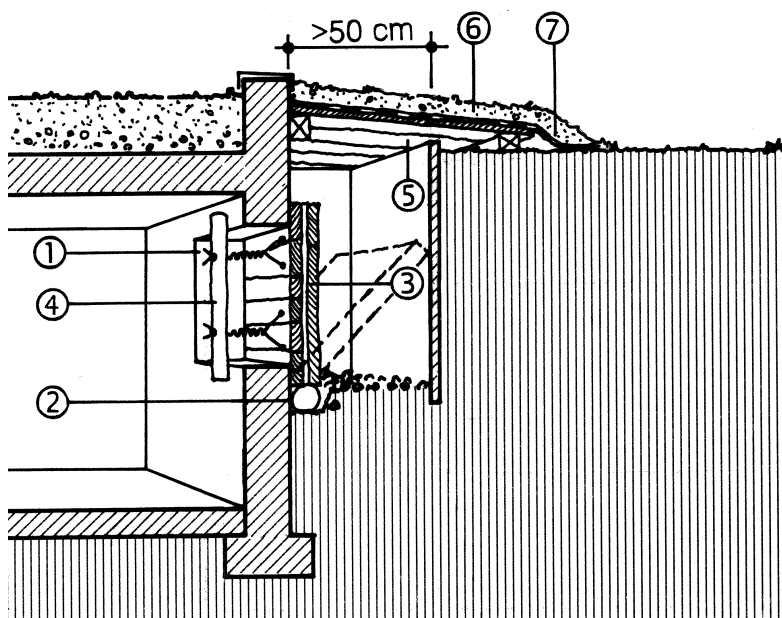
23 Konstruktive Empfehlungen

23.4.4 Notausgänge und Fluchtwege

¹Neben dem eigentlichen Eingang sind zusätzliche Möglichkeiten zur Selbstbefreiung anzuordnen. Solche Notausgänge und Fluchtwege sind in der Regel mit einer kontrollierbaren, dicht verschliessbaren Luftöffnung zu kombinieren.

²Es soll pro Schutzraum mindestens ein Notausgang, bei solchen mit über 200 Personen Fassungsvermögen mindestens deren zwei vorgesehen werden.

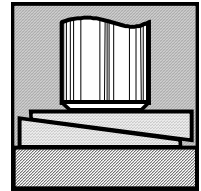
³Die Bretter von Deckeln und Schutzabdeckungen müssen zur Selbstbefreiung vom Innern des Schutzraumes her einzeln weggenommen bzw aufgedrückt werden können.



- ① vorhandene Öffnung mindestens 60 x 80 cm
- ② Deckelaufleger
- ③ Holzdeckel dicht verschliessbar (zum Beispiel zwei Bretterlagen mit Plastikfolie)
- ④ Deckelbefestigung (zum Beispiel Rundholz mit Draht)
- ⑤ seitliche Luftschlitze
- ⑥ Erdüberdeckung maximal 10 cm (Gewicht!)
- ⑦ evtl Plastikfolie

Bild 2.52

Notausgang durch Lichtschacht einer unterirdischen Anlage



⁴Bei Schutzräumen unter Gebäuden soll der Notausgang wenn möglich bis ausserhalb des Trümmerbereiches, welcher der halben Traufhöhe entspricht, geführt werden. Dazu eignet sich ein erdüberdecktes Betonrohr von mindestens $\varnothing 80$ cm oder eine in einem Graben erstellte und zugeschüttete Holzkonstruktion.

- ① Luftfassung getarnt
- ② Geröllmaterial via Fluchweg ausbaubar
- ③ Sickerloch
- ④ Fluchtröhre, Länge = halbe Traufhöhe (Betonrohr oder Holzkonstruktion)
- ⑤ Traufhöhe

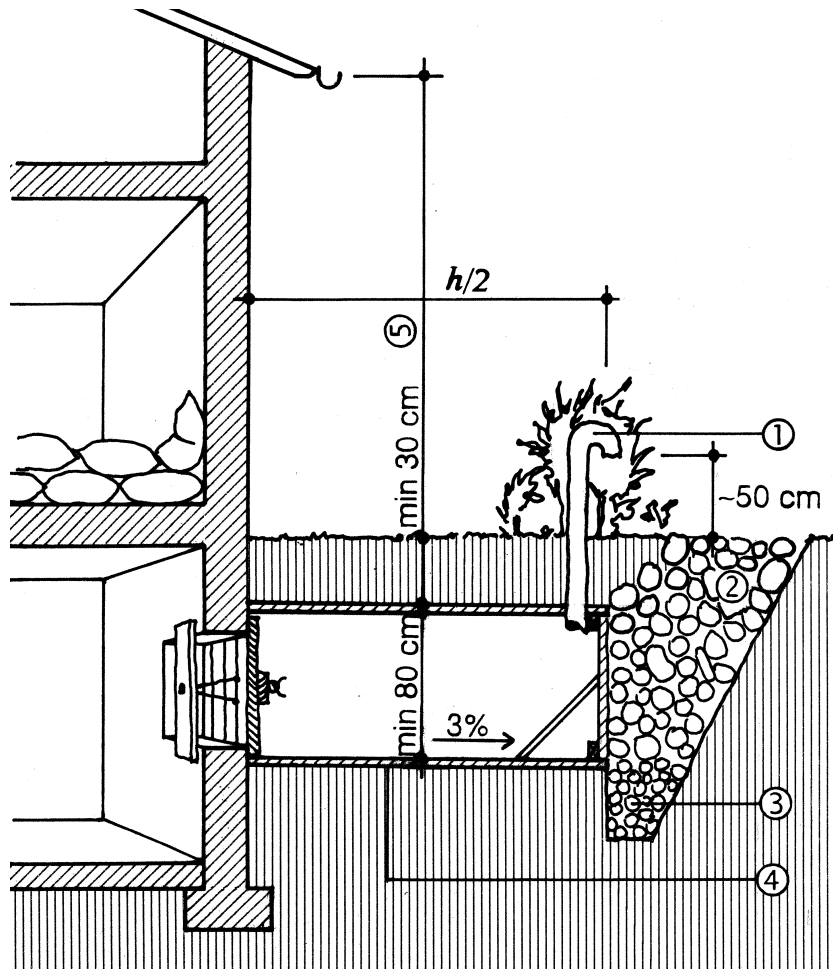
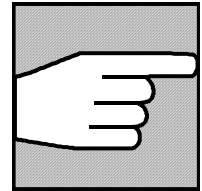


Bild 2.53

Notausgang bis ausserhalb des Trümmerbereiches eines Gebäudes



31 Grundsätze

31.1 AC-Schutz

Wichtige Voraussetzungen:

- Behelfsbauten sind nicht dicht gegen C-Kampfstoffe;
- Regenschutz schützt weitgehend vor flüssigen C-Kampfstoffen.

31.1.1 Massnahmen

Waffenstellungen können nicht abgedichtet werden, deshalb gilt:

- Einsatz C-sesshaft: Mannschaft aus verseuchtem Gebiet evakuieren;
- Einsatz C-flüchtig: Schutzmaske aufsetzen und weiterarbeiten.

a. Schleusen

¹Schutzbauten sind mit Schleusen zu versehen. Der Eintritt von flüchtigen C-Kampfstoffen wird dadurch verzögert und bei sesshaften weitgehend verhindert. Durch Abwinkelungen im Zugangsbereich kann die Wirkung erhöht werden.

²Die Mannentgiftung geschieht in der Schleuse vor dem Betreten des Unterstandes.

- ① Holzrahmen
- ② Plastikfolie, Abschlussblachen

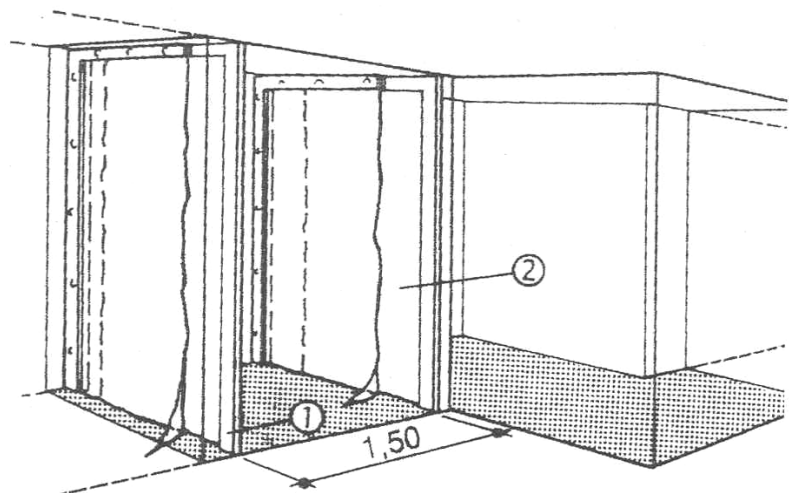
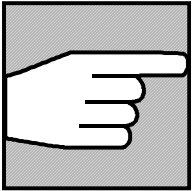


Bild 3.1
Schleuse gegen C-Kampfstoffe



3
31

Behelfsmässige Infrastrukturbauten Grundsätze

b. Lüftung

¹Die künstliche (mechanische) Belüftung in behelfsmässigen Schutzräumen ist praktisch kaum realisierbar. Eine natürliche Belüftung soll längs oder diagonal angeordnet werden.

²Ohne Lüftung können Kampfstoffe in Unterständen und Kellern liegen bleiben.

³Grundsätze für die Belüftung:

- Windrichtung ausserhalb des Gebäudes beachten (in der Regel: Frischluft aus Westen, Abluft nach Osten);
- Zuluftöffnung in Bodennähe (kühle Frischluft sinkt);
- Abluftöffnung in Deckennähe (warme Abluft steigt);
- Lüftungsschächte etwa 50 cm über Boden führen (Schutz vor eindringendem Wasser) und mit Dach schützen (Schutz vor Staub, radioaktivem Ausfall und flüssigen Kampfstoffen);

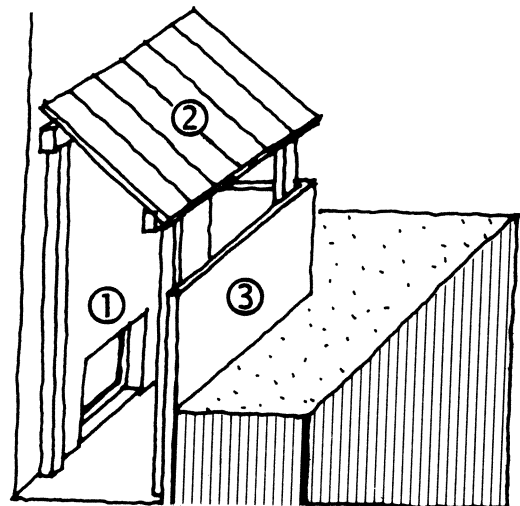
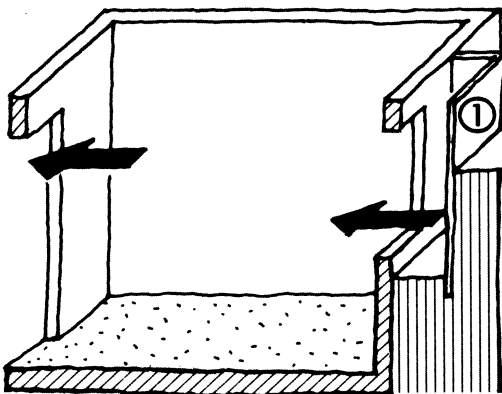
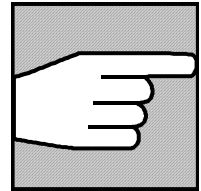


Bild 3.2

Prinzip Lüftung

- ① Lüftungsschacht
- ② Schutzdach
- ③ Aufbordung



31.2 Brandschutz

Behelfsmässige Brandschutzmassnahmen beschränken sich im Wesentlichen auf die Erhöhung des Brandwiderstandes gegenüber den oberen Geschossen und das Verschliessen aller Öffnungen, die nicht als Fluchtweg oder Belüftung benötigt werden. Trümmer haben ebenfalls eine Schutzwirkung.

a. Grundsatz

¹Objekte mit hoher Brandbelastung oder fehlenden Fluchtwegen meiden. Durch eine seriöse Gebäudebeurteilung anhand der Checkliste (→ Aufnahme Kellerverstärkung, Teil 2, Bild 2.1) werden Fehlentscheide vermieden.

²Eingelagerte brennbare Materialien und Flüssigkeiten sind zu entfernen.

b. Kritische Punkte

Lage:	Bauten in Altstadt und Kernzone (Trümmerwurf);
Oberbau:	Holzbauweise, Holzdecken (Brandbelastung);
Fluchtwege:	falls Abstand zu benachbarten Gebäuden < 1/2 Gebäudehöhe (Trümmerwurf);
Lagergut:	Brennstoffe, Chemikalien, organische Stoffe (Brandbelastung);
Nutzung:	Holz- oder Papier verarbeitende Betriebe, Garagen, landwirtschaftliche Genossenschaften usw.

c. Schutzmassnahmen

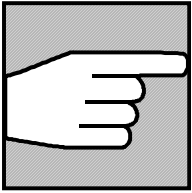
¹Der Brandwiderstand der Untergeschossdecke kann durch Sandsäcke oder Erdaufschüttungen wesentlich verbessert werden. Für die Dimensionierung gelten folgende Richtwerte:

geringe Brandbelastung: Schichtstärke etwa 30 cm;

grosse Brandbelastung: Schichtstärke etwa 50 cm.

Gebäude mit grosser Brandbelastung sind möglichst zu meiden.

²Einsturztrümmer auf Kellerdecken sind nur im Bereich von Fluchtwegen zu räumen. Die Kellerverstärkungen sind für diese Belastungen ausgelegt. Trümmerschichten bieten einen guten Brandschutz.

**3**

Behelfsmässige Infrastrukturbauten

31

Grundsätze

31.3 Schutz vor Wassereintritten

¹Die nachträgliche Entwässerung von Untergeschossen ist aufwändig und mit behelfsmässigen Mitteln kaum realisierbar. Eindringendes Grundwasser (während längeren Regenperioden) kann ohne elektrische Pumpen kaum abgeleitet werden. Die Erstellung von Dränageleitungen ist in der Regel sehr aufwändig und für die Tarnung ungünstig.

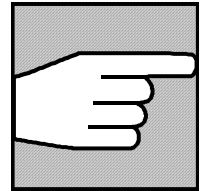
²Die Massnahmen konzentrieren sich daher auf die kluge Wahl der Objekte und den Schutz vor Wassereintritten bzw. Überflutungen.

a. Grundsätze für die Wahl des Kellers

- Informationen über Grundwasser einholen und Gefährdungskarten beschaffen;
- Gebäude in der Nähe von Gewässern meiden. Der Grundwasserspiegel ist sehr hoch; Gebäude auf Anhöhen sind günstiger;
- Putzschäden, Salzausblühungen und starke Setzungsrisse im Sockelbereich der Aussenmauern deuten auf Grundwasserprobleme hin;
- Keller mit Naturböden meiden;
- alte Kellerböden sind meist über der Höhe des Grundwasserspiegels nivelliert (nicht abgraben).

b. Massnahmen

- Überflüssige Gebäudeöffnungen massiv abdichten (Wasserdruck);
- Lichtschächte über Terrain mit einem Bord versehen (Höhe etwa 50 cm);
- bei Rampen Sandsäcke und Bohlen als Wasserabweiser vorbereiten;
- sichtbare Kontrollschachtdeckel durch Deckenverspriessung sichern;
- nasse Kellerböden können mit Holzrosten abgedeckt werden.



- ① Widerlager (Holzbalken)
- ② Streben (Bretter)
- ③ Schürze (Schalttafeln)
- ④ Sandsäcke

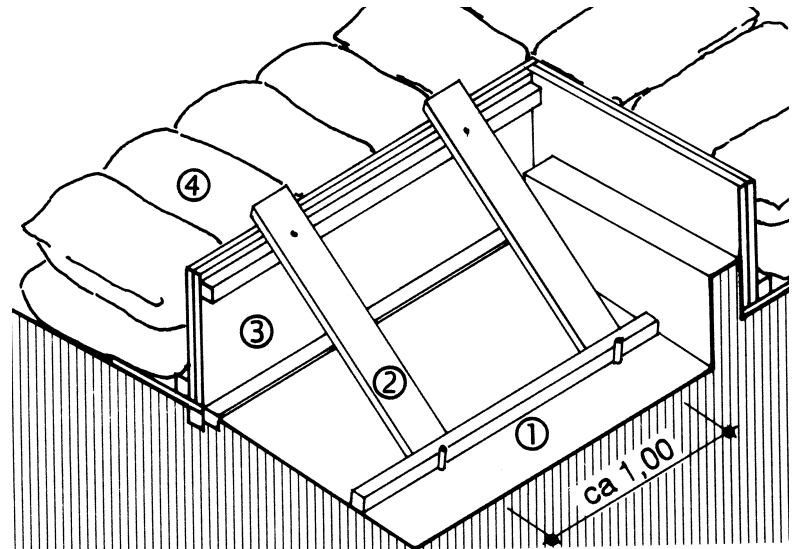


Bild 3.3
Absperren einer Rampe

- ① Aufbordung verstrebt
- ② Überdachung
- ③ Sicherung
- ④ Sicherung Schachtdeckel

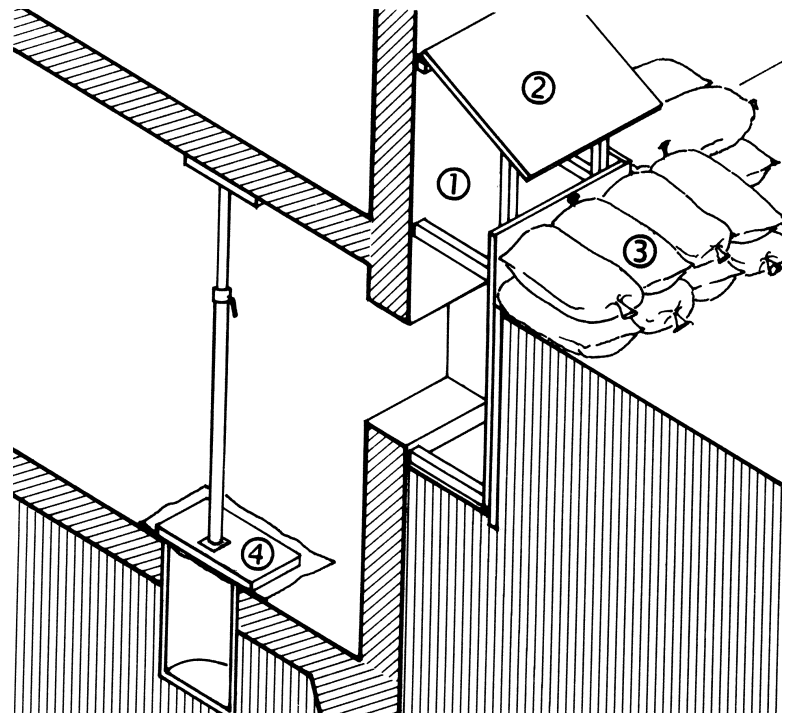
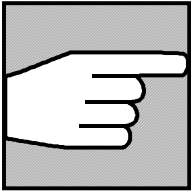


Bild 3.4
Schutz Lichtschächte

**3**

Behelfsmässige Infrastrukturbauten

31

Grundsätze

31.4 Kommunikation

¹Geeignete Ausbaubjekte weisen in der Regel Stahlbetondecken auf. Diese bilden mit den armierten Umfassungswänden Faraday'sche Käfige, das heisst Funkverbindungen direkt aus Untergeschossen sind kaum möglich. Radioempfang ist nur auf UKW möglich, nicht aber auf MW und LW.

²Sende- und Empfangsanlagen werden daher ausserhalb des geschützten Kellerbereichs installiert. Dies erschwert zugleich die Anpeilung des Objektes.

a. Mittel

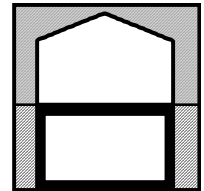
Radio, Telefon, Funkgeräte, Richtstrahlverbindungen.

b. Massnahmen

¹Standortwahl: in der Regel sollten im Umkreis von 100 m Antennenanlagen aufgestellt werden können. Ungünstig sind daher nahe gelegene Hochspannungsanlagen, Bahnlinien und grosse Metallkonstruktionen. Die Haupt-Abstrahlrichtung der Antenne muss berücksichtigt werden. Diese ist in der Regel zu begrenzen. Der Beizug eines Übermittlungs-Spezialisten bei der Rekognoszierung ist sehr wertvoll.

²Kabelführung: Kabel sollen getarnt und gegen Zerstörung durch Fahrzeuge (insbesondere Raupenfahrzeuge) geschützt werden. Die Kabeleinführung in das Untergeschoss muss sorgfältig bestimmt und abgedichtet werden.

³Lage Übermittlungsraum: die Übermittlungsanlagen sind in der Regel dauernd besetzt und in Betrieb. Dies führt zu einem beträchtlichen Lärmpegel. Übermittlungsräume sollen wenn möglich am Rande der Anlage platziert und mit baulichen Mitteln abgetrennt werden.



32 Einrichtung verstärkter Bauten

32.1 Kommandoposten

32.1.1 Grundsätzliche Anforderungen

Kommandoposten auf Stufe Bataillon und für mobile Regimenter können in behelfsmässig ausgebauten Räumen unter Terrain eingerichtet werden. Folgende Punkte sind zu beachten:

a. Erkundung

- KP möglichst frühzeitig und bei Tag erkunden;
- Gebäudebeurteilung mit Formular A (→ Aufnahme Kellerverstärkung, Teil 2, Kapitel 21.3);
- nach Möglichkeit zusätzliche Ersatz-KP rekognoszieren.

b. Lage

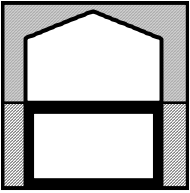
Das Objekt soll innerhalb überbautem Gebiet liegen. Es darf nicht im Hauptkampfgebiet platziert sein. Gefahrenkarten bei örtlichen Organen beschaffen (Grundwasser, Überflutungen, Leitungen usw).

c. Geeignete Objekte

- Bat KP: grosse Wohnhäuser, Gewerbebauten;
- Rgt KP: Industriebauten, Gewerbebauten.

d. Ungeeignete Objekte

Gebäude mit hoher Brandbelastung, fehlenden Fluchtwegen oder grossem Bauaufwand sind nicht geeignet.



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

32 Einrichtung verstärkter Bauten

e. Zugang

Nach der Einrichtung erfolgt der Zugang zum KP ausschliesslich zu Fuss. Der Eingang soll gedeckt und nicht direkt einsehbar sein. Besucherfahrzeuge werden auf einen separaten Parkplatz eingewiesen.

f. Raumprogramm/Flächen

Das nachfolgende Raumprogramm entspricht einem optimalen KP, oft sind weniger Räume verfügbar. Die Richtwerte sind situationsbezogen anzupassen. Eventuell können Nutzungen nach Absprache mit den Kommandanten zusammengefasst werden.

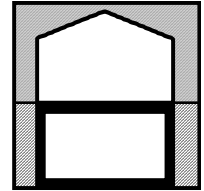
g. Ausbau

¹Der Aufwand für den Ausbau soll in einer vernünftigen Relation zur Nutzungsdauer gesetzt werden. Mobile Truppen werden keine Keller mit hohem Arbeitsaufwand verwenden.

²Der KP soll einen Aufenthalt über mehrere Tage ermöglichen. Feuchte und kalte Kellerräume erschweren die Arbeit wesentlich.

Behelfsmässige Infrastrukturbauten Einrichtung verstärkter Bauten

3
32



32.1.2 Der Bat KP

Raum	[m ²]	Besonderes
① KP Front/Einsatz	18	3 - 4 Arbeitsplätze, Stellwände
② KP Dienste	18	3 - 4 Arbeitsplätze, Stellwände
③ Nachrichten	10	Nähe Eingang, Stellwände
④ Kommandant	6	1 Arbeitsplatz, ruhige Lage
⑤ Verbindungsleute	10	Liegeflächen einrichten
⑥ Führungsraum/Rapporte	20	Tische/Stühle, Stellwände
⑦ Eingangskontrolle		
⑧ Übermittlungszentrum	8	lärmig, Kabelführung beachten
⑨ Schleuse		
Total Flächenbedarf etwa	90	inklusive Erschliessungsfläche

Tabelle 3.1
Flächenbedarf Bat KP

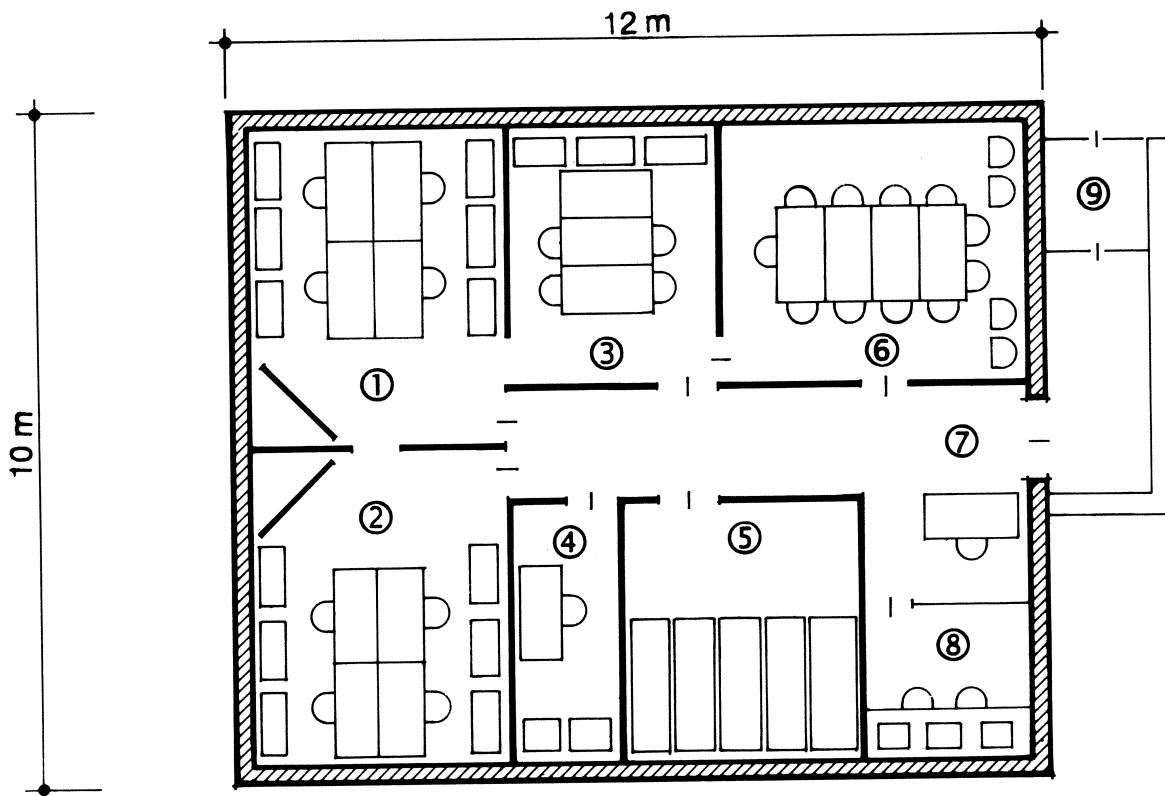
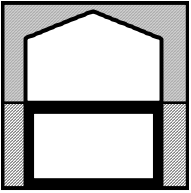


Bild 3.5
Möglicher Grundriss Bat KP



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

32 Einrichtung verstärkter Bauten

32.1.3 Der Rgt KP

Raum	[m ²]	Besonderes
① KP Front/Einsatz	20	3 - 4 Arbeitsplätze, Stellwände
② KP Dienste	20	3 - 4 Arbeitsplätze, Stellwände
③ Nachrichten	16	Nähe Eingang, Stellwände
④ Kommandant	6	1 Arbeitsplatz, ruhige Lage
⑤ Verbindungsleute	16	Liegeflächen einrichten
⑥ Führungsraum/Rapporte	26	Tische/Stühle, Stellwände
⑦ KP Wache	6	1 Arbeitsplatz
⑧ Übermittlungszentrum	10	lärmig, Kabelführung beachten
⑨ Schleuse		
Total Flächenbedarf etwa	120	inklusive Erschliessungsfläche

In der Nähe: Wachtlokal, Ruheräume Wache, Ruheräume KP-Besatzung

Tabelle 3.2

Flächenbedarf Rgt KP

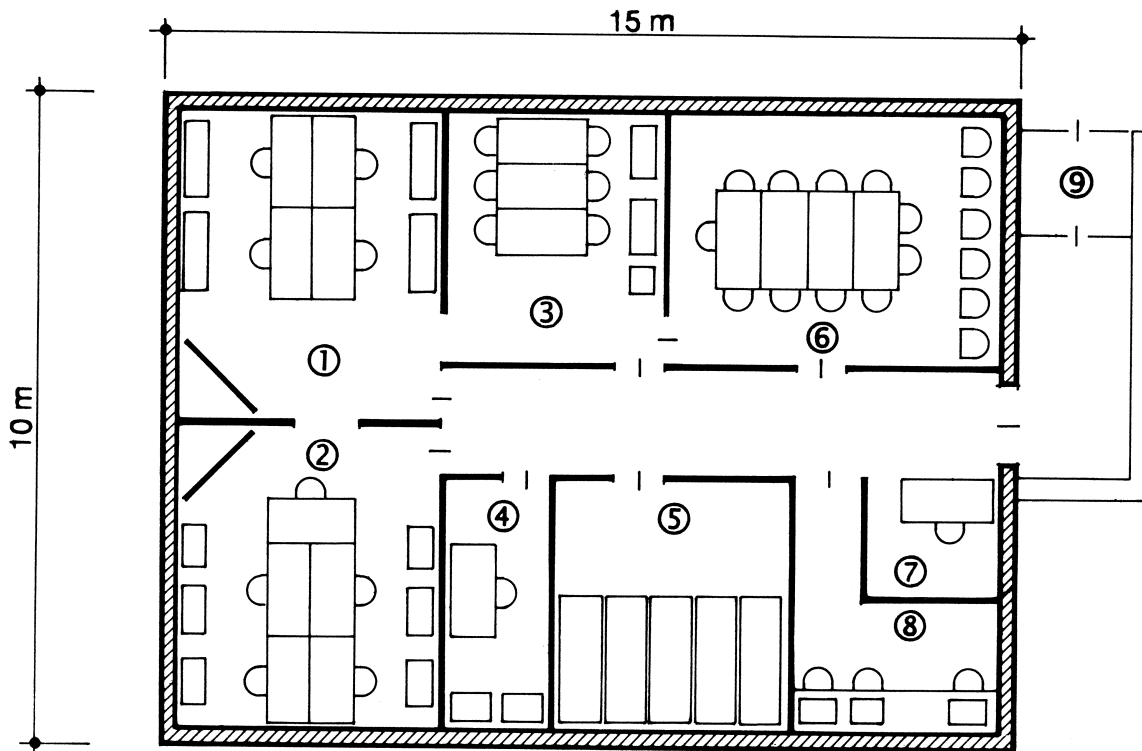
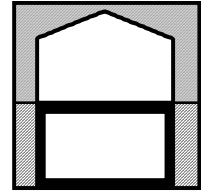


Bild 3.6

Möglicher Grundriss Rgt KP



32.2 Sanitätsdienst

Der militärische Sanitätsdienst unterscheidet zwischen:

- Basisstellen = Militärspitäler (vorbereitete Objekte);
- Hilfsstellen = Sanitätshilfsstellen (verstärkte Objekte).

32.2.1 Militärspitäler

¹Militärspitäler sind meistens vorbereitete Anlagen im Untergeschoss von Zivilspitälern. Sie haben mindestens 500 Betten und ebenso viel Personal. Ihr Betrieb ist von den Zivilspitälern getrennt.

²Die Militärspitäler werden bautechnisch durch speziell zugewiesene Baustäbe betreut.

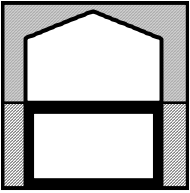
32.2.2 Sanitätshilfsstellen

¹Sanitätshilfsstellen sind mobil und verschieben sich mit der Truppe. Ihre erste Ausbaustufe muss schnell erreicht werden und sie müssen bereits während der Bauzeit für Patienten aufnahmefähig sein.

²Sanitätshilfsstellen müssen in verstärkten Untergeschossen eingerichtet werden. Sie nehmen bis zu 50 Patienten pro Tag auf, die nach maximal 6 Std Aufenthalt weiter zu den Militärspitälern transportiert werden.

a. Raumprogramm für eine Sanitätshilfsstelle

Triage	10 bis 12 m ²
Ambulatorium	8 bis 10 m ²
Behandlungsstelle	10 bis 12 m ²
Liegestellen	40 bis 45 m ²
Betriebspersonal	2 Ärzte und halbe Kompanie.



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

32 Einrichtung verstärkter Bauten

b. Besondere Anforderungen für Sanitätshilfsstellen

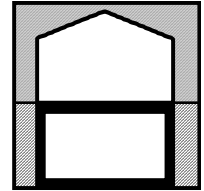
- Alle Räume im selben Gebäude einrichten;
- Unterkünfte für das Personal ausserhalb der Sanitätshilfsstellen;
- Verkehrs- und Fluchtwege für Bahrentsorgung dimensionieren;
- für das Sanitätsmaterial feuchteschutzter Platz mit einem Volumen von etwa 4 bis 5 m³ vorsehen;
- Parkplätze für Fahrzeuge rekognoszieren.

c. Schutz

- Gemäss Genfer-Konvention dürfen Sanitätshilfsstellen nicht bei der Truppenunterkunft liegen. Sie müssen speziell gekennzeichnet sein (Rotes Kreuz). Die Zu- und Wegfahrt muss jedoch getarnt bleiben;
- die Grundsätze des AC-Schutzes gelten auch für die Sanitätshilfsstellen.

d. Infrastruktur

- Sauberes Wasser ist von zentraler Wichtigkeit;
- Stromanschluss ist für Beleuchtung und Sterilisation notwendig. Ersatzweise stehen Benzinvergaserlampen und Gaskocher zur Verfügung;
- Toiletten werden erstellt, Fäkalien mit Chlorkalk behandelt;
- Heizen ist mit einem Motorvergaserofen oder Warmluftheizungen möglich (Belüftung problematisch).



Grundriss:

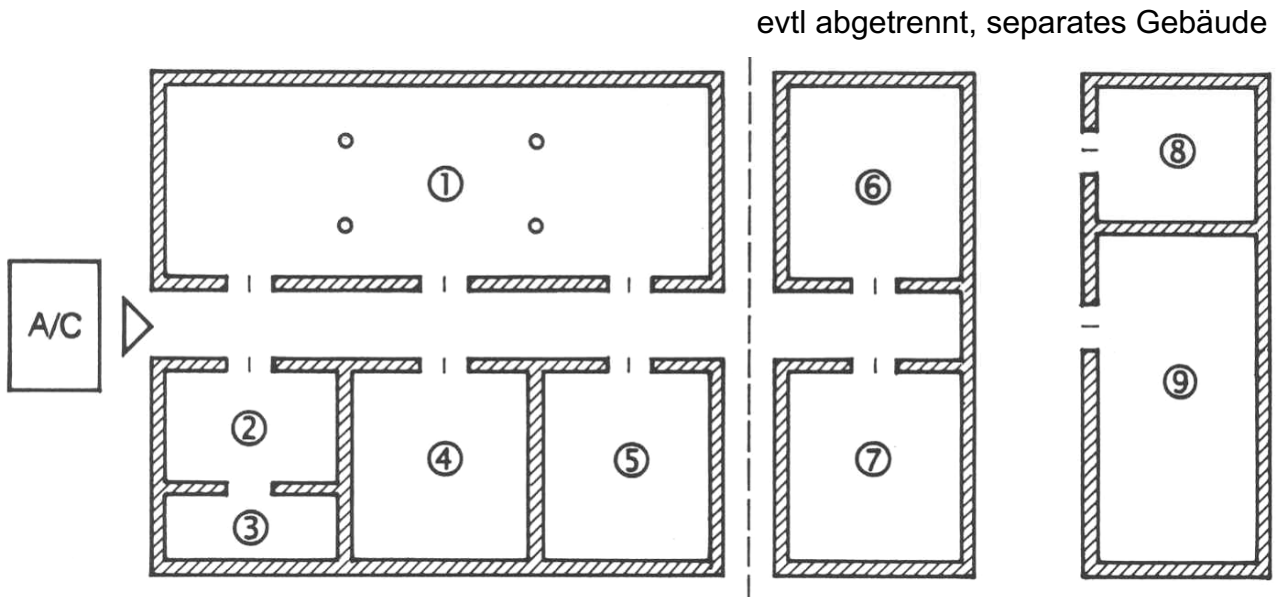


Bild 3.7
Grundriss Sanitätshilfestellen

- ① Liegestellen (etwa 45 m²)
- ② Triage (etwa 12 m²)
- ③ Patientenmaterial (etwa 6 m²)
- ④ Ambulatorium (etwa 10 m²)
- ⑤ Operationsstelle (etwa 12 m²)
- ⑥ Absonderung (etwa 12 m²)
- ⑦ Schwerstverletzte (etwa 12 m²)
- ⑧ Küche (etwa 8 m²)
- ⑨ Unterkunft (etwa 20 m²)

- ① zentrale Überwachung
- ② Verkehrswege
- ③ Liegestelle

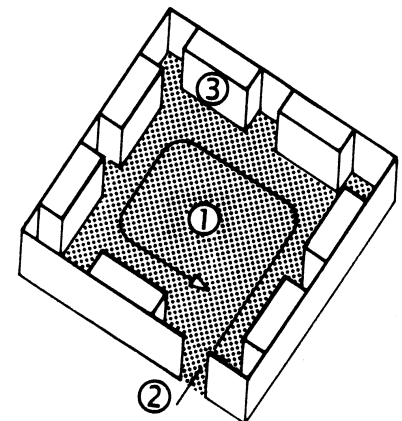
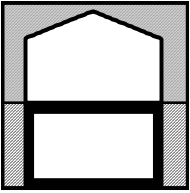
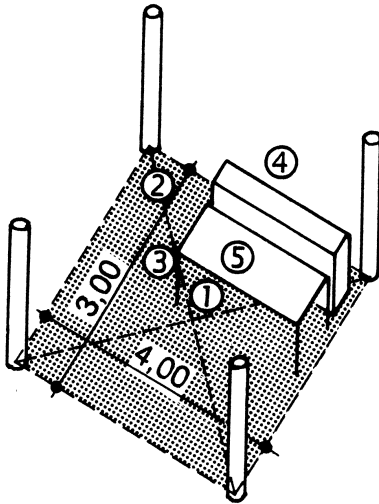


Bild 3.8
Anordnung Liegestellen



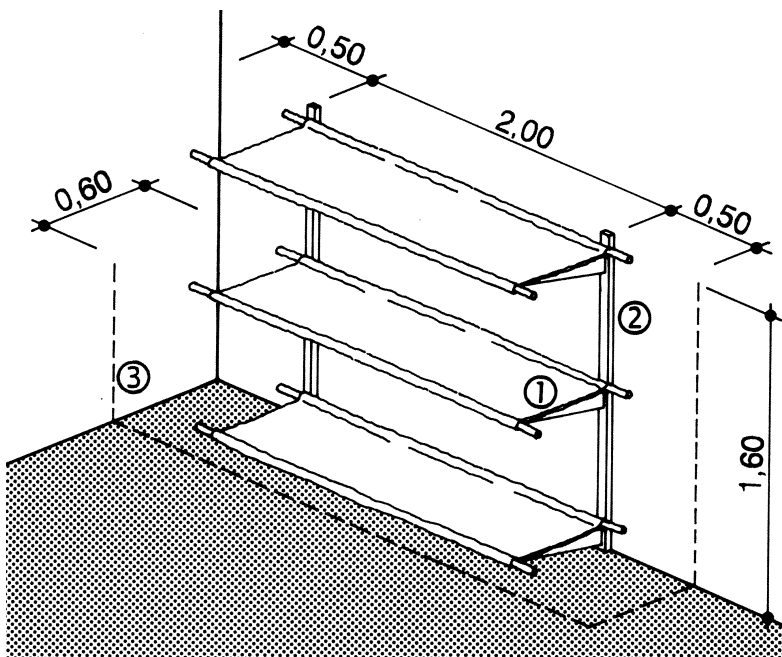
3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

32 Einrichtung verstärkter Bauten



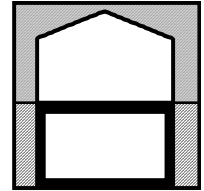
- ① Arzt
- ② Narkosearzt
- ③ Arzthilfe
- ④ Narkosegerät
- ⑤ Patient

Bild 3.9
Anordnung Operationsstelle



- ① Bahren
- ② Traggestell für Bahren
- ③ Platz für Träger

Bild 3.10
Platzbedarf Liegestellen



32.3 Schutzküchen (Kriegsküchen)

¹Um im Fall von AC-Einsätzen einen reduzierten Kochbetrieb aufrecht erhalten zu können, muss jede Einheit über eine Schutzküche mit Notkochplatz verfügen.

²Als Schutzküchen eignen sich unterirdische Räume, die mit den notwendigen Schutzvorrichtungen versehen sind. Für die Abklärung der baulichen Eignung soll das Bild 2.1 im Kapitel 2 Verstärkung bestehender Bauten verwendet werden.

³Die Schutzküche dient als:

a Arbeitsraum

Alle anfallenden Arbeiten, die nicht mit offenem Feuer zu tun haben (Fleischverarbeitung, Rüstarbeit, Reinigung und dergleichen), sind in der Schutzküche durchzuführen.

b Lagerraum

Für frische und haltbare Lebensmittel, Wasservorräte und Küchenkorpsmaterial. Notfalls (bei Fehlen von Räumen) auch als Aufenthalts- und Schlafraum für die Küchenequipe.

32.3.1 Notkochplatz

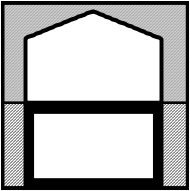
¹Der mangelnden Luftzirkulation wegen wird in der Schutzküche nicht mit offenem Feuer gekocht (Sicherheitsvorschriften Reglement 60.12 d «Benzinvergaserbrenner»). Hierfür ist ein Notkochplatz vorzusehen.

²Als Notkochplatz eignet sich am besten der Ausseneingang zur Schutzküche (Kellerhals oder abgewinkelter Haupteingang).

³Der Notkochplatz sollte getarnt sein und einen guten Splitterschutz bieten.

32.3.2 Besondere Hinweise

- Um einen geregelten Betrieb sicherzustellen muss eine gute Zufahrt Gewähr leisten sein (Transport von Speisen, Lebensmitteln, Wasser usw).
- Es ist mit einem Wasserbedarf von 1500 Liter/Kp/Tag oder umgerechnet mindesten 10 Liter/Mann/Tag zu rechnen. Die Lagerung des Wassers hat in improvisierten Gefässen zu erfolgen (nicht in Trinkwassersäcken).



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

32 Einrichtung verstärkter Bauten

- Die Lagerung von frischen und haltbaren Lebensmitteln beansprucht etwa 10 m³ Platz. Sie müssen vor AC-Einwirkung und Feuchtigkeit geschützt werden. Sie dürfen nicht direkt auf dem Boden gelagert werden (zum Beispiel auf Paletten usw). Es sollen keine Gestelle benutzt werden, da diese umsturzgefährdet sind!

- ① Notkochplatz
- ② Schleuse
- ③ Arbeitstisch
- ④ Fleischvorrat
- ⑤ Trinkwasser
- ⑥ haltbare Lebensmittel
- ⑦ Liegestellen
- ⑧ Kellerfenster
- ⑨ Notausstieg
- ⑩ Küchenkorpsmaterial

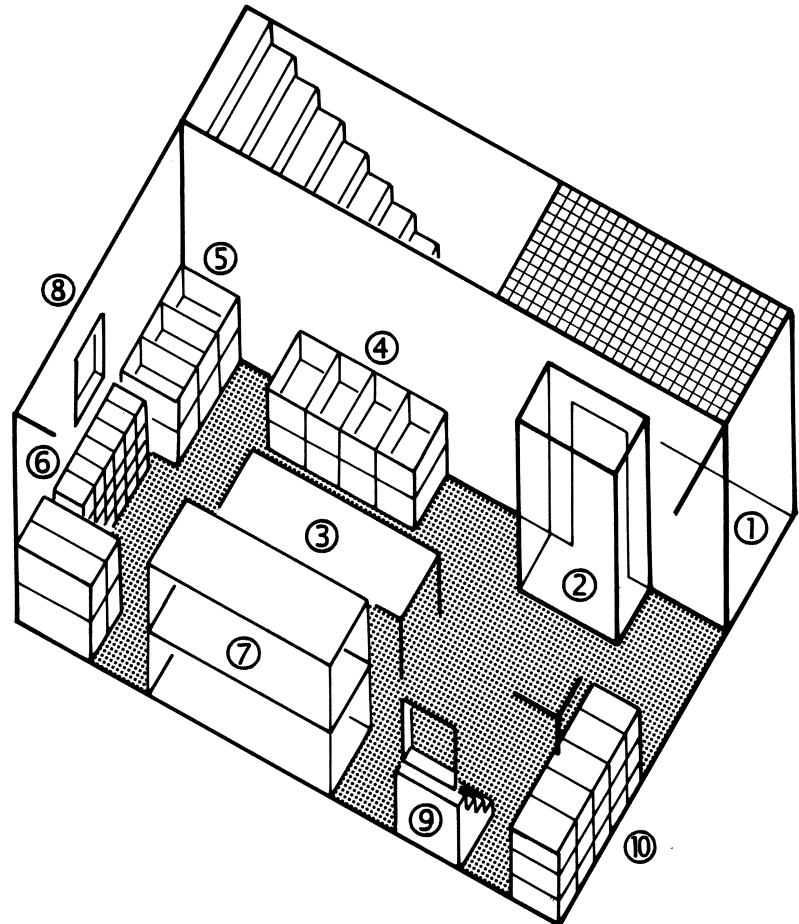
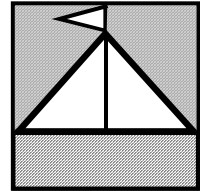


Bild 3.11
Anordnung Schutzküche



33 Installationsplätze für Notbehausungen

33.1 Grundsätzliches

¹Das Erstellen von Notbehausungen erfordert spezifisches Fachwissen psychologischer und sozio-kultureller Art und eine Übersicht über die Vielzahl der sich auf dem Markt befindlichen Notbehausungstypen. Es wird deshalb nicht Aufgabe der Truppe sein, selbstständig Notbehausungen zu planen oder zu erstellen. Hingegen ist es sehr wohl möglich, dass Truppenteile zur Mithilfe bei der Herrichtung von geeigneten Grundstücken (Installationsplatz) respektive zu den eigentlichen Bauarbeiten beigezogen werden.

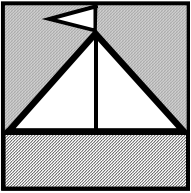
²Im vorliegenden Kapitel sollen deshalb nur einige generelle Kennzahlen und Hinweise zur Dimensionierung von Notbehausungen gegeben werden. Diese Angaben ersetzen die Beratung durch Fachleute nicht, sondern dienen einzig und allein einer ersten groben Abschätzung.

³Folgende Institutionen weisen eine grosse Erfahrung bei der Planung und Projektierung von Notbehausungen auf:

- United Nations High Commissariat of Refugees, UNHCR (UNO Hochkommissariat für Flüchtlinge), Genf;
- United Nations Departement of Humanitarian Affairs, DHA, Genf;
- Schweizerisches Katastrophenhilfekorps, SKH, Bern.

33.2 Hinweise für die minimal benötigten Infrastrukturen

- Versorgung: Trinkwasser, Strom, Gas, Telefon, Brandschutz, Depot für Kleider, Nahrungsmittel, Brennmaterial, Hygieneartikel;
- Entsorgung: Schmutzwasser, Abfälle, Fäkalien/Latrinen, Oberflächenwasser.



3
33

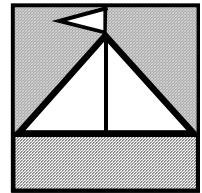
Behelfsmässige Infrastrukturbauten

Installationsplätze für Notbehausungen

33.3 Wichtigste Richtzahlen für die Planung von Notbehau- sungen

Infrastruktur	Menge/Bedarf
Maximale Belegung pro Camp	etwa 1000 Familien zu 5 Personen → 5000 Personen
Brutto Flächenbedarf (Arealfläche): -für kurzfristige Notmassnahmen -für längerfristige Behausungen	10 - 15 m ² /Person 30 - 40 m ² /Person
Wohnfläche: -für längerfristige Behausungen	3,4 - 4,0 m ² /Person oder 18 - 25 m ² /Familie
Toiletten oder Latrinen -für kurzfristige Notmassnahmen -für längerfristige Behausungen	1 WC/25 Personen 1 WC/2 Familien (2,5 m ² /Familie)
Duschen: -für kurzfristige Notmassnahmen -für längerfristige Behausungen	1 Dusche/30 Personen 1 Dusche/2 Familien (2,5 m ² /Familie)
Kochgelegenheiten: -für kurzfristige Notmassnahmen -für längerfristige Behausungen	zentrale Verpflegung 1 Küche/2 - 4 Familien (2,5 m ² /Familie)
Waschgelegenheiten: -Lavabo/Waschbecken	1 Lavabo/2 Familien
Schule/Ausbildung: -längerfristige Behausungen	1 Schulzimmer pro etwa 200 - 300 Personen
Öffentliche Telefone:	10/Camp

Tabelle 3.3
Richtzahlen für die Planung von Notbehausungen



33.4 Weitere Hinweise

¹Die Standortgemeinden müssen von Anfang an in die Planung von Notbehausungen einbezogen werden. Koordination und Absprache sind eine Grundvoraussetzung.

²Zur Planung und Projektierung von Notbehausungen müssen topografische Grundlagen im Massstab 1 : 1'000 oder 1 : 500 vorhanden sein.

³Klimatische Besonderheiten des Standortes spielen bei der Planung und Projektierung von Notbehausungen eine entscheidende Rolle. Sie müssen deshalb, abgestimmt auf die voraussichtliche Aufenthaltsdauer, detailliert abgeklärt werden. In den gemässigten Klimazonen ist zum Beispiel Heizen während des Winters unerlässlich; einfache Zelte als kurzfristige Behausungen kommen wegen ungenügender Isolation somit nur beschränkt in Frage.

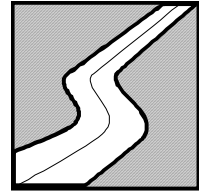
⁴Religiöse und kulturelle Aspekte sind im Hinblick auf die zukünftigen Bewohner bereits in der Planungs- und Projektierungsphase zu berücksichtigen. Spezialisten der angegebenen Organisationen (→ Kapitel 33.1) verfügen über die entsprechenden Fachkenntnisse.

⁵Die Versorgung mit elektrischer Energie (Beleuchtung usw), sofern überhaupt möglich, ist aus Sicherheitsgründen kontinuierlich zu Gewähr leisten. Die Installation einer Notstromgruppe wird deshalb dringend empfohlen, zumindest für die Lagerverwaltung.

⁶Jedes Camp sollte mit einer Sanitätshilfsstelle ausgestattet werden. Die Errichtung weitergehender medizinischer Versorgungsmöglichkeiten hängt vor allem von den Möglichkeiten der Mitbenützung bestehender ziviler, allenfalls auch militärischer Infrastruktur ab.

⁷Für die administrative Leitung des Camps sind genügend Büroräume vorzusehen wie zum Beispiel Auskunft und Eingangskontrolle, Verwaltungsbüro, Lagerräume, Besprechungszimmer, Aufenthaltsräume für Betreuungspersonal usw.

⁸Bei der Trinkwasserversorgung ist speziell die Lagerhaltung, Aufbereitung und Abgabe zu planen. Spezialisten sind unbedingt beizuziehen.



34 Verkehrswege

34.1 Grundsätze

34.1.1 Allgemeines

¹In diesem Kapitel wird das rasche und behelfsmässige Erstellen von Verkehrswegen behandelt (Reparatur, Ausbau, Neubau). Folgende Punkte sind nach Ereignissen wie Katastrophen oder Kampfeinwirkungen von zentraler Bedeutung:

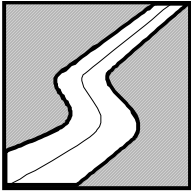
- Erstellen des Zuganges zum Schadenort;
- Erstellen der Transportwege für Rettung, Versorgung und Wiederaufbau;
- Erstellen der Baupisten;
- Instandstellen und Sichern beschädigter Verkehrswege.

²Der Ausbaustandard wird der Situation angepasst. Die einschlägigen Normen und Vorschriften werden deshalb nicht in jeder Hinsicht befolgt. Es soll jedoch bei der Planung und der Ausführung ein späterer Weiterausbau miteinbezogen werden.

34.1.2 Gefahrenbeurteilung

Die Gefahrenstellen müssen besonders überwacht werden. Dabei sind folgende Kriterien zu beachten:

- Restgefahren am Schadenobjekt;
- allgemeine Sicherheitsregeln für die Ausführung der Instandstellung;
- Einbezug der Gefahrenzonen in die Verkehrsregelung;
- Gefahr nach Ausführung der geplanten Instandstellung;
- Informationsarbeit über das Sicherheitskonzept.



3
34

Behelfsmässige Infrastrukturbauten

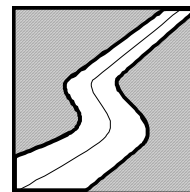
Verkehrswege

34.2 Planung

Das nachfolgende Ablaufschema zeigt ein zweckmässiges Vorgehen bei der Planung. Dem Auftrag entsprechend variiert der Aufwand für die einzelnen Projektierungsschritte:

Projektierungsschritt	Abklärungen
Bestandesaufnahme	-Ziel -Konzept
Sofortmassnahmen	-erste Arbeiten -Projektintegration
Planung	-Linienführung -Strassendimensionierung -Mannschaft/Geräte -Materialwahl/Deponien -Termine/Kosten
Ausführung	-Installation -Mannschaft/Geräte -Materialbedarf -Bauanweisungen -Bauüberwachung

Tabelle 3.4
Projektierungsschritte



34.2.1 Planunterlagen

¹Neben einer unerlässlichen Besichtigung im Gelände können folgende Projektierungshilfen beigezogen werden:

- topografische Landeskarten M 1 : 25'000 oder 1 : 50'000
- geologische Karten M 1 : 25'000 oder 1 : 500'000
- geotechnische Karten M 1 : 200'000
- Katasterpläne M 1 : 2000 oder 1 : 5'000
- Werkleitungspläne;
- Luftbilder, Luftaufnahmen;
- Kontakte mit zivilen Behörden und betroffenen Anwohnern.

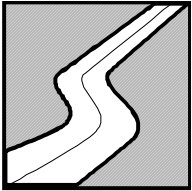
²Zu einem detaillierten Projekt gehören folgende Pläne:

Planunterlagen		Kapitel
Situation	(M 1 : 500 oder M 1 : 1000)	34.2.4
Längenprofil	(M 1 : 100/500)	34.2.5
Querprofile	(M 1 : 100)	34.2.6
Normalprofile	(M 1 : 20)	34.2.6
Detailpläne oder-skizzen	- Brücken	34.2.7
	- Durchlässe/Furten	34.2.7
	- Entwässerungen	34.3.5
	- Stützbauwerke	34.3.6
	- Hangsicherungen	34.3.7

Tabelle 3.5
Planunterlagen

³Bei topografisch einfachen Verhältnissen genügen Situation, Längenprofil und Querprofile.

⁴Im Normalfall ist bei der Projektierung ein Massenausgleich anzustreben, damit nicht Material zugeführt oder abgeführt werden muss.



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

34.2.2 Projektierungsvorgehen

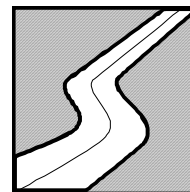
Projektierungsvorgehen	Kapitel
Bestimmen des Strassentyps	34.2.3
Wahl der Kurvenradien	34.2.4 a
Bestimmen der Kurvenverbreiterung	34.2.4 b
Spezialfall Wendepfannen	34.2.4 c
Anhaltstrecken/Sichtweiten in Kurven	34.2.4 d
Längsgefälle der Strassenachse	34.2.5 a
Ausrundungslängen bei Neigungsänderungen	34.2.5 b
Querschnittsgestaltung	34.2.6

Tabelle 3.6
Vorgehen für die Strassenprojektierung

34.2.3 Dimensionierungskriterien

¹Folgende Kriterien beeinflussen die Wahl der Strassendimensionierung:

- Strassenfunktion;
- Verkehrsfrequenz;
- Fahrzeugtypen;
- Nutz- und Achslasten;
- Ausbaugeschwindigkeit.

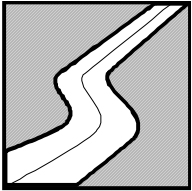


²Der behelfsmässige Strassenbau wird in der vorliegenden Form auf drei Strassentypen beschränkt:

Kriterium	Strassentyp		
	A	B	C
Strassenfunktion	Zufahrten, Erschliessungswege	Baupisten, Neben-, Sammelstrassen, Transportwege	Haupt-, Transport- und Verbindungsstrassen
Verkehrsfrequenz	gelegentlicher Verkehr	eingeschränkter Verkehr	viel Verkehr
Fahrzeugtyp	PW	PW, LKW	PW, LKW, Schwerttransporte
Gesamtgewicht	≤ 3,5 t (MLC 5)	16,0 t - 28,0 t (MLC 35)	≤ 28,0 t (MLC 40)
Ausbaugeschwindigkeit	< 30 km/h	< 40 km/h	< 50 km/h
Spurführung	1-spurig, minimal	1-spurig	2-spurig
Fahrbahnbreite	> 2,5 m	> 3,0 m	> 6,5 m

Tabelle 3.7
Strassentypen für den behelfsmässigen Strassenbau

³Masse und Gewichten von Fahrzeugen sind in Teil 6, Kapitel 64 zu finden. Bei speziellen Massen und höheren Lasten sind besondere Abklärungen zu treffen.



34.2.4 Horizontale Linienführung

Beispiel für die Darstellung einer Linienführung:

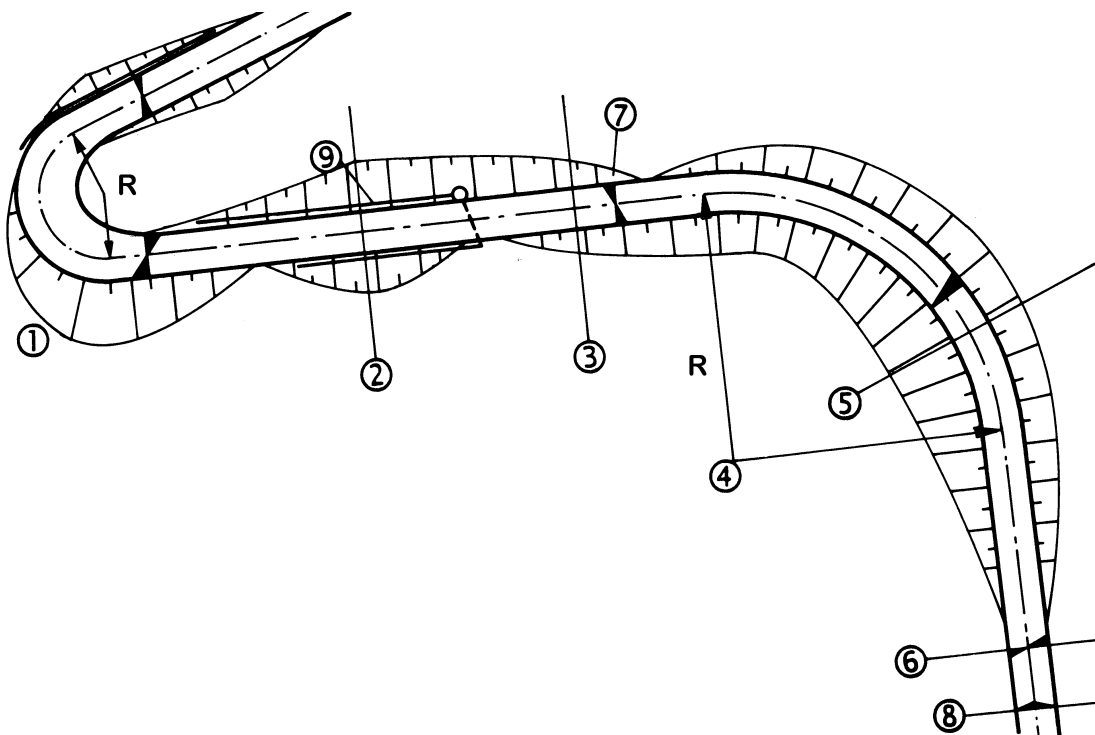
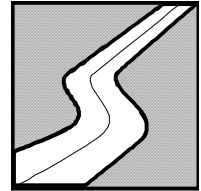


Bild 3.12

Linienführung in Hanglagen, Einschnitten und auf Dämmen

- | | |
|-----------------|----------------------------|
| ① Wendeplatten | ⑥ QP Ebene mit Quergefälle |
| ② QP Einschnitt | ⑦ Quergefälle |
| ③ QP Hang | ⑧ Dachgefälle |
| ④ Kurvenradius | ⑨ Entwässerung |
| ⑤ QP Damm | |



a. Wahl der Kurvenradien

Minimale Kurvenradien in Abhängigkeit der Ausbaugeschwindigkeit:

Ausbaugeschwindigkeit [km/h]	Strassentyp		
	A	B	C
20	15 m	20 m	25 m
30	20 m	25 m	30 m
40	--	45 m	60 m
50	--	--	100 m

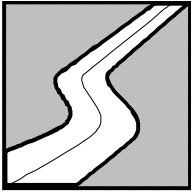
Tabelle 3.8
Minimale Kurvenradien

b. Bestimmung der Kurvenverbreiterung

Minimale Kurvenverbreiterung in Abhängigkeit der Kurvenradien:

Kurvenradius [m]	Strassentyp		
	A	B	C
15	2,5 m	3,4 m	8,0 m
20	2,2 m	2,5 m	5,0 m
30	1,2 m	1,8 m	2,5 m
50	0,5 m	1,0 m	1,5 m
100	0,1 m	0,4 m	0,8 m

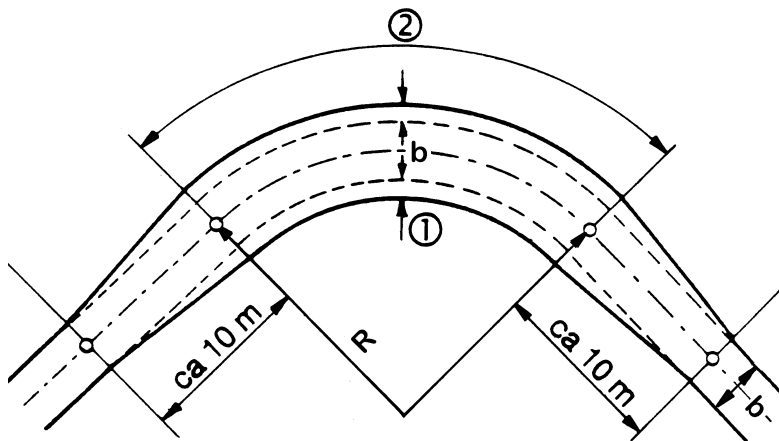
Tabelle 3.9
Minimale Kurvenverbreiterungen



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

Anordnung der Kurvenverbreiterung:



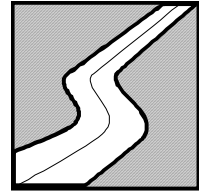
- ① minimale Kurvenverbreiterung (→ Tabelle 3.9)
- ② Bogenlänge

Bild 3.13
Kurvenverbreiterung auf der ganzen Bogenlänge

c. Spezialfall Wendepplatten

Für Kehrwendungen im Hang werden Wendepplatten mit extrem engen Kurvenradien ausgebildet. In diesem Bereich muss die Ausbaugeswindigkeit herabgesetzt werden.

Die folgende Tabelle zeigt die minimalen Kurvenverbreiterungen für Wendepplatten in Abhängigkeit der Kurvenradien:



Kurvenradius [m]	Strassentyp		
	A	B	C
6	5,0 m	--	--
9	4,0 m	5,0 m	--
12	3,0 m	4,0 m	10,0 m
15	2,5 m	3,4 m	8,0 m
20	2,2 m	2,5 m	5,0 m

Tabelle 3.10
Minimale Kurvenverbreiterungen für Wendeplatten

Anordnung der Kurvenverbreiterung:

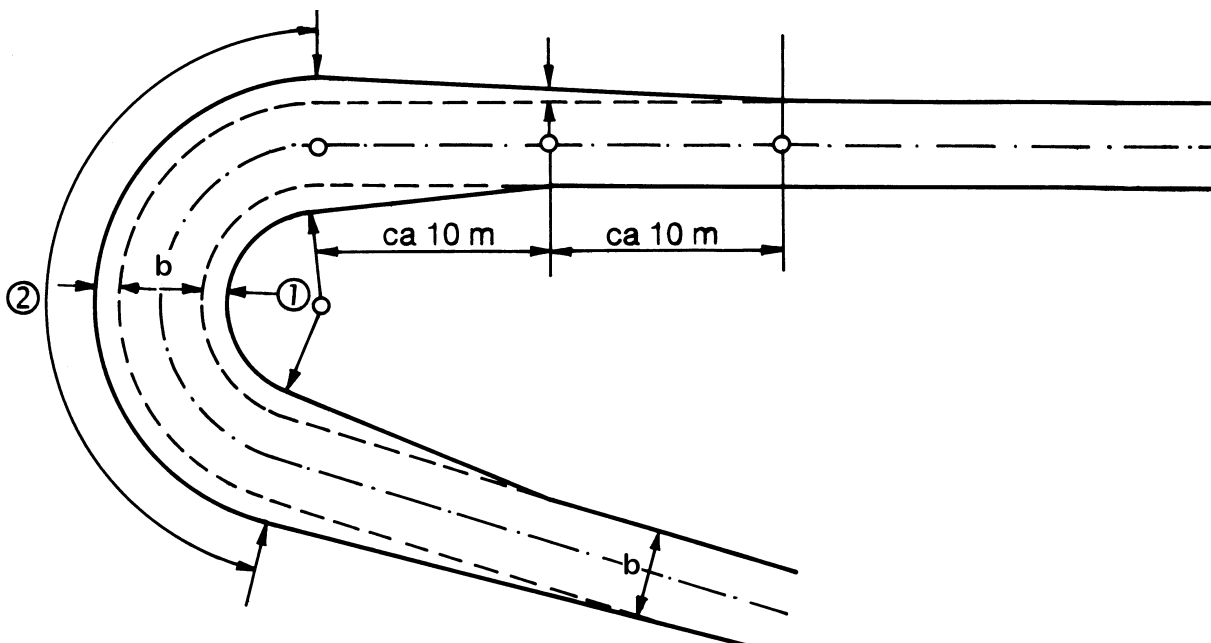
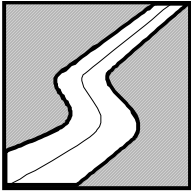


Bild 3.14
Situation Wendeplatten

- ① minimale Kurvenverbreiterung (→ Tabelle 3.10)
- ② Bogenlänge



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

d. Anhaltstrecken und Sichtweiten in Kurven

¹Anhaltstrecken bzw Sichtweiten müssen bei Kurven, wie auch bei Kuppen eingehalten werden.

²Das folgende Diagramm zeigt die Anhaltstrecken in Abhängigkeit der Geschwindigkeit und der Strassenneigung. Bei geneigten Strassen ergibt sich die totale Anhaltstrecke aus der Summe der Anhaltstrecke eines bergwärts und eines talwärts fahrenden Fahrzeuges. Die Sichtweite in Kurven ist geradlinig als Sehne anzuordnen, wobei die schraffierte Fläche zwischen Strassenrand und Sehne frei bleiben muss (→ Bild 3.16). Dies gilt vor allem für Böschungen, Felsblöcke, Bäume, usw.

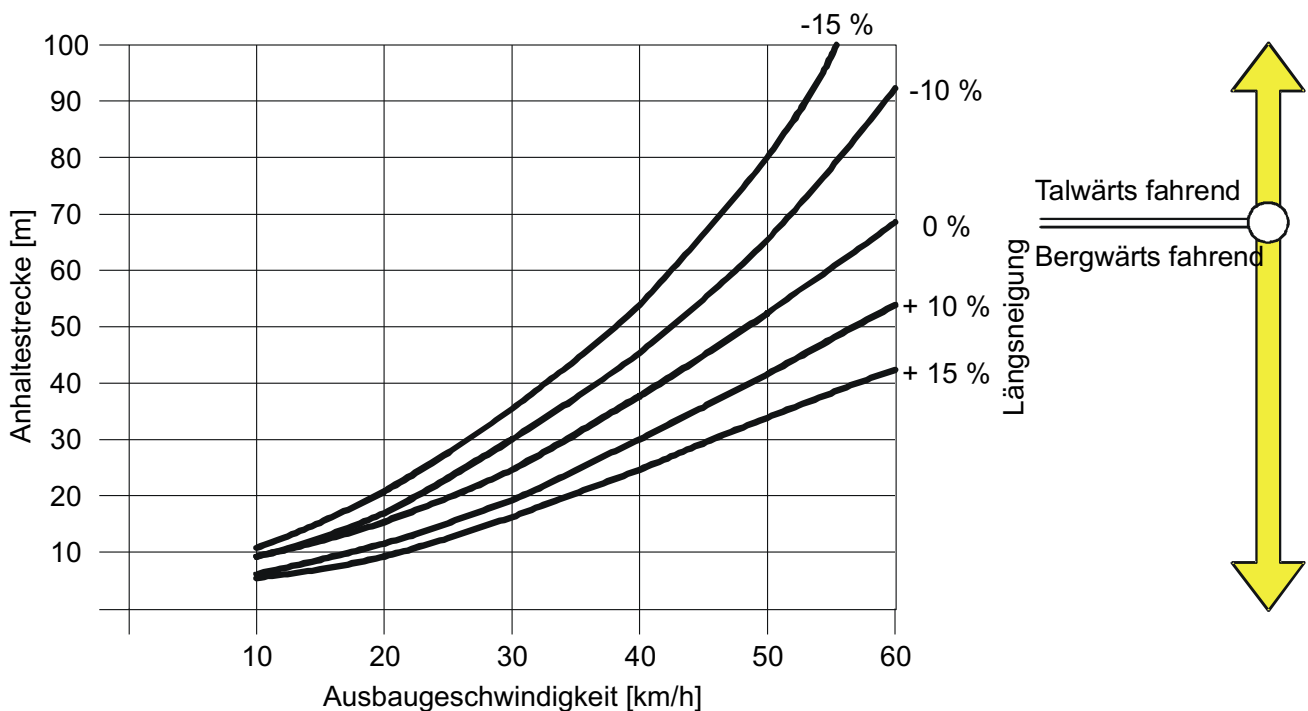
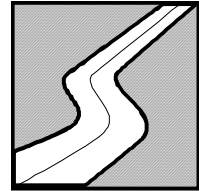


Bild 3.15

Minimale Anhaltstrecken

Beispiel:	gegeben:	- Ausbaugeschwindigkeit	40 km/h
		- Längsneigung	10 %
	Lösung:	- Fahrzeug A (-10 %, talwärts)	46 m
		- Fahrzeug B (+10 %, bergwärts)	30 m
		- Totale Anhaltstrecke	76 m



- ① Sichtweite
- ② Anhaltestrecke
- ③ Freiraum
(keine Felsblöcke, Bäume usw)

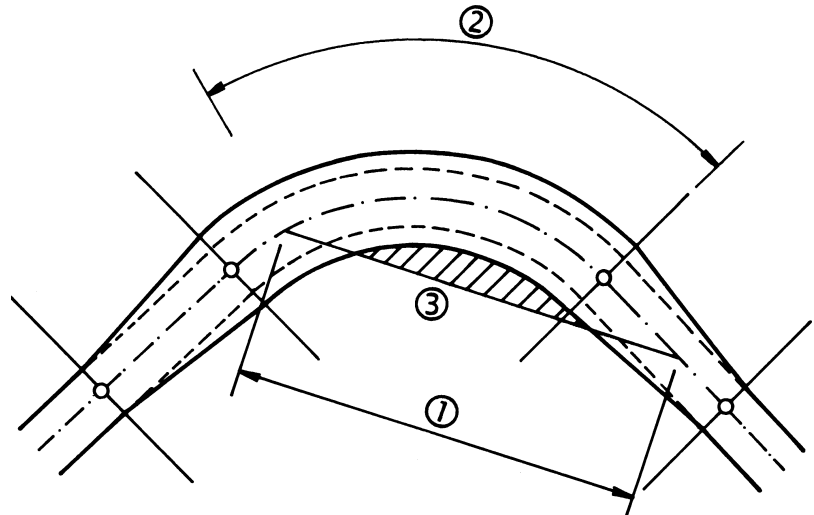


Bild 3.16
Minimale Sichtweiten

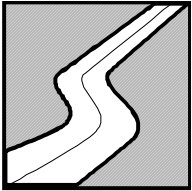
34.2.5 Vertikale Linienführung

a. Längsgefälle der Strassenachse

Gebräuchliche Längsgefälle:

Längsgefälle	Strassentyp		
	A	B	C
Normal	2 - 12 %	2 - 12 %	2 - 10 %
Maximal	18 %	15 %	12 %
Wendeplatten	6 %	6 %	6 %

Tabelle 3.11
Längsgefälle für den behelfsmässigen Strassenbau



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

b. Ausrundungslängen bei Neigungsänderungen

Die Ausrundungslänge bezieht sich auf je 1 % Neigungsänderung in Abhängigkeit der Ausbaugeschwindigkeit:

Ausbaugeschwindigkeit	20 km/h	30 km/h	40 km/h	50 km/h
Ausrundungslänge in Metern pro 1 % Neigungsänderung	1,0 m	3,0 m	7,0 m	15,0 m

Tabelle 3.12
Minimale Ausrundungslängen

34.2.6 Querschnittsgestaltung

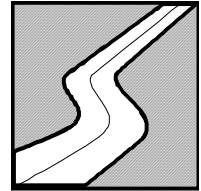
Folgende Elemente der Querschnittsgestaltung sind zu bestimmen:

a. Querneigung in Kurven

Die Querneigung in Kurven ist abhängig von der Ausbaugeschwindigkeit. In der nachfolgenden Tabelle ist sie anhand der mittleren Geschwindigkeit von 30 km/h aufgeführt.

Radius	Strassentypen A, B, C
< 30 m	6 %
50 m	5 %
100 m	4 %
150 m	3 %
Wendeplatten	4 - 6 %

Tabelle 3.13
Querneigung in Kurven



b. Quergefälle in Geraden

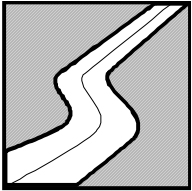
¹Das Quergefälle in Geraden soll für den unbefestigten Oberbau in der Regel 3 %, in Ausnahmefällen bis zu 6 % betragen. Talseitige Fahrspuren sollten 3 % nicht übersteigen.

²In der nachfolgenden Tabelle sind die Möglichkeiten für das Quergefälle angegeben:

Möglichkeit	Vorteile	Nachteile
<p>Dachprofil</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Wassermenge wird halbiert, weniger Erosion - geringe Gefahr des seitlichen Wegrutschens 	<ul style="list-style-type: none"> - Durchlässe für Wasserableitungen notwendig - allfällige Schneeräumung erschwert
<p>Quergefälle talwärts</p>	<ul style="list-style-type: none"> - keine Durchlässe erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> - talseitige Böschungen vernässt - Rutschungen und Erosionen möglich - Gefahr des seitlichen Wegrutschens der Fahrzeuge
<p>Quergefälle bergwärts</p>	<ul style="list-style-type: none"> - seitliches Wegrutschen der Fahrzeuge weniger gefährlich 	<ul style="list-style-type: none"> - Durchlässe für Wasserableitungen notwendig - viel Wasser auf der Bergseite

Tabelle 3.14

Möglichkeiten der Quergefallsordnung



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

c. Bankette und Randabschlüsse

Die Bankettbreite muss mindestens 50 cm, talseitig in der Regel 70 bis 90 cm betragen. Bei der Bankettbreitenwahl sind die Sichtweiten zu beachten (→ Kapitel 34.2.4 d).

d. Böschungen

Böschungsneigungen sind auf Grund der Standfestigkeit und der Erosionsanfälligkeit festzulegen (→ Teil 1, Kapitel 12).

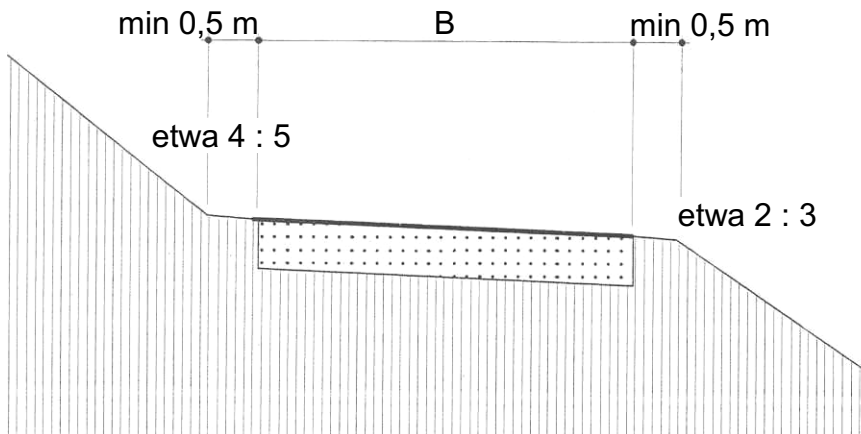


Bild 3.17
Böschungsneigungen

e. Ausweichstellen

Auf einspurigen Strassen werden die Ausweichstellen entsprechend der Sichtweiten des Verkehrs und den Möglichkeiten im Gelände festgelegt. Die Idealabstände betragen 100 bis 400 m. Fahrzeuge bis zur zugelassenen Maximallänge müssen ein- und ausfahren können. Bei grösserem Verkehrsvolumen ist Platz für mehrere Fahrzeuge erforderlich.

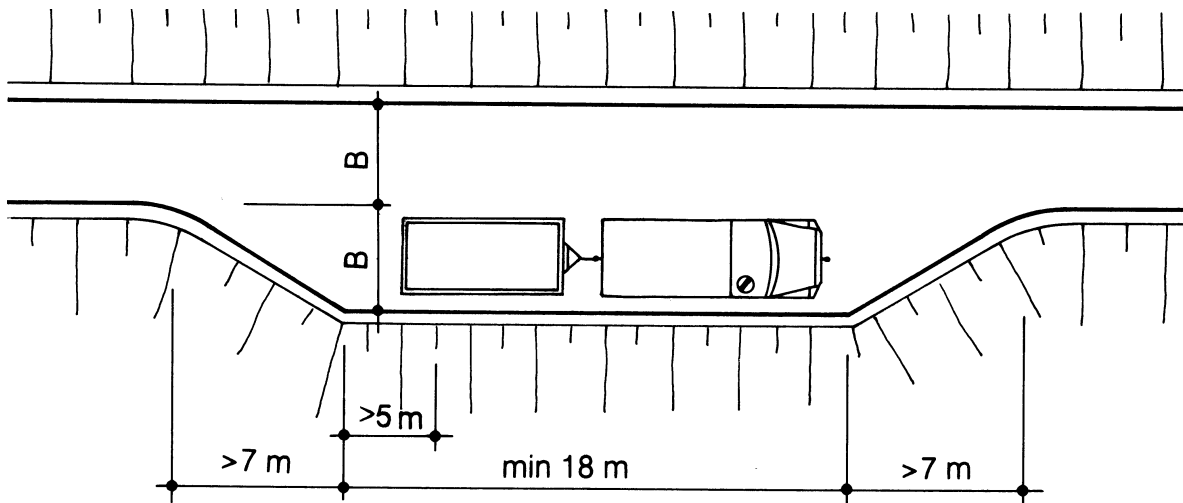
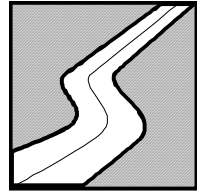


Bild 3.18
Ausweichstelle

f. Kehrplätze

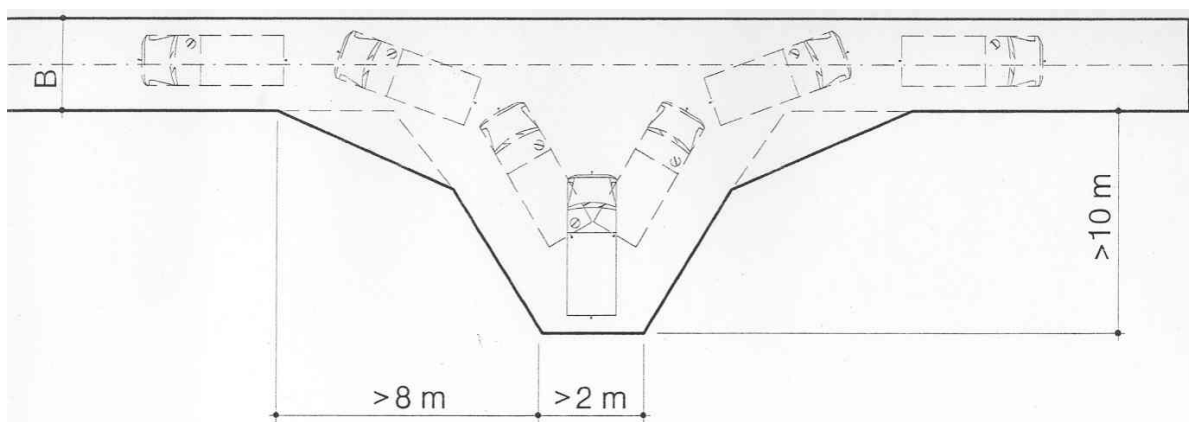
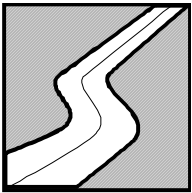


Bild 3.19
Kehrplätze bei Sackgassen



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

34.2.7 Kunstbauten

Zur Querung von Hindernissen (Bäche, Runsen usw) können Kunstbauten wie Furten, Durchlässe und Brücken erstellt werden. Die Beurteilungskriterien dieser drei Möglichkeiten sind:

Kriterium	Furten	Durchlässe	Brücken	Legende:
Hochwasser	++	o	+	++ sehr gut
Geschiebe	++	-	+	+ gut
Murgang	++	--	+	o befriedigend
Lawinen	++	+	-	- schlecht
Ästhetik	o	++	+	-- sehr schlecht
Unterhalt	o	o	+	

Tabelle 3.15
Bewertungskriterien für Querungen

a. Furten

Bei Furten erfolgt die Wasserführung dauernd oder zeitweise über die Fahrbahn. Im Furtbereich sind teilweise mehrere Gefällswechsel mit knapper Ausrundung erforderlich. Die Vertiefung zur Furt muss verhindern, dass Wasser überläuft und entlang der Strasse abfließt. Dabei ist auch die zulässige Wassertiefe für Fahrzeuge zu beachten.

Maximale Wassertiefe für	Wassergeschwindigkeit		
	0 - 1 m/s	1 - 2 m/s	2 - 3 m/s
PW	0,2 - 0,4 m	0,2 - 0,4 m	0,2 m
LKW	0,5 - 0,8 m	0,4 m	0,4 m
Panzer	1,0 - 1,2 m	1,0 - 1,2 m	1,0 - 1,2 m

Tabelle 3.16
Zulässige Wassertiefen

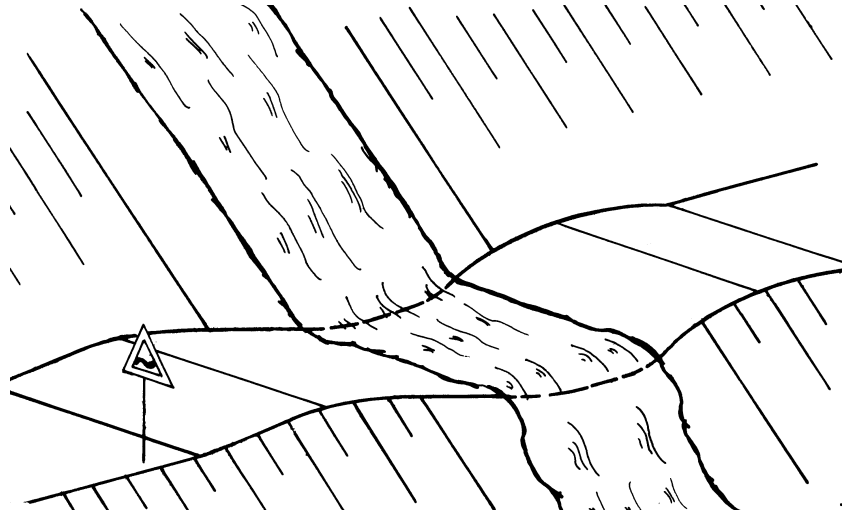
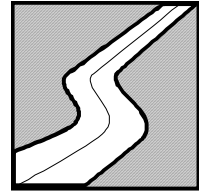


Bild 3.20
Strassenführung durch die Furt

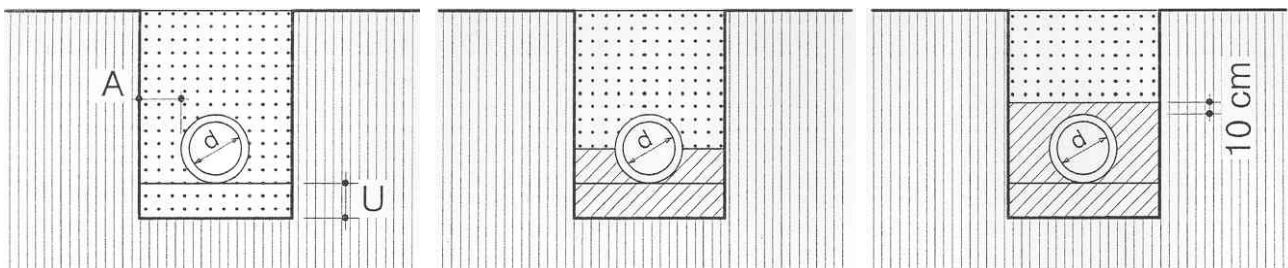
b. Durchlässe

¹Bei Durchlässen wird das Gewässer in Röhren unter der Fahrbahn durchgeführt. Die Durchlassdimensionierung hängt von der Abflussmenge ab. Vorteilhaft ist die Anordnung eines Sandabsetzbeckens auf der Oberseite. Als Rohrmaterial können die üblichen Tiefbau-Vollrohre verwendet werden. Neben Kunststoffrohren können Rohre mit grossen Durchmessern wie zum Beispiel Armco- oder Spiwellrohre eingebaut werden. Die Einbettung bemisst sich nach der Überdeckungshöhe und dem Baugrund. Drei Bettungsarten werden unterschieden:

Typ a

Typ b

Typ c

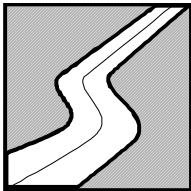


Kiessandbettung

Betonsohle
 PC 200

Einbetonierung
 PC 200

Bild 3.21
Rohrbettungen (Typ a, b und c)



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

Rohrdurchmesser [cm]	Überdeckung > 80 cm		Überdeckung < 80 cm	
	Baugrund gut	schlecht	Baugrund gut	schlecht
≤ 45	a	b	b	c
≥ 50	b	c	c	c

Tabelle 3.17

Bettungsbemessung für Leitungen und Durchlässe (Typ a, b und c)

²Der minimale Rohrdurchmesser beträgt 30 cm. Für spezielle Verhältnisse können auch mehrere Rohre nebeneinander gelegt werden. Tabelle 3.18 zeigt die maximalen Durchflussmengen anhand des Gefälles und des Rohrdurchmessers in l/s:

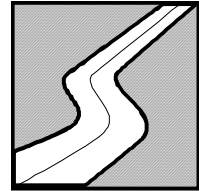
Rohrdurchmesser [cm]	Gefälle				
	5 %	10 %	15 %	20 %	30 %
30	200	300	400	450	500
40	500	700	900	1'000	1'200
50	900	1'300	1'500	1'800	2'000
60	1'500	2'000	2'500	3'000	3'500
80	3'000	4'000	5'000	6'000	7'000
100	6'000	7'000	9'000	11'000	13'000
150	16'000	21'000	28'000	36'000	42'000

Tabelle 3.18

Maximale Rohr-Durchflussmengen in l/s

c. Behelfsbrücken

¹Bei Brücken können reduzierte Längsgefälle in der Linienführung erforderlich sein. Gründe dafür sind die Gefahr der Fahrbahnvereisung und beschränkte Platzverhältnisse. Bei Gewässerquerungen müssen die erforderlichen Hochwasserprofile eingehalten werden.



²Für behelfsmässige Brücken werden folgende Typen eingesetzt:

- Behelfsbrücken mit DIN/HEB Trägern (→ Reglement 57.131 d)
- Schwimmbrücke 95 (→ Reglement 57.144 d)
- Stahlträgerbrücke (→ Reglement 57.147 d)

Für Spezialfälle und unter besonderen Bedingungen kann auch die «Feste Brücke 69» (→ Reglemente 57.150 d, 57.128 d und 57.129 d) eingesetzt werden.

³Die Reparatur bestehender Brücken wird in Kapitel 34.3.8 behandelt.

34.3 Ausführung

34.3.1 Absteckung

¹Die Absteckarbeit im Gelände ist eine der ersten Arbeiten auf der Baustelle. Im Einzelfall wird zuerst eine grobe Linienführung (Nulllinie) abgesteckt, um Rodungen vorzunehmen oder Räumarbeiten auszuführen.

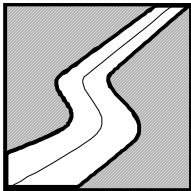
²Absteckmethoden und Details zur Vermessung siehe Teil 5, Kapitel 51 sowie Reglement 57.118 d.

34.3.2 Geräteinsatz

Der Geräteinsatz richtet sich nach:

- Arbeitsgattung;
- Geländebeschaffenheit, Baugrund;
- Arbeitsvolumen, Kubaturen;
- verwendeten Schüttmaterialien.

Aushubarbeiten, Aushubgeräte und -leistungen sind in Teil 1, Kapitel 13 dargestellt.



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

a. Schüttungen und Planierungen


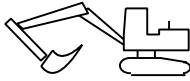
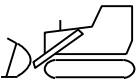


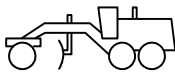
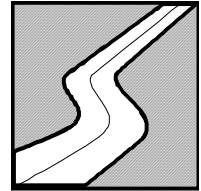
Baumaschinen	Bevorzugter Einsatz	schütten	planieren	<15 m ³	<100 m ³	>100 m ³	Bemerkungen, Einschränkungen
Klein-Bagger 3 - 7 t, 250 l 	<ul style="list-style-type: none"> Schüttungen im Schwenkbereich Nacharbeiten, enge Platzverhältnisse schlecht befahrbare Böden 	X	X	X			Schreitbagger«Menzi Muck» für unebenes und unwegsames Gelände
Raupenbagger 12 - 20 t, 800 l 	<ul style="list-style-type: none"> schlecht befahrbare Böden Schüttungen im Schwenkbereich (Einschnitt, Auffüllung) 	X	X		X	X	Pneubagger für guten Baugrund, Moorraupen für nasse und wenig tragfähige Böden, mit Greifer und Abbauhammer ausrüstbar
Raupenlader 15 t, 1,5 m ³ 	<ul style="list-style-type: none"> grosse Schüttungen auf Linien- und Flächenbaustellen Planie- und Humusarbeiten Schichteinbau, Dammschüttungen Transportdistanzen bis 40 m 	X	X		X	X	wetterabhängig bei schlechtem Baugrund, Moorraupen für nasse und wenig tragfähige Böden
Pneu-lader 12 t, 2 m ³ 	<ul style="list-style-type: none"> grosse Schüttungen auf Linien- und Flächenbaustellen Schichteinbau, Dammschüttungen Transportdistanzen bis 120 m 	X	X		X	X	nur bei gut befahrbaren Böden, nur trockenes Schüttmaterial einbaubar, kein grobblockiges Schüttmaterial planierbar «PLS»
Bulldozer 20 t 	<ul style="list-style-type: none"> flächige, seitliche Schüttungen Planiearbeiten auf Unter- und Oberbau Schichteinbau, Dammschüttungen Humusarbeiten 	X	X			X	wetterabhängig bei schlechtem Baugrund und nassem Schüttmaterial
Grader 12 - 16 t 	<ul style="list-style-type: none"> Schichteinbau bei Linienbaustellen Planie, Feinplanie Unterhalt 	X	X			X	für Lawinenräumungen mit Fräse ausrüstbar, mit Raupen oder Pneus

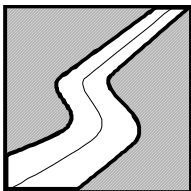
Tabelle 3.19
Geräteeinsatz für Schütt- und Planiearbeiten



Schütttechnik, Geräte	Schüttmaterial								
	Kies/Sand			Silt/Ton			grobe Blöcke		
Vernünftiger Einsatz	<15 m ³	<100 m ³	>100 m ³	<15 m ³	<100 m ³	>100 m ³	<15 m ³	<100 m ³	>100 m ³
Klein-Bagger	+	+	o	+	+	o	-	-	-
Raupenbagger	o	+	+	o	+	o	+	+	o
Raupenlader	-	o	+	-	o	+	-	+	+
Pneulader	-	+	+	-	o	o	-	-	-
Bulldozer	-	o	+	-	o	+	-	o	+
Grader	-	o	+	-	-	-	-	-	-
Leistung [m³/h]									
Klein-Bagger	5 - 10			5 - 10			nicht geeignet		
Raupenbagger	10 - 25			10 - 25			10 - 30		
Raupenlader	30 - 50			60 - 100			60 - 120		
Pneulader	30 - 50			60 - 100			nicht geeignet		
Bulldozer	40 - 80			60 - 100			60 - 120		
Grader	30 - 50			nicht geeignet			nicht möglich		

+ gut
o befriedigend
- schlecht

Tabelle 3.20
Schütttechnik und Verdichtungsarbeiten



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

b. Verdichten

¹Schichtstärken sind material- und geräteabhängig. Ideale Schichtstärken und die erforderlichen Verdichtungsgeräte sind aus folgender Tabelle zu entnehmen:

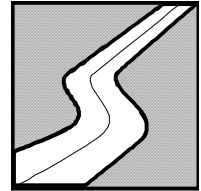
Schüttmaterial	Leichte Walzen 2 - 4 t	Schütt- höhe [cm]	Walz- gänge	Schwere Walzen 8 - 12 t	Schütt- höhe [cm]	Walz- gänge
Sand und Kies, nicht bindig	Tandemvibrationswalze	20 - 40	4 - 6	Glattwalze, Tandemvibrationswalze, Gummiradwalze	10 - 20 20 - 60 20 - 60 20 - 40	7 - 15 3 - 5 3 - 5 5 - 10
Moräne (Ton und Silt), bindig	Tandemvibrations- und Grabenwalze	20 - 40 20 - 30	4 - 6 4 - 8	Glattwalze, Gummiradwalze, Schaffuswalze	10 - 20 20 - 40 15 - 25	7 - 15 5 - 10 7 - 15
Felsausbruch, grobblockiges Material	nicht geeignet	--	--	Tandemvibrationswalze, Anhängervibrationswalze	40 - 100 40 - 100	3 - 5 3 - 5

Tabelle 3.21

Schichtstärken und Walzeneinsatz

²Für kleinere Reparaturarbeiten gelangt der Explosionsstamper (Gewicht 70 bis 150 kg) oder die Vibroplatte (Gewicht 200 bis 2500 kg) zum Einsatz.

³Der Aushub erfolgt bei begrenzten Platzverhältnissen oder schlechter Tragfähigkeit in kurzen Abschnitten (10 bis 20 m) mit dem Unter- und Oberbau. Bagger oder Raupenlader heben aus, laden auf und schütten rasch die ersten Schichten. Bei guten, einfachen Verhältnissen kann in grösseren Etappen und mit rationellem Mitteleinsatz gebaut werden. Bei grossen Aushubmengen erfolgt ein Grobaushub bis etwa 30 cm über dem Planum. Der Rest wird sorgfältig auf die erforderlichen Koten und Gefälle ausgehoben und planiert.

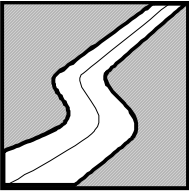


⁴Beim Strassenbau auf geböschten Dämmen wird das Vorgehen durch die Hanganschüttung geprägt:

- Abhumusieren, wo möglich seitlich deponieren;
- Abstecken und Erstellen des Böschungsfusses;
- schichtweiser, verdichteter Böschungsaufbau aus Materialabtrag von oben mit Bagger direkt oder mit Raupenlader terrassenweise mit verschiedenen Pistenstandorten sowie Erstellung der Entwässerung;
- Oberbauschüttung;
- Böschungssicherung und Entwässerung;
- Belagseinbau, Verschleisschicht;
- Dammausgleich, Humusieren.

⁵Regeln für den Walzeneinsatz:

- Wassergehalt des Schüttmaterials kontrollieren (ideale Wassergehalte: bindige Böden müssen knetbar und Schotter staubfrei sein);
- zu trockenes Material ist sperrig und lässt sich nur schwer verdichten. Zu nasses Material kann überhaupt nicht verdichtet werden;
- bei weichem Untergrund nur schonend und mit geringer Schichtstärke walzen, nicht vibrieren. Durch Vibrieren und bei zu vielen Walzgängen kann anstehendes Wasser hochgezogen werden;
- überlappend verdichten von aussen nach innen;
- Dammkante nie einwalzen (Zerstörung des Böschungsaufbaus und Absturzgefahr), Randwulst von 20 bis 30 cm belassen;
- Baustellenverkehr zusätzlich zur Trasseeverdichtung einsetzen; versetzte Spurführung, regelmässiger Trasseeausgleich;
- Verdichtungskontrolle vor der nächsten Schüttlage. Weiche Stellen sorgfältig nachbearbeiten, evtl Materialersatz;
- Schlamm und lose Deckschichten nicht einwalzen, sondern nach Niederschlägen und starker Befahrung entfernen.



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

34.3.3 Unterbau

Der Unterbau Gewähr leistet die Tragfähigkeit der Strasse, in der Regel auch während Nässe- und Auftauperioden. Durch Verdichtung, Stabilisation oder Bodenaustausch kann die Untergrundtragfähigkeit mit einfachen Mitteln verbessert werden. Die Oberbaudimensionierung richtet sich nach der Untergrundtragfähigkeit und den Strassenanforderungen.

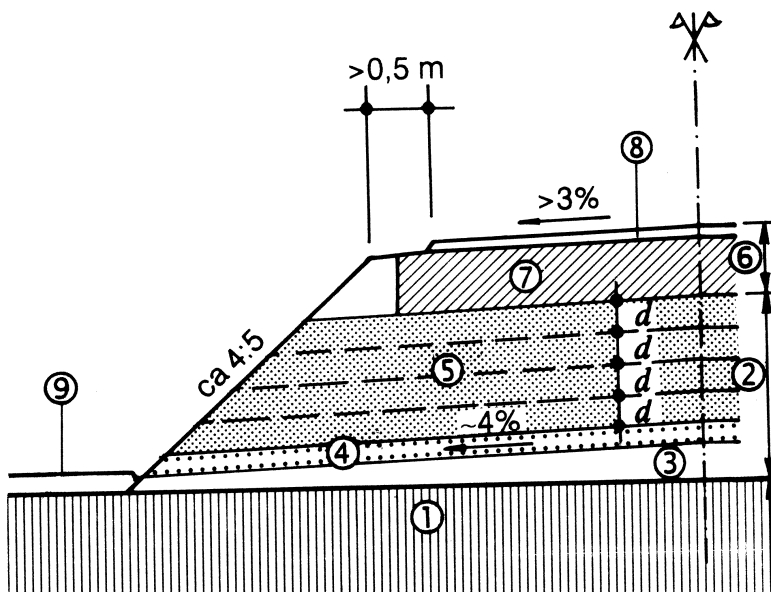
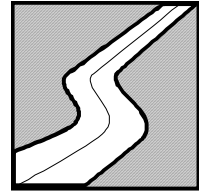


Bild 3.22

Schematischer Querschnitt mit Unter- und Oberbau

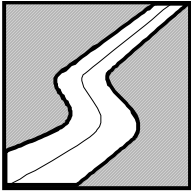
- | | |
|--|---|
| ① Untergrund (evtl verdichtet) | ⑤ Schüttung in Lagen
(30 cm, einzeln verdichtet) |
| ② Unterbau | ⑥ Oberbau |
| ③ Ausgleichsschicht verdichtet
(Schüttmaterial feinkörnig, Gefälle ~ 4 %) | ⑦ Fundations- und Tragschicht |
| ④ Entwässerungsschicht (25 cm) | ⑧ Verschleisschicht |
| | ⑨ Humus |



a. Bestimmung der Untergrundtragfähigkeit

Vorgehensschritte	Ziel und Massnahmen
1. Erstellen einer Baugrundbeurteilung (→ Kapitel 12)	Erkennen von: - Bodentyp - Wassergehalt - Grundwasserspiegel - Spezielles
2. Bestimmen der Untergrundtragfähigkeit	(→ Tabelle 3.23)
3. Abschätzen der Setzungsempfindlichkeit	Bestimmen der Mächtigkeit von weichen Schichten (Fachleute beiziehen)
4. Bei speziellen Bodenverhältnissen, wie: - zu trockener Baugrund - zu nasser Baugrund - zu weicher (feinkörniger) Baugrund	- kontrollierte Benetzung - entwässern, aufreissen, stabilisieren - Trennvlies, Schotterschichten, Trämel oder Tannäste einlegen

Tabelle 3.22
Bestimmung der Untergrundtragfähigkeit



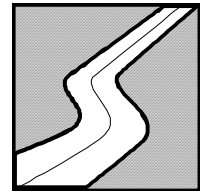
3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

Die Schichtstärke des Oberbaus (Fundations- und Tragschicht) wird in Abhängigkeit der Untergrundtragfähigkeit bemessen (→ Tabelle 3.24).

Untergrundtragfähigkeit	Bodentyp gemäss Kapitel 12, Tabelle 1.1	Bodentyp Beispiel	Spurtiefen
sehr gut	Typ 6 Typ 7	kompakter Fels, Pickel-, Ripperfels	LKW-Spur (Vorder- rad), keine Eindrücke
gut	Typ 1 Typ 2 Typ 4 (trocken)	Kies, Schotter Moräne Bachschutt	LKW-Spur (Vorderrad) < 5 cm
gering	Typ 1 Typ 2 Typ 3 Typ 4 (feucht)	weiche Moräne Schwemm- und Rutschmaterial	Bagger- oder Raupenspur < 5 cm
schlecht	Typ 3 (nass) Typ 4 (nass) Typ 5	Sumpf Lehm Torf, Moor (Setzungen)	Bagger oder Raupenspur > 5 cm

Tabelle 3.23
Beurteilung der Untergrundtragfähigkeit



b. Verbesserung der Untergrundtragfähigkeit

¹Die Untergrundtragfähigkeit soll in erster Linie durch Verdichtung verbessert werden. Ziel ist Planumtragfähigkeiten mit nur geringer Spurrinnenbildung durch Lastwagen. Die Verdichtung, in der Regel durch Walzen, muss im Bereich des optimalen Wassergehalts erfolgen. Bei Gefahr von Vernässung durch Niederschläge muss die abgewalzte Oberfläche mit mindestens 6 % Gefälle angeordnet werden.

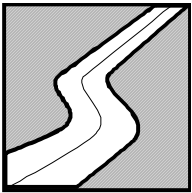
²Als Verdichtungsgeräte eignen sich Grabenwalzen, breite Baumaschinenpneus und bei gut verdichtbaren Böden auch Glattmantelwalzen. Bei Nässe können nur sehr durchlässige Böden verdichtet werden. Den anderen droht bei zu hohen Lasten oder zu vielen Walzgängen ein Strukturzusammenbruch des Bodengefüges.

³Das Planum darf nur ausnahmsweise und sorgfältig mit schweren Pneufahrzeugen befahren werden. Die Spurrinnenbildung kann durch versetztes Fahren und periodisches Abglätten der Pistenoberfläche bekämpft werden. Nach Vernässungen (Niederschläge, Taunässe) sinkt die Untergrundtragfähigkeit stark ab. Zerstörte Bodenschichten müssen ausgetauscht oder stabilisiert werden.

⁴Die Dammschüttung ist in Lagen von etwa 30 cm rasch einzubauen. Die oberste Lage ist als Planie im richtigen Gefälle abzuwalzen. Darauf wird die Fundations- und Tragschicht eingebaut.

⁵Zur Unterbauverbesserung und für Dammschüttungen müssen gut verdichtbare Schüttmaterialien eingesetzt werden. Feinkörnige und bindige Schüttungen benötigen Entwässerungsschichten.

⁶Strukturempfindliche, übernässte und organische Böden (Moor, Torf) müssen vor Überlast geschützt werden. Falls keine Bodenverbesserung möglich ist, kann die Strasse in schwimmender Bauweise erstellt werden.



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

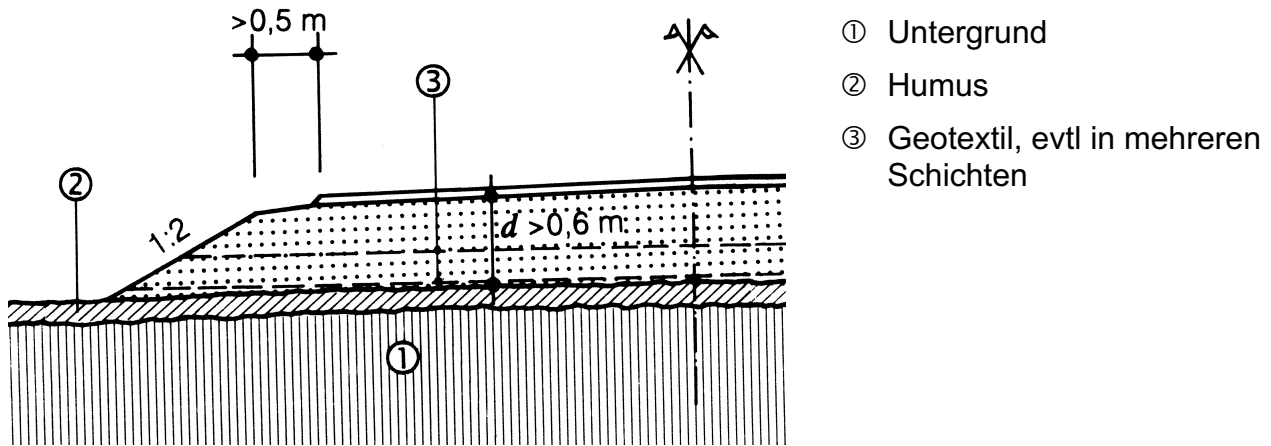


Bild 3.23

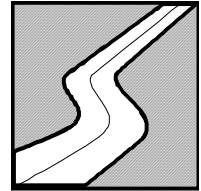
Schwimmende Bauweise in weichem Untergrund

⁷Bei schwimmender Bauweise wird die Fundationsschicht direkt auf ein auf dem gewachsenen Boden verlegtes Geotextil (Vlies) geschüttet (Grasnarbe belassen). Zur Verstärkung können mehrere Geotextillagen quer über die ganze Unterbaubreite angeordnet werden. Damit wird die Lastverteilung verbessert. Gebrochenes Schüttmaterial und schwere Baumaschinenbeanspruchung erfordern starke Vliese. Verdichtungen müssen sehr sorgfältig erfolgen (→ Kapitel 34.3.2). Ein Strukturzusammenbruch muss vermieden werden.

c. Vorgehen beim Schütten von Dämmen und Hanganschüttungen

Kleine Aufschüttungen bis 0,6 m Höhe sind rasch geschüttet und geben der Strasse einen gleichmässigen, tragfähigen Unterbau. Bei höheren Dammschüttungen muss Folgendes beachtet werden:

- höhere Dämme erfordern infolge des schichtweisen Einbaus längere Bauzeiten. Bei Schlechtwetter können nur gut durchlässige Materialien eingebaut werden;
- Dammschüttungen auf weichen Böden erfordern genauere Abklärungen von Bodeneigenschaften, Wasserverhältnissen und Schichttiefen (→ Tabelle 3.23). Stark setzungsgefährdete Baugründe müssen evtl ausgetauscht werden. Mit quer über die ganze Breite reichenden Geotextilien (Reisskraft 30 bis 50 kN/m) kann der Dammfuss zugbewehrt und die Grundbruchgefahr vermindert werden. Für höhere Dämme sind evtl mehrere Bewehrungslagen auf grobkörnigen Zwischenschichten anzuordnen;



- auf undurchlässigem Untergrund muss im Dammfuss eine nach aussen führende Entwässerungsschicht (mindestens 4 % Gefälle) geschüttet werden, um Wasseraufstau und Eislinsenbildung zu vermindern;
- bei heterogenen Dammschüttungen sollten grobblockige Schüttmaterialien mit feinkörnigen bzw bindige Materialien abwechselnd mit durchlässigen eingebaut werden. Im oberen Teil der Schüttung sind bessere Materialien einzusetzen;
- Dämme müssen um das Setzungsmass (im Bereich mehrerer cm) erhöht werden;
- Dammschüttungen sind um 0,5 bis 1 m breiter zu schütten, da die Randbereiche nur ungenügend verdichtet werden können. Die Überbreite wird nachträglich abgetragen und zum Beispiel zur Umgebungsanpassung verteilt. Das verbleibende Bankett muss mindestens 50 cm breit sein.

- ① Hanganschüttung in Schichten
- ② treppenartiger Anschluss an das bestehende Terrain
- ③ Dränage
- ④ Überhöhung
- ⑤ Geotextil

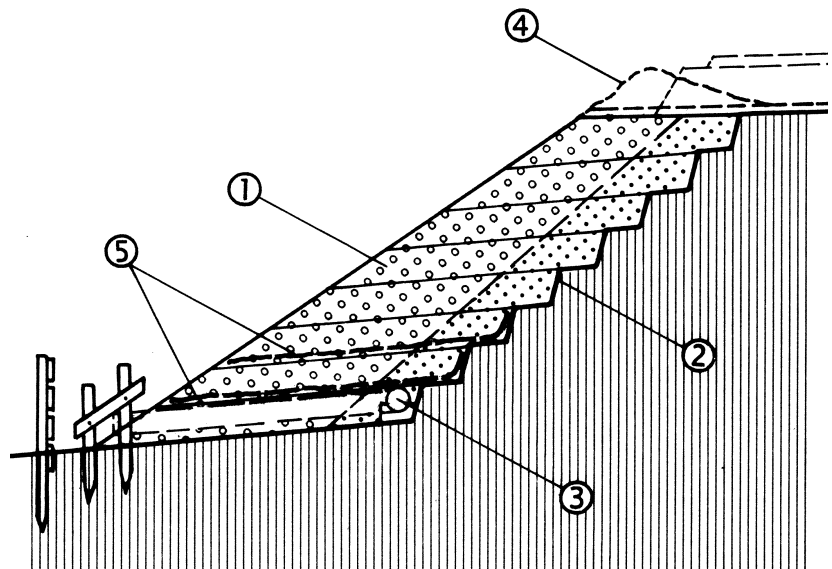
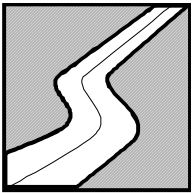


Bild 3.24
Hanganschüttung



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

34.3.4 Oberbau

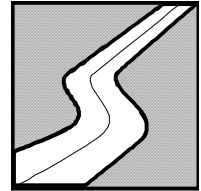
¹Als Oberbau werden Fundations-, Trag- und Verschleisschicht bezeichnet. Die Materialien müssen gut verdichtbar und frostsicher sein (zum Beispiel Kiessand I, Schotter, Kalkmergel, Kiessand II). Recyclingmaterialien sind nach Prüfung unterhalb dem Frostgefährdungsbereich einsetzbar. Bei starken Fundationsschichten können die unteren Schichtlagen mit geringerer Materialqualität geschüttet werden.

²Nach den fertig erstellten Schütтарbeiten muss die Planie die erforderliche Tragfähigkeit aufweisen.

Untergrundtragfähigkeit	Strasstypen					
	A		B		C	
	Kiessand	Vlies (Geotextil)	Kiessand	Vlies (Geotextil)	Kiessand	Vlies (Geotextil)
sehr gut	10 cm	--	15 cm	--	20 cm	--
gut	20 cm	bei Nässe	30 cm	bei Nässe	40 cm	bei Nässe
gering	40 cm	R = 12 kN/m G = 180 g/m ²	50 cm	R = 12 kN/m G = 180 g/m ²	60 cm	R = 12 kN/m G = 180 g/m ²
schlecht	>50 cm	R > = 15 kN/m G > = 200 g/m ²	>60 cm	R > = 18 kN/m G > = 300 g/m ²	>70 cm	R > = 20 kN/m G > = 350 g/m ²
geforderte Tragfähigkeit der Planie gemessen an der Einsinktiefе des LKW-Vorderrades	< 3 cm		< 3 cm		< 2 cm	

R: Reissfestigkeit
G: Gewicht

Tabelle 3.24
Schichtstärken der Fundations- und Tragschicht



³Feinkörnige und gering tragfähige Böden müssen mit Geotextilien abgetrennt werden. Geotextilien erhöhen die Schichttragfähigkeiten und bilden eine Sicherheit gegen Strukturzusammenbruch bei übermässiger Belastung. Sie werden nach ihren Filter- und Bewehrungsaufgaben bemessen. Die Planie muss sorgfältig verdichtet und im vorgegebenen Gefälle erstellt werden. Die Planiegenauigkeit muss +/- 2 cm betragen.

⁴Bei starkem Verkehr sind die Tragschichten bis 30 % stärker auszubilden.

⁵Für behelfsmässige Verkehrswege eignet sich als Verschleisschicht:

- bindiges Planiekies;
- Asphaltgranulat (Fräsgut);
- verstärkte Bitumen-Splittlage;
- gebundene Deckschichten.

⁶Beim Weiterausbau kann der Oberbau mit einer Tragschicht ergänzt werden. Vor dem Einbau wird mit einer Ausgleichsschicht (etwa 5 cm Kiessand 0/20 mm) die Feinplanie aufgebracht. Der Bau von Bitumen- oder Zementtragschichten übersteigt in der Regel die Möglichkeiten der Truppe. Dies ist im Reglement praktischer Strassenbau (→ Reglement 57.151 d) detailliert dargestellt.

a. Bindiges Planiekies

Bindiges Planiekies (Feinschotter 0/20 mm oder Strassenkies 0/16 mm) wird in der Stärke von mindestens 6 cm erdfeucht eingebracht und gut gewalzt.

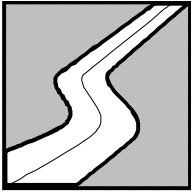
b. Asphaltgranulat

Einbau von geschreddertem Recycling-Belag (Fräsgut) in der Stärke von etwa 5 cm. Durch gutes Einwalzen verkleben die bituminösen Granulatkörner zu einem festen Belag.

c. Verstärkte Bitumen-Splittlage

¹Durch den Einbau von Splitt auf einer Vlieslage besteht die Möglichkeit der Staubfreimachung. Die Materialstärke muss mindestens 8 cm betragen.

²Als Vorspritzbindemittel eignen sich Polymer-Bitumenemulsionen 60 bis 70 % oder Polymer-Heissbitumen, eingesetzt bei der erforderlichen Temperatur.



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

d. Gebundene Deckschichten

Mit Zement oder Kalk gebundene Deckschichten verhindern das Eindringen von Wasser in den Strassenkörper. Sie vermindern die Staubbildung und weisen dank verbesserter Ebenheit einen höheren Fahrkomfort auf.

34.3.5 Entwässerung

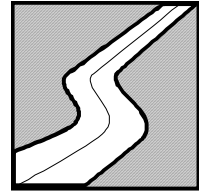
¹Unbegrünte Böschungen im Lockergestein neigen stark zur Erosion. Infiltrierendes Wasser weicht den Boden auf und begünstigt Rutschungen. Böschungen müssen gegen Erosion geschützt, entwässert und rasch begrünt werden. Höhere Hangbereiche müssen ebenfalls kontrolliert entwässert werden; insbesondere instabile Deckschichten. Dazu sind Dränagensysteme mit Rinnen, Abtreppungen und Sammelleitungen vorzusehen. Hohe offene Böschungen und Hangwasseraustritte werden vorzugsweise mit Y-Dränagen, Sickerschlitzen und -leitungen gefasst. Y-Dränagen sind Y-förmige, schaufelbreite Sickergräben mit Sickermaterial gefüllt (→ Teil 1, Kapitel 14). Bei starken Hangwasseraustritten müssen Sickerleitungen eingebaut werden. Sickerkörper und -leitungen müssen konsequent mit Trennvliesen vor Feinmaterialeinschwemmung geschützt werden. Zur Fassung breiter Austritte eignen sich Sickerteppiche.

²Die Entwässerung kann grob in Oberflächenentwässerung und Dränagen unterteilt werden. Für Bachdurchlässe siehe in Kapitel 34.2.7.

a. Oberflächenentwässerung

¹Das Oberflächenwasser wird durch Gräben, Schalen, Rinnen usw in die Kanalisation oder in den Vorfluter (Bach) geleitet. Die Querentwässerung der Strasse erfolgt durch das Quergefälle der Strasse. Bei steileren Strassenstücken werden zusätzlich Querrinnen (Abstand etwa 20 bis 50 m) angeordnet.

²Quergefällsübergänge sind wegen der Gefahr von Wasserlachen sorgfältig auszuführen.



- ① aus Beton
- ② aus Stahl
- ③ aus Kanthölzern
- ④ Fixierung mit Bundhaken

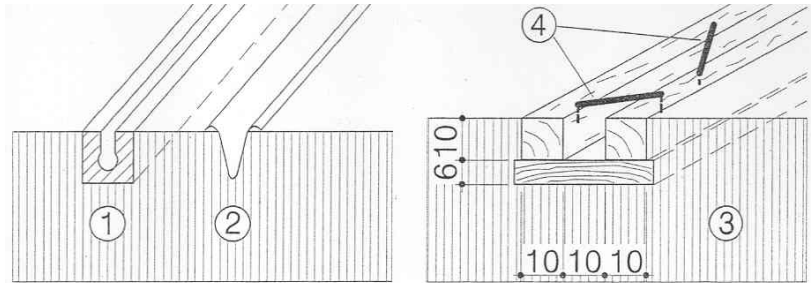


Bild 3.25
Querrinnen

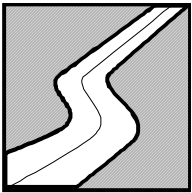
Längsentwässerung	
<p>offene Rinne</p> <ul style="list-style-type: none"> + einfache Ausführung + mit/ohne Sohlenbefestigung - Unterhaltsbedarf - Stau- und Überflutungsgefahr - Gefahr von Erosionsschäden 	
<p>Sickerleitung</p> <ul style="list-style-type: none"> + geringer Unterhalt + Schlickvermögen + Trasse befahrbar - Spezialwerkzeug für Leitungsreinigung nötig 	

+ Vorteile/- Nachteile

Tabelle 3.25

Offene Rinnen und Sickerleitungen für die Längsentwässerung

- ① Steinauskleidung
- ② Pfähle zur Sohlenbefestigung
- ③ Sickerrohr > 20 cm
- ④ Schotter, Sickerkies



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

³Die Längsentwässerung wird oft mit der Dränage kombiniert. In der Regel werden offene (Längs-) Rinnen oder Sickerleitungen verwendet.

⁴Für die Entlastung der offenen Rinnen sind Querrinnen oder auch Querschläge erforderlich.

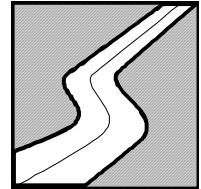
Querentwässerung	
<ul style="list-style-type: none"> - bündig in der Strassenlinie - massive Ausführung, verankert - Entwässerungsgefälle mindestens 5 % - Auslaufsicherung als Steinschüttung - evtl Stahl- oder Betonrinnen 	

Tabelle 3.26
Querrinnen für die Querentwässerung

⁵Für die Entlastung der Längsrinnen, Sickerleitungen oder auch Dränagen sind Querschläge mit Rohren nötig (→ Kapitel 34.2.7).

Bauteil		Bemerkungen
Leitungsdurchmesser	> 20 cm	sämtliche Leitungen spülbar
Leitungsführung		keine Absätze oder enge Radien
Schachtdurchmesser	80 cm	
Kontrollschachtabstand	< 100 cm	ein Schacht pro Leitungsabschnitt
Graben	> 1,5 %	Längsgefälle
Sickerleitung	> 2,0 %	Längsgefälle

Tabelle 3.27
Mindestanforderungen für Querschläge

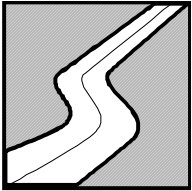


b. Dränage

Berghangentwässerung	
<ul style="list-style-type: none"> - Hangdränage oberhalb der Strassenböschung - Sammler oder Rinne zur Strassenentwässerung - evtl Querschläge unter der Strasse 	
Y-Entwässerung	
<ul style="list-style-type: none"> - zur Fassung lokaler Wasseraustritte und Hangentwässerung - Äste bis unterhalb Hangmitte oder bei Wasseraustritten anordnen 	
Sickerteppich	
<ul style="list-style-type: none"> - bei breiten Wasseraustritten grossflächig entwässern - Sickermaterial (2): Kies, Schotter - in Trennbereich zu Feinkornböden Geotextil (3) einlegen - Humusierung (1) 	

Tabelle 3.28

Böschungsentwässerung



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

Die Aufgabe der Dränage besteht im Fernhalten des Boden- und Sickerwassers vom Strassenkörper und der Böschung. Als Hangentwässerungs-Massnahmen sind Sickerleitungen, -gräben, -schlitze und -schichten möglich.

34.3.6 Stützbauwerke

a. Geologische Verhältnisse

¹Bei Hangsicherungsmassnahmen müssen zuerst die Untergrundverhältnisse von Fachleuten genau abgeklärt werden. Hangeingriffe können die Wasser- und Belastungsverhältnisse derart verändern, dass unter Sekundäreinwirkungen (zum Beispiel Niederschläge, Erosion, Frost) die Hangstabilität sinkt und es zu Rutschungen kommen kann. Es gilt die äussere und innere Hangstabilität zu beachten. Mit militärischen Mitteln können nur innerlich stabile Böschungen gesichert werden.

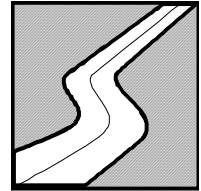
²Im Katastrophenfall sollten deshalb nur kleinere Böschungsanschnitte und Stützmassnahmen von der Truppe ausgeführt werden. Alle anderen Massnahmen benötigen weitergehende Untersuchungen. Diese sind mit aufwändigen Lösungen verbunden, welche oftmals einen grossen Zeitaufwand und Spezialgeräte erfordern.

³Gängige Stützbauwerke für behelfsmässige Strassen sind in Tabelle 3.29 dargestellt. Die geeignete Bauart soll nach den Beschaffungsmöglichkeiten und Kenntnissen der Ausführenden gewählt werden. Die meisten Systeme sind mit einfachen Mitteln zu erstellen und können in der Konstruktionsart angepasst werden.

Bauwerk	Bauzeit	Schwierigkeit	Spezialgerät	Stützwirkung	Einsatzgebiet
Holzkasten	kurz	klein	--	mittel	Waldgebiete
Steinkörbe	mittel	klein	--	mittel	Strassenbau
Blockmauern	mittel	mittel	Steingreifer	klein	niedere Böschung

Tabelle 3.29

Übersicht Stützbauwerke



b. Holzkasten

Mit Vorteil wird der Holzkasten hangseitig mit Trennvliesen eingepackt (→ Teil 4, Kapitel 42.4.5).

c. Steinkörbe

¹Für den langfristigen Bestand der Bauwerke aus Steinkörben (Drahtschotterkörbe mit Steinen gefüllt) ist ein sorgfältiger Aufbau unter Aufsicht wichtig. Steinkörbe gelangen vor allem dort zum Einsatz, wo kein anderes Material verfügbar ist (Hochlagen, entwaldete, unzugängliche Erosionsrinnen). Vor allem für definitive Bauwerke sind verdillte Körbe den geschweissten vorzuziehen. Beim Zusammenbau sind kräftige Drähte zu verwenden (auch mit Kunststoffumhüllung erhältlich). Wenn immer möglich sollte ein Fachmann beigezogen werden (zum Beispiel Materiallieferant).

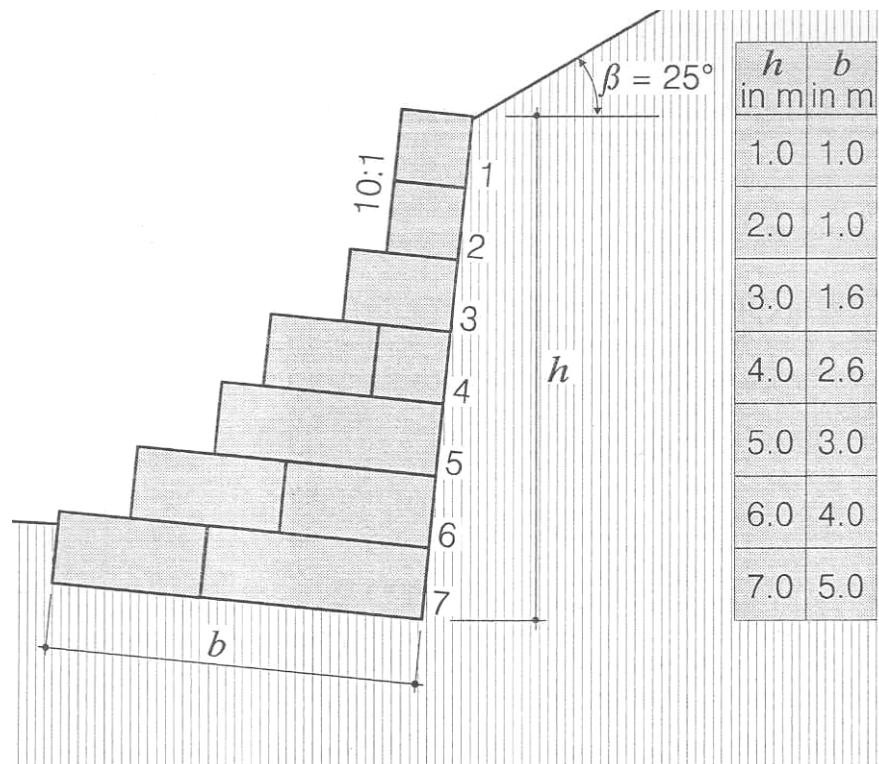
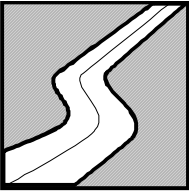


Bild 3.26
Bemessungsschema anhand der Mauerhöhe



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

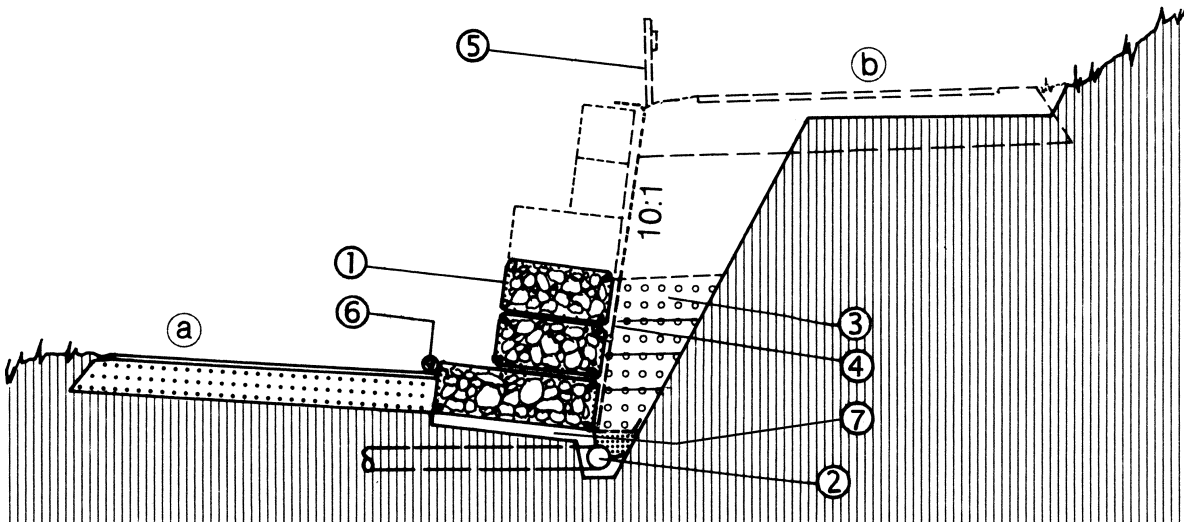


Bild 3.27

Konstruktionsdetail: Strasse unterhalb bzw oberhalb des Stützbauwerkes

- ① Steinkörbe
- ② Sickerleitung mit Sickerpackung umhüllt
- ③ verdichtete Hinterfüllung (in Schichten eingebracht)
- ④ Geotextil (Vlies)
- ⑤ evtl Geländer
- ⑥ evtl Radabweiser aus Rundholz 10 bis 15 cm
- ⑦ Magerbetonplatte

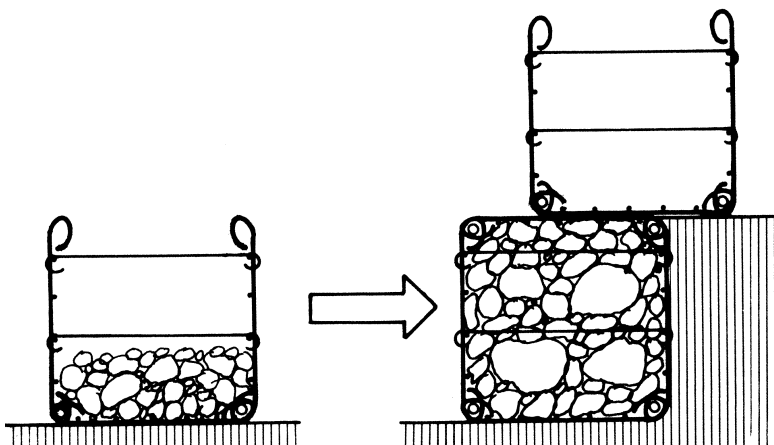
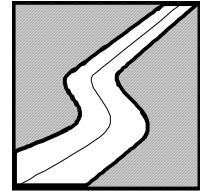


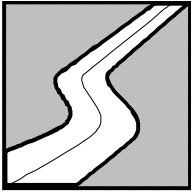
Bild 3.28

Steinkörbe (Detail)



Konstruktion	Hinweis
Fundation	-bei höheren Mauern und bei ungenügender Bodenqualität ist nach Möglichkeit eine Magerbetonplatte zu erstellen
Frosttiefe	-infolge innerer Flexibilität der Steinkörbe muss die Mauer nicht frostsicher eingebunden werden -die Einbindtiefe sollte jedoch mindestens 50 cm betragen
Entwässerung	-das Sammeln und Ableiten von Hangwasser hinter der Mauer ist durch eine Sohlenentwässerung zu Gewähr leisten Ausnahme: bei kleinen Mauern auf gut tragfähigem und wasserdurchlässigem Untergrund (Kiessand, Schotter) -Sickerpackungen vor der Mauer sind nicht notwendig
Hinterfüllung	-die Steinkörbe werden hangseitig mit Vlies, zur Verhinderung von Feinmaterialeinschwemmung, abgedeckt -die Hinterfüllung muss lagenweise mit dem Maueraufbau und guter Verdichtung erfolgen
Korbverbindung	-die Körbe werden in der Lage wie in der Höhe mit Verbindungsteilen untereinander verbunden
Korbfüllung	-das Einfüllen der Steine erfolgt von Hand in schichtweisem Aufbau
Stabilität	-Distanzhalter geben zusätzliche Stabilität und verhindern ein Ausbauchen der Körbe -versetzte Anordnung der Körbe erhöht die Stabilität der ganzen Mauer

Tabelle 3.30
Konstruktionshinweise



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

²Der totale Arbeitsaufwand umfasst die Korbmontage, das Erstellen der Verbindungen, das Montieren der Distanzhalter sowie das Einfüllen und Verschliessen der Steinkörbe.

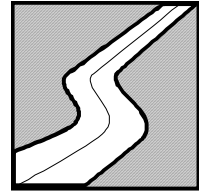
³Die Tabelle 3.31 zeigt die geeigneten Füllmaterialien und Einbauleistungen ohne Transport-, Aushub- und Hinterfüllungsarbeiten.

Füllmaterial		Einfüllzeit [Std/m ³]	Totaler Arbeitsaufwand [Std/m ³]
Plattige Steine	80/400 mm	1,0 - 1,5	1,2 - 1,9
Sprengfels	120/500 mm	1,3 - 2,5	2,0 - 3,0
Bruchsteine	120/200 mm	1,2 - 1,6	1,4 - 2,0
Bollensteine	120/300 mm	1,7 - 2,3	1,9 - 2,6

Tabelle 3.31
Füllmaterialien und Arbeitsaufwand

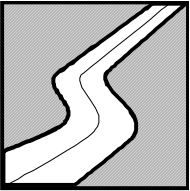
d. Blockmauern

Grosses Geröll und Bergsturzmaterial kann zu einer Blocksatzmauer eingesetzt werden. Die Blöcke werden mit Greiferbagger oder Steinketten satt aufeinander geschichtet und dem Gelände optimal angepasst. Bei ausbetonierten Fugen sind grössere Höhen möglich, jedoch ist eine Entwässerung erforderlich.



Konstruktion	Hinweis
Aushub	-schlitzweiser Voraushub
Steine	-verwitterungsfeste Blöcke, evtl minimal bearbeitet
Einbindtiefe	-0,5 - 1,0 m
Blockbedarf	-1,2 - 1,5 t/m ²
Steingrösse	-0,3 - 0,5 m ³
Maueranzug	-3 : 1, maximal 5 : 1
Höhen	-H < 2,5 m: offene Fugen ohne Fugenversatz -H > 2,5 m: Fugen zubetonieren mit Fugenversatz, evtl geschalt
Fundament	-nötig bei wenig tragfähigem oder wasserundurchlässigem Baugrund -Magerbetonsohle oder Betonfundament mit Sickerleitung erstellen
Hinterfüllung	-sorgfältig mit wasserdurchlässigem Material, in Schichten zwischen 30 bis 50 cm verdichten, je nach Material und Verdichtungsgerät
Versetzeleistung	-2 - 4 m ² /h

Tabelle 3.32
Konstruktionshinweise für Blockmauern



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

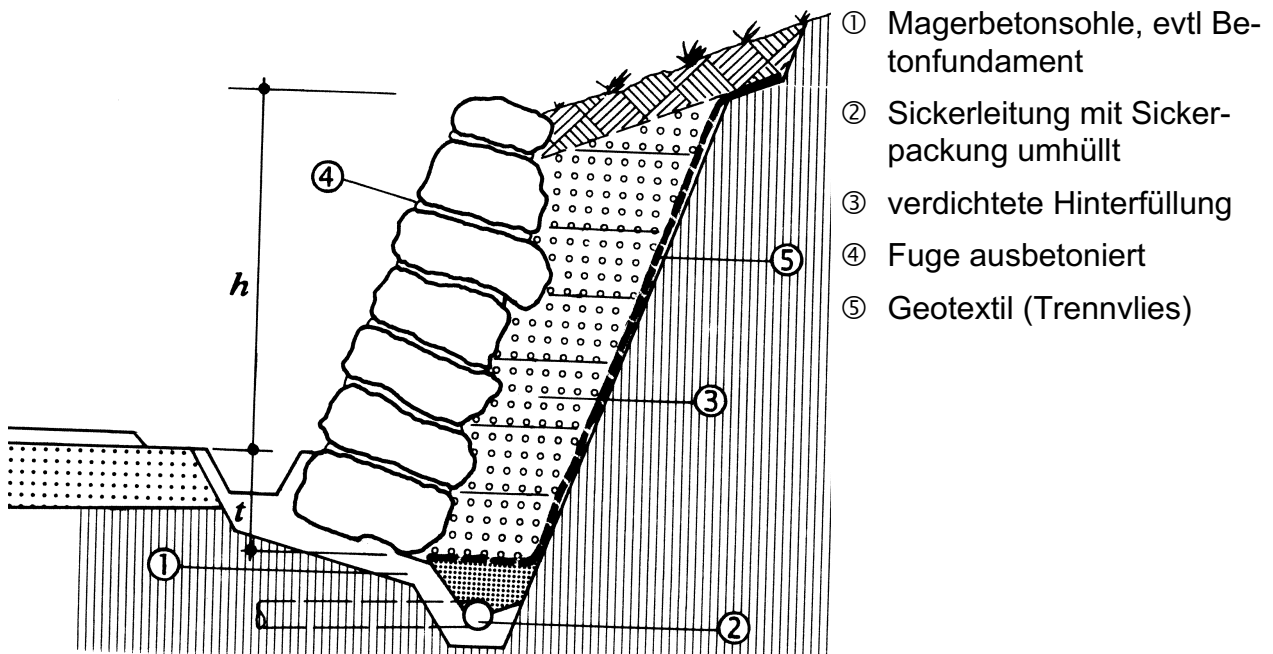
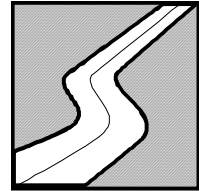


Bild 3.29
Blockmauer

34.3.7 Hangsicherungen

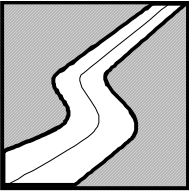
¹Die meisten Schäden entstehen durch Wassereinwirkung (→ Kapitel 34.3.5). Die Befestigungsmassnahmen beinhalten deshalb nicht nur Erosionssicherungen sondern auch Entwässerungsvorkehrungen. Je nach Untergrund und Wassermengen muss individuell entschieden werden, welche Massnahmen ergriffen werden.



²Möglichkeiten für Hangsicherungen:

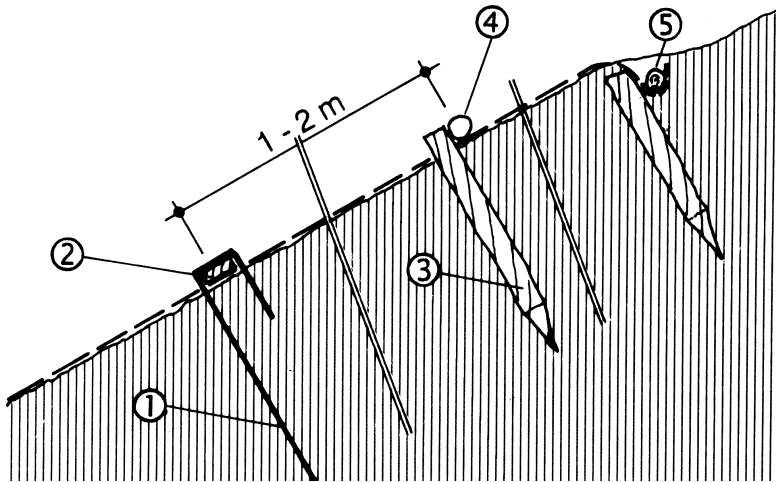
Massnahmen	Einsatz	Konstruktion/Material
Vliesmatten	-schützen vor Ausschwemmung -verhindern Erosion	-werden auf Böschung genagelt
Drahtgeflecht	-nur Erosionsschutz -für unterschiedliche Steillagen -bei standfesten Böschungen	-oberes Ende einbinden -Drahtgeflecht, Stärke < 2 mm (→ Bild 3.30)
Spritzbeton	-verhindert Steinschlag -schützt vor Erosion des rolligen Materials	-Drahtnetze auf Böschung nageln -Entwässerung beachten
Hangrost	-steile Böschungen -unstabile Deckschicht -Wasseraustritte	-gut fundieren und loses Material entfernen -Zangen zur Deckschicht-sicherung -kombinierbar mit Vlies, Netz sowie Holzkasten (→ Kapitel 42.4.5) (→ Bild 3.31)
Holzschwarten	-Erosionsschutz -kontrollierte Hangentwässerung -Fixierung der Deckschicht	-nach Humusierung -mittlere Neigung anordnen
Drahtschotterkörbe	-Hangsicherung	-(→ Kapitel 34.3.6)
Steinschlagnetze	-gegen Steinschlaggefährdung -längerfristige Sicherheitsmassnahme	-erforderliche Fachleute beiziehen

Tabelle 3.33
Hangsicherungsmassnahmen



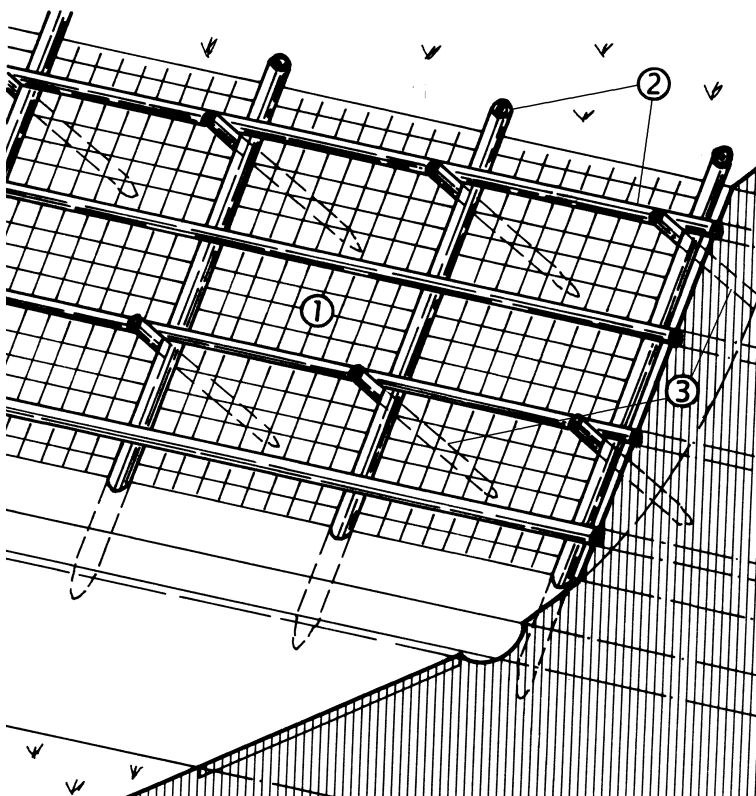
3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege



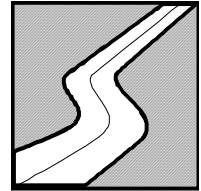
- ① Armierungseisen > 14 mm
- ② Brett (Dachlatte)
- ③ Holzpfahl > 8 cm, Länge > 1 m
- ④ Querholz
- ⑤ obere Fixierung des Drahtgeflechtes

Bild 3.30
Drahtgeflecht



- ① Armierungsnetz oder Geotextil
- ② Rostfixierung mit Pfählen und Querhölzern
- ③ Holzpfähle Länge > 1 m zur Verhinderung der Ausbildung einer Gleitschicht

Bild 3.31
Hangroste



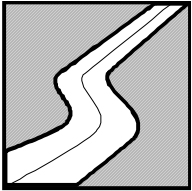
Holzschwarten	
<ul style="list-style-type: none">- Holzschwarten bestehen normalerweise aus Brettern; als Variante können auch Rundhölzer oder Geflechte aus Weiden verwendet werden- Pflöcke (1) im Abstand von 1 m	

Tabelle 3.34
Holzschwarten

34.3.8 Brückenreparaturen

¹Brückenschäden müssen sorgfältig analysiert und die vorhandene Tragfähigkeit abgeschätzt werden. Wesentlich ist, ob und wie stark die Tragkonstruktion beeinträchtigt ist und ob sich die Schäden infolge Weiterbetrieb verschlimmern. Für die Instandstellung sind aber unbedingt Fachleute beizuziehen.

²Mit behelfsmässigen Überbauten und Geniemitteln können hingegen lokale Schäden in der Fahrbahnplatte durch die Truppe selbst behoben werden. Die Verwendung von Geniebrücken ist in den einschlägigen Reglementen dargestellt (→ Kapitel 34.2.7).



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

34 Verkehrswege

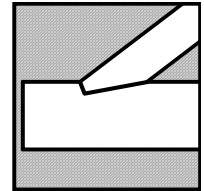
34.3.9 Verkehrslenkung

Die Verkehrslenkung, die Koordination und die Kommunikation stellen oft hohe Ansprüche an die Verantwortlichen. Mögliche Einflüsse auf die Verkehrslenkung sind:

Einflüsse	Massnahmen
<ul style="list-style-type: none">- Verkehrsfrequenz- Ausbaustandard- Miteinbezug von Gefahrenzonen- Bauarbeiten- Witterung- Schaulustige- Nachschub- Verkehrsverbindungen	<ul style="list-style-type: none">- Höchstgeschwindigkeitsbeschränkungen- Signalisation bei Gegenverkehr:<ul style="list-style-type: none">• Ampeln• genügend Ausweichstellen• Drehkellen• Funkverbindung- Überwachung der Gefahrenzonen- Beleuchtungsanlagen (Scheinwerfer, Baustellenbeleuchtung)

Tabelle 3.35

Einflüsse auf Verkehrslenkung und Massnahmen



35 Holzbau

35.1 Holz

Lieferbares Konstruktionsholz vergleiche Bestell-Listen (Genie- und Baumaterial) und ortsansässige Sägereien. Kantholz ist in der Regel in Längen bis 5 m erhältlich. Grössere Längen sind in Ausnahmefällen erhältlich (bis 10 m, frühzeitige Abklärung erforderlich).

35.1.1 Holzarten

Normalerweise werden die Nadelhölzer Fichte (Rottanne) und Tanne (Weisstanne) als Konstruktionsholz verwendet. Sie lassen sich leicht bearbeiten und weisen gute Festigkeitswerte auf. Die Laubhölzer Eiche und Buche (Harthölzer) werden zusätzlich bei einigen Anschlüssen in Form von Sattelhölzern, Dübeln und Keilen eingesetzt.

35.1.2 Holzeigenschaften

Wegen seines Aufbaus hat das Holz in Längsrichtung (|| zur Faser) und in radialer bzw tangentialer Richtung (\perp zur Faser) unterschiedliche Eigenschaftswerte.

a. Festigkeitseigenschaften

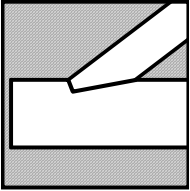
¹Die Festigkeitswerte einer Holzart sind stark von der Beanspruchungsart und der Beanspruchungsrichtung abhängig.

²Die Grundwerte der zulässigen Spannungen für normales Bauholz sind in der Norm SIA 164 (81/92) Holzbau festgelegt.

Beanspruchungsart		Fichte Tanne [N/mm ²]	Eiche Buche [N/mm ²]	Zu beachten bei
Biegung	σ_b	10,0		Balken, Sparren, Pfetten
Querdruck	$\sigma_{d\perp}$	ohne Vorholz	3,5	Pfofen-Pfette bzw Schwelle Balkenaufleger
		mit Vorholz	2,0	
Abscheren	τ_a	0,6	1,0	Versatz
Schub	τ	1,0	1,3	Balkenlage, Pfetten

Tabelle 3.36

Grundwerte der zulässigen Spannungen für normales Bauholz



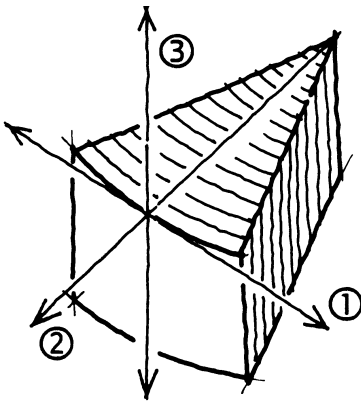
3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

35 Holzbau

b. Holzfeuchte, Schwinden und Quellen

¹Die Holzfeuchte w wird als Wassergehalt des Holzes in % des Darrgewichtes (wasserfreies Holz) angegeben.

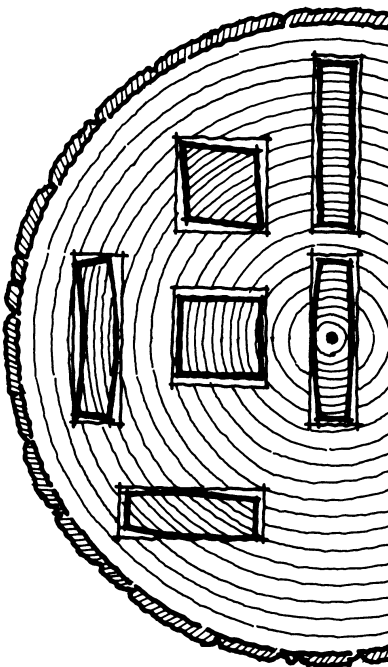
²Die Holzfeuchte eines Bauteils passt sich dem Klima seiner Umgebung an (Ausgleichsfeuchte).



³Verändert sich die Holzfeuchte im Bereich von $w < 30\%$, so schwindet bzw. quillt das Holz.

- ① tangential
- ② radial
- ③ längs

Bild 3.32
Bezeichnungen Aufbau

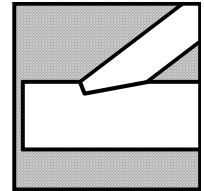


⁴Die Schwind- und Quellmasse sind in den drei Hauptrichtungen verschieden (\rightarrow Bild 3.34). Die Verhältnisse sind etwa:

$$\begin{array}{l} \text{tangential} : \text{radial} : \text{längs} \\ 2 \qquad \qquad 1 \qquad \qquad 1/20 \end{array}$$

⁵Diese unterschiedlichen Schwind- und Quellmasse führen zu ungleichmässigen Formänderungen, Verdrehungen und Rissen.

Bild 3.33
Schwinden des Holzes



Um Schäden durch das Schwinden und Quellen des Holzes zu vermeiden, sind folgende Regeln zu beachten:

- das Holz ist vor dem Einbau auf eine Holzfeuchte zu trocknen, die der mittleren Ausgleichsfeuchte am Einbauort entspricht (→ Bild 3.34).
- bei Bretterböden und Verkleidungen sind zwischen den einzelnen Brettern genügend grosse Fugen zu lassen.

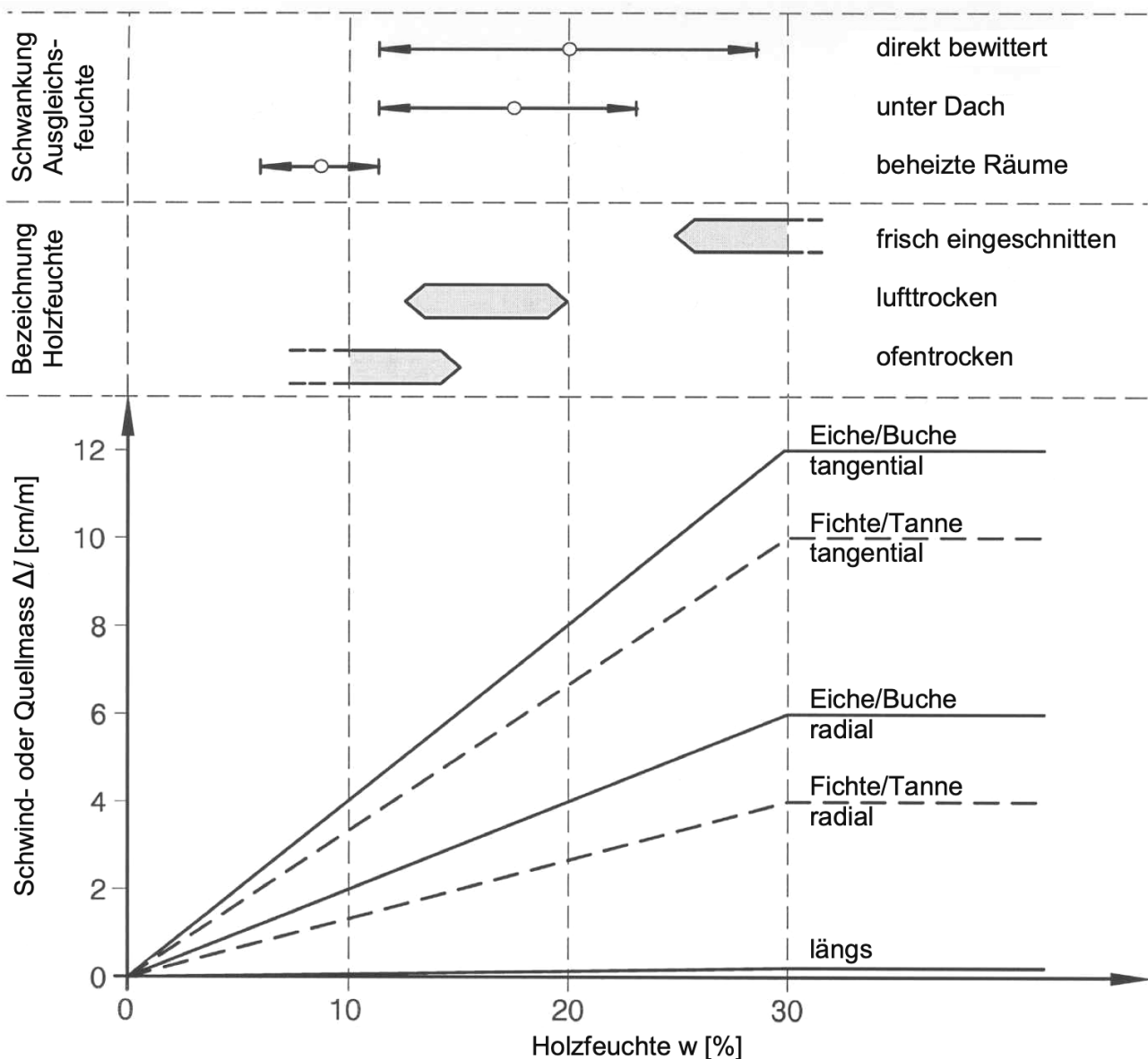
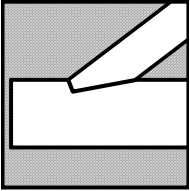


Bild 3.34

Schwankungsbereich der Ausgleichsfeuchte, Bezeichnungen der Holzfeuchte sowie Schwind- und Quellmasse des Holzes



3

Behelfsmässige Infrastrukturbauten

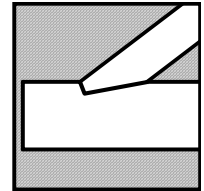
35

Holzbau

Beispiel:

Schwinden und Quellen eines Bretterbodens aus Fichte/Tanne durch die jahreszeitliche Schwankung der Ausgleichsfeuchte.

- Lage des Bretterbodens: offene, überdachte Konstruktion (unter Dach);
- Ausgleichsfeuchte: etwa 17 ± 5 % (jahreszeitlicher Schwankungsbereich);
- Holzfeuchte beim Einbau: etwa 17 % (lufttrocken).
- Schwind- und Quellmass: etwa 1,2 cm/m in der Breite der Bretter, (Mittelwert radial/tangential).
- Forderung: falls die einzelnen Bretter beim Einbau dicht aneinander geschoben werden, sind durch das Quellen Schäden wie zum Beispiel Aufwölben der Bretter, Wegdrücken der Wände usw möglich.



c. Dauerhaftigkeit, Holzschutz

¹Verbautes Holz kann durch Käfer und deren Larven sowie durch Pilze zerstört werden.

²Die natürliche Dauerhaftigkeit der Holzarten ist bei direkter Bewitterung im Freien unterschiedlich (→ Tabelle 3.37). Bei Holzfeuchten unter 20 % oder über 80 % (ständig unter Wasser) ist das Holz vor einem Neubefall durch Pilze ziemlich sicher. Die Dauerhaftigkeit von geschütztem Holz ist deshalb wesentlich länger und kann sogar einige Jahrhunderte betragen.

Holzart	Dauerhaftigkeit	Zeit
Eiche (Kern)	dauerhaft	15 - 25 Jahre
Lärche, Föhre (Kern)	mässig dauerhaft	10 - 15 Jahre
Fichte, Tanne	wenig dauerhaft	5 - 10 Jahre
Buche, Splintholz generell	nicht dauerhaft	< 5 Jahre

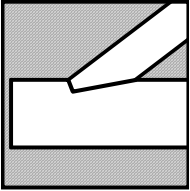
Tabelle 3.37

Natürliche Dauerhaftigkeit bei direkter Bewitterung im Freien

(Zeit: Lebensdauer von direkt bewittertem Holz im Freien mit Erdkontakt).

Schutzmassnahmen:

- Wahl einer geeigneten Holzart (zum Beispiel Eiche); Trennung Splint/Kern;
- Einbau von trockenem Holz;
- Schutz des Holzes vor Durchfeuchtung durch konstruktive Massnahmen wie beispielsweise Überdachung, Abdeckungen; keinen direkten Erdkontakt; genügend belüftete Zwischenräume vorsehen; rascher Abfluss von Wasser ermöglichen usw.;
- Imprägnierung des Holzes (chemischer Holzschutz) je nach Gefährdung des Bauteils (zum Beispiel Druckimprägnierung ungeschützter Bauteile im Freien bei einer Nutzungsdauer von mehr als fünf Jahren);
- Oberflächenbehandlung des Holzes zur Verhinderung einer zu starken Verwitterung (Einschränkung des Schwindens und Quellens, Rissschutz).



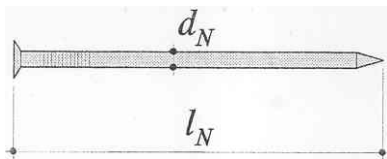
3
35

Behelfsmässige Infrastrukturbauten Holzbau

35.2 Verbindungsmittel

Lieferbares Material vergleiche Bestell-Listen (Genie- und Baumaterial) bzw Eisenwarenhandel. Zulässige Belastungen vergleiche Norm SIA 164(81/92) Holzbau und LIGNUM Holzbau-Tabellen.

a. Nägel (N), glattschaftig



Durchmesser: $d_N = 2,0$ bis $8,0$ mm

Länge: $l_N = 5$ bis 30 cm

Bild 3.35

Glattschaftiger Nagel

Verwendung:

- Haftverbindungen;
- Verbindungen zur Kraftübertragung (Scherverbindungen).

Um das Einschlagen zu erleichtern, werden Nägel $d_N \geq 6,5$ mm sowie Nägel in Eiche/Buche vorgebohrt.

Scherverbindungen

¹Mittels Scherverbindungen können Kräfte direkt oder indirekt (über Laschen) zwischen Bauteilen übertragen werden. Die Kräfte wirken rechtwinklig zum Nagel (→ Bild 3.36 und Bild 3.37).

²Um das Spalten des Holzes zu vermeiden, sind Mindestmasse bei Holzdicken, Einschlag-tiefen und Abständen einzuhalten.

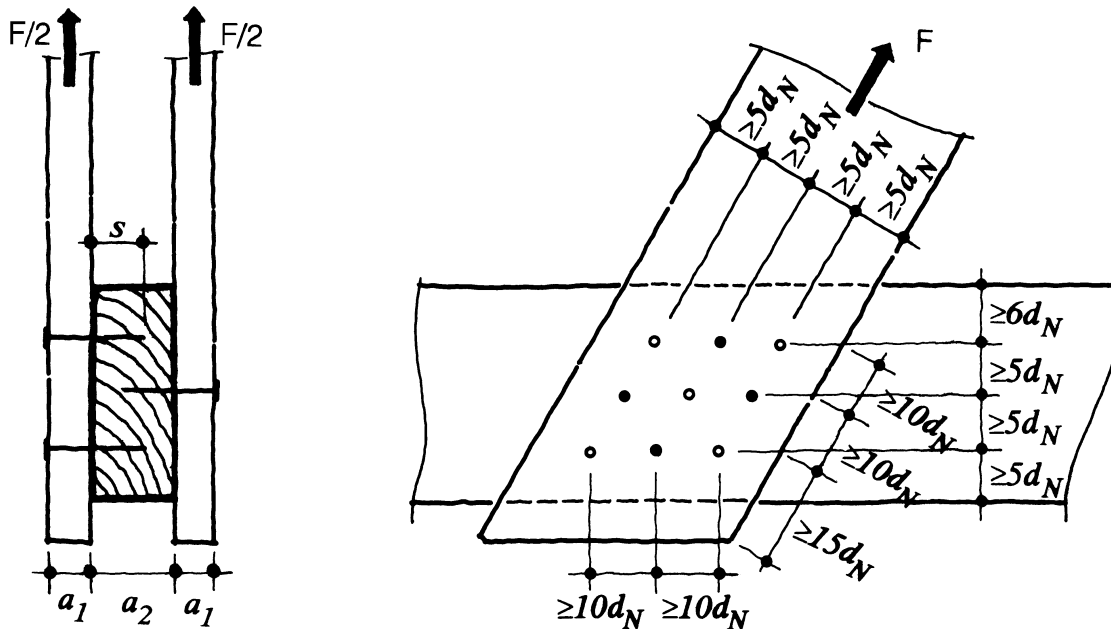
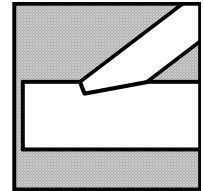
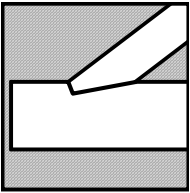


Bild 3.36
Scherverbindung und Mindestabstände

Nagel- grösse	Minimale Holzdicke	Minimale Einschlag- tiefe	Zulässige Belastung	Mindestabstände			
				Nagel - Nagel		Beanspruchter Rand	
				 [mm]	⊥ [mm]	 [mm]	⊥ [mm]
$d_N - l_N$ [mm]	a [mm]	s [mm]	F_N [mm]				
3,1 - 80	24	40	0,35	30	15	50	20
4,1 - 100	25	50	0,53	40	20	60	25
4,5 - 120	30	55	0,65	55	25	70	25
5,5 - 180	40	60	0,90	65	30	85	35
7,5 - 245	70	90	1,50	90	40	115	45

Tabelle 3.38
Nägels mit zulässiger Belastung F_N pro Nagel und Schnitt in Scherverbindungen



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

35 Holzbau

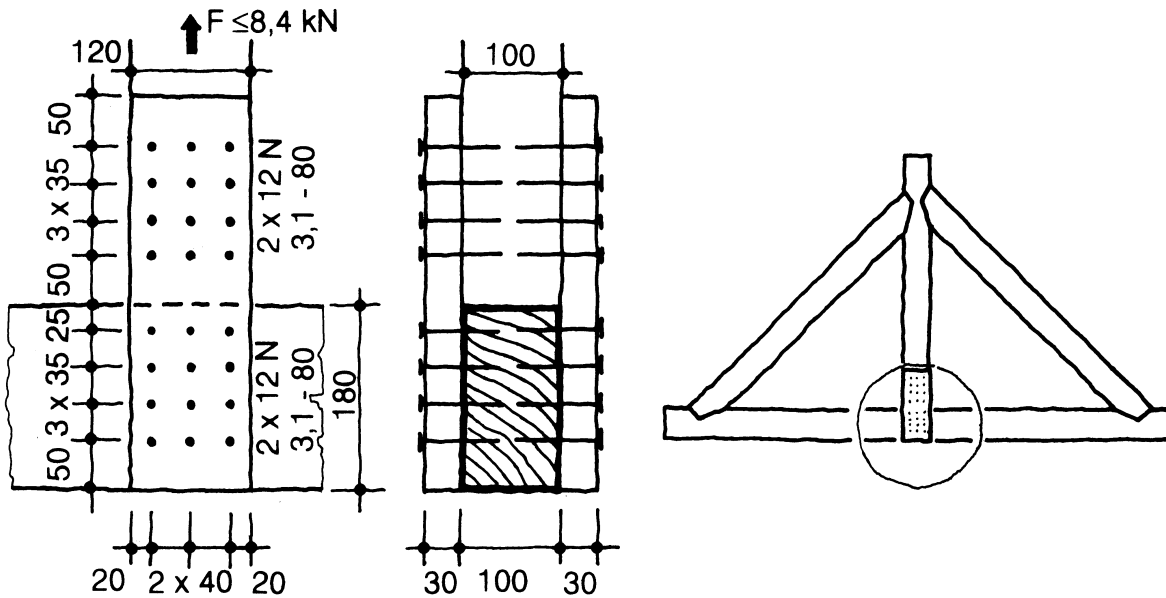


Bild 3.37
Beispiel Nagelverbindung: Anschluss Hängepfosten mit Laschen

Ausziehen

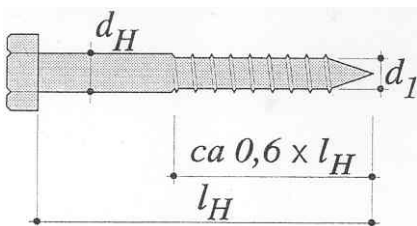
Glattschaftige Nägel dürfen nur durch kurzfristige Einwirkungen (Wind) auf Ausziehen beansprucht werden. Die Kräfte wirken parallel zum Nagel. Die minimale Einschlagtiefe beträgt $s > 12 \times d_N$.

Zulässige Belastung $F_{N,z}$: zum Beispiel Sparrennagel 7,5 bis 245 mm, etwa 0,4 kN
 Rillennägel und Schrauben weisen deutlich höhere Auszieh Widerstände auf.

b. Schlüsselschrauben (SS)

Durchmesser: $d_H = 6, 8, 10, 12, 14, 16 \text{ mm}$

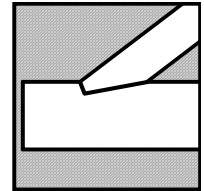
Längen: $l_H = 2,5 \text{ to } 30 \text{ cm}$



Verwendung:

- Sicherung von Holz - Holz-Verbindungen;
- Montage von Holz und Stahlteilen;
- SS müssen vorgebohrt werden.

Bild 3.38
Schlüsselschraube



Ausziehen

Die Kräfte wirken parallel zur Schraube. Immer grosse Unterlagsscheiben verwenden.

Minimale Einschraubtiefe: $l_G > 7 \times d_H$

zulässige Belastung in [N]: $F_{H,Z} \approx 3 \times d_H \times l_G$

(Eingabe der Masse in [mm])

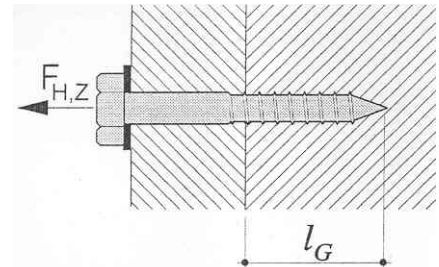


Bild 3.39
Ausziehen SS

c. Schlossschrauben

Durchmesser: $d_S = 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16$ mm

Längen: $l_S = 1,5$ bis 30 cm

Verwendung:

- Sicherung von Holz - Holz-Verbindungen;
- Montage von Beschlägen.

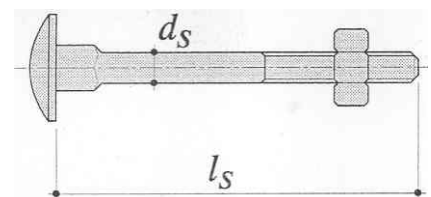


Bild 3.40
Schlossschraube

d. Bauschrauben (BS)

Durchmesser: $d_S = 12, 14, 16, 18, 20, 24$ mm

Längen: $l_S = 14$ bis 70 cm

Verwendung:

- Sicherung von Holz - Holz-Verbindungen;
- Scherverbindungen (Kraft \perp zur Schraube);
- Zugverbindung (Kraft \parallel zur Schraube).

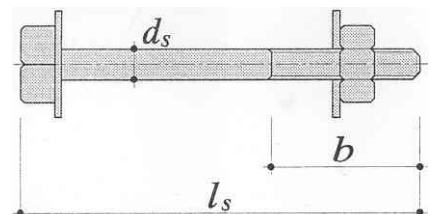
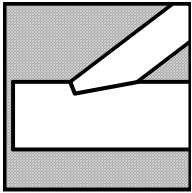


Bild 3.41
Bauschraube

Es sind stets grosse Unterlagsscheiben (US) oder Unterlagsplatten (UP) anzubringen.
Bohrung im Holz: $d_S + 2$ mm.



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

35 Holzbau

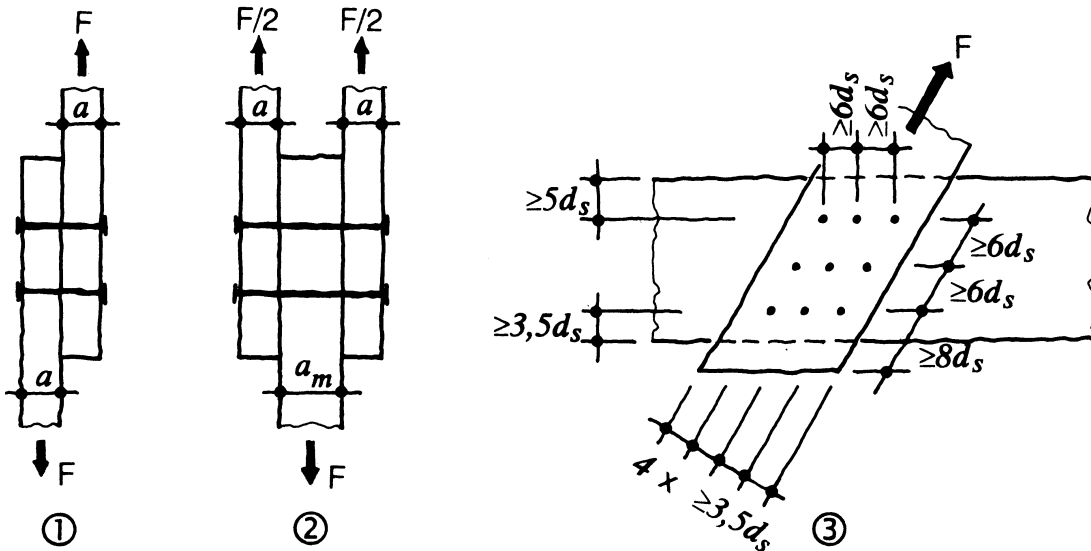


Bild 3.42
Scherverbindungen und Mindestabstände

- ① einschnittige Scherverbindung
- ② zweisechnittige Scherverbindung
- ③ Mindestabstände

Bezeichnung			M12	M16	M18	M20	M24	
Dimensionen	d_s	[mm]	12	16	18	20	24	
	l_s	[cm]	14 - 50	14 - 70	18 - 60	18 - 70	20 - 50	
	b	[mm]	50	55	60	65	--	
	US	[mm]	45/4	58/5	68/6	80/7	92/8	
Minimale Holzdicke	Seitenholz	a	[mm]	60	75	90	90	120
	Mittelholz	a_m	[mm]	80	100	120	120	160
Zulässige Belastung	Scherverbindung	$F_{B }$	[kN]	2,7	4,5	5,5	6,5	8,9
		$F_{B\perp}$	[kN]	1,6	2,3	2,9	3,0	4,4
	Zugverbindung	F_{BZ}	[kN]	4,0	6,0	8,0	11,0	14,0

Tabelle 3.39
Bauschrauben mit zulässiger Belastung F_B pro Schraube und Schnitt

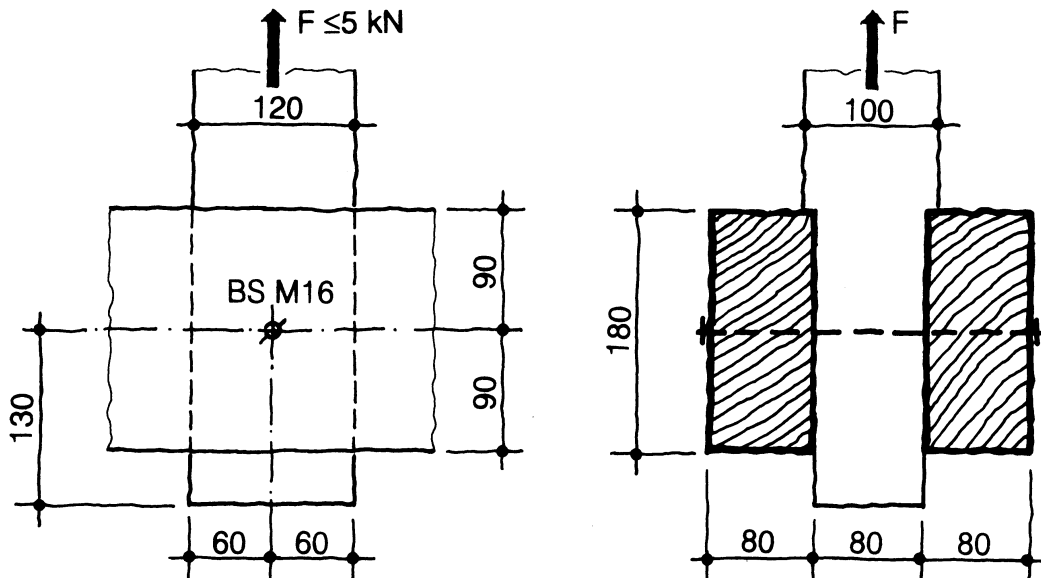
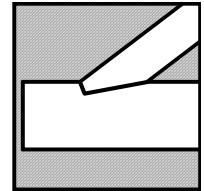


Bild 3.43

Beispiel BS-Verbindung: Anschluss-Hängepfosten (→ Bild 3.37)

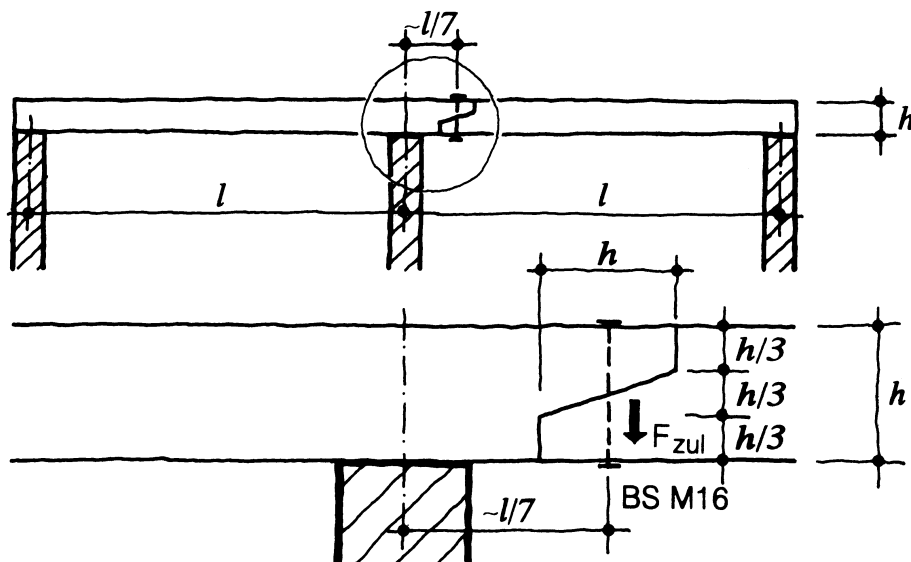
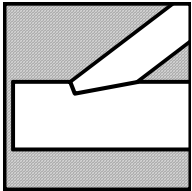


Bild 3.44

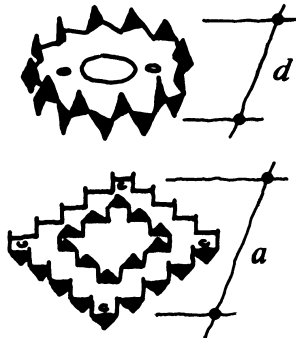
Beispiel BS-Verbindung: Gerbergelenk als Pfettenstoss (Zugverbindung)
(Zulässige Belastung F_{zul} : 6 kN bei BS M16 mit US 58/5, (→ Tabelle 3.39)
17 kN bei BS M16 mit UP 100/100



3
35

Behelfsmässige Infrastrukturbauten Holzbau

e. Bulldog (BD) Einpressdübel



Rund: $d = 48, 62, 75, 95, 117, 140, 165 \text{ mm}$

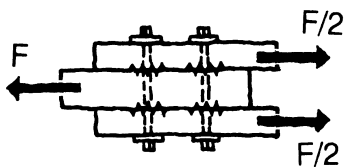
Quadratisch: $a = 100/100, 130/130 \text{ mm}$

Verwendung:

- Scherverbindungen.

Bild 3.45

Bulldog Einpressdübel



BD werden immer zusammen mit Bauschrauben eingesetzt. Sie werden mit den BS oder nötigenfalls mit hydraulischen Pressen ins Holz gepresst.

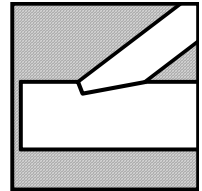
Bild 3.46

Scherverbindung

Bulldog-grösse [mm]	BS Ø	Mindestquerschnitt		Zulässige Belastung F_{BD} [kN]	Mindestabstände			
		Seitenholz b/h [mm]	Mittelholz b/h [mm]		BD - BD		Beanspruchter Rand	
					[mm]	⊥ [mm]	[mm]	⊥ [mm]
ø 48	M12	30/110	40/110	3,3	70	60	100	60
ø 75	M16	45/140	60/140	6,2	100	90	130	80
ø 165	M24	60/230	80/230	18,0	200	200	250	110
100/100	M20	45/180	60/180	11,0	140	140	180	100
130/130	M20	45/200	60/200	15,0	170	140	210	110

Tabelle 3.40

Zulässige Belastung F_{BD} pro Bulldog inkl Bauschraube



f. Dübel- und Ankerschrauben

Dübel- und Ankerschrauben sind in verschiedenen Ausführungen im Eisenwarenhandel erhältlich.

Verwendung:

- Befestigung von Holz und Stahlteilen an Beton oder Mauerwerk.

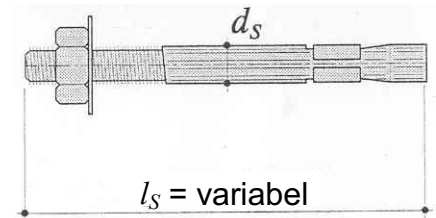


Bild 3.47
Segmentanker

g. Bau- und Gerüstklammern

Längen: $l = 18, 20, 25, 28, 30 \text{ cm}$

Verwendung:

- Sicherung von Balkenstössen und Auswechslungen;
- Spriess- Gerüst- und Schalarbeiten.

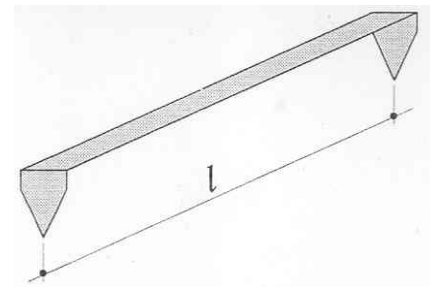
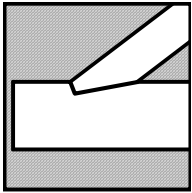


Bild 3.48
Bauklammer



3
35

Behelfsmässige Infrastrukturbauten Holzbau

h. Blechformteile

Verwendung: verschiedene Verbindungen (→ Bild 3.49).
Befestigung stets mit geeigneten Rillen- oder Ankernägeln.

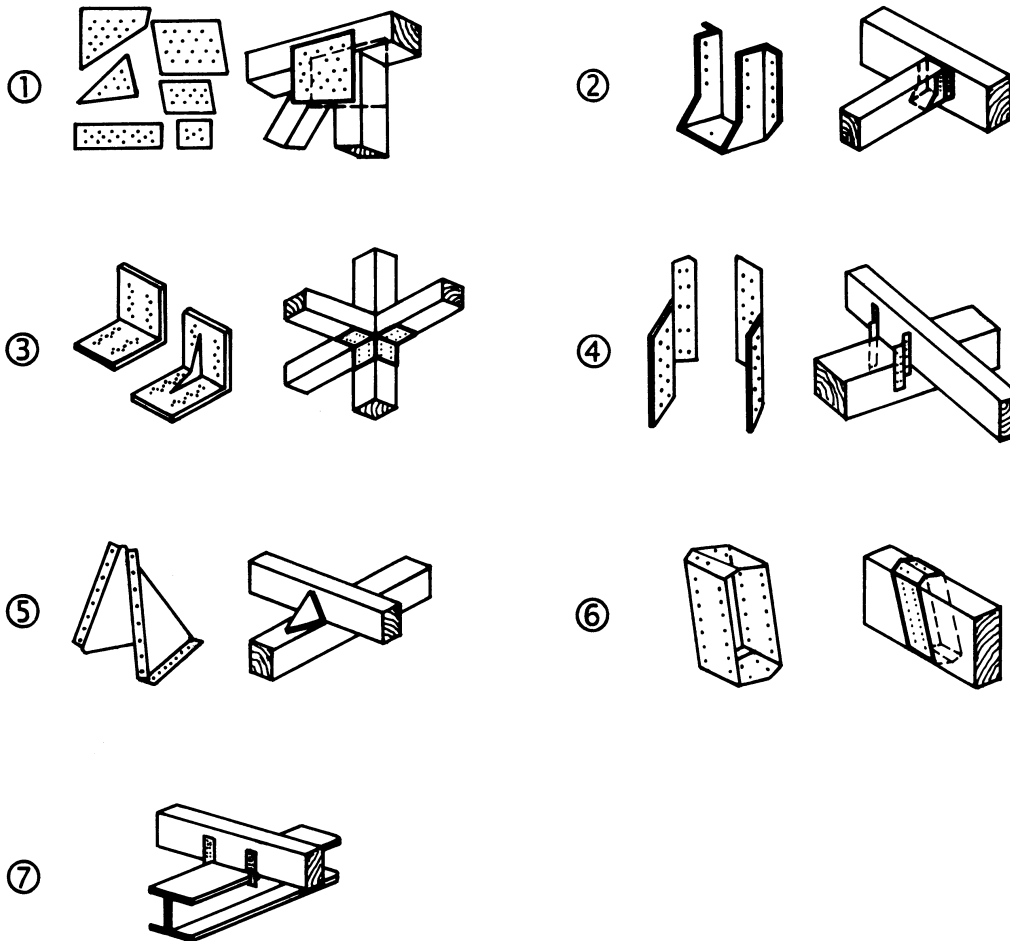
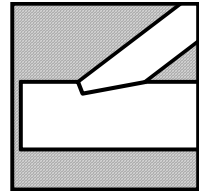


Bild 3.49
Blechformteile

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| ① Lochplatten | ② Balkenschuh |
| ③ Winkelverbinder | ④ Sparrenpfettenanker |
| ⑤ Knagge | ⑥ Gerberverbinder |
| ⑦ Trägeranker | |



35.3 Holzkonstruktionen

Einige Holzkonstruktionen werden in anderen Kapiteln behandelt.

Übersicht:

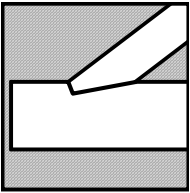
- Bachverbau (→ Kapitel 42)
- Balkenlage (→ Kapitel 35.3.1)
- Betten (→ Zivilschutz)
- Brettertüren (→ Kapitel 52)
- Brücken (→ Kapitel 34 und 35.3.4)
- Dachkonstruktionen (→ Kapitel 35.3.3)
- Deckenverstärkungen (→ Kapitel 22)
- Gestelle (→ Zivilschutz)
- Grabenverspriessungen (→ Kapitel 13)
- Hangsicherungen (→ Kapitel 34)
- Leitern (→ Kapitel 52)
- Riegelwand (→ Kapitel 35.3.2)
- spanische Reiter (→ Behelf 57.305 d, Behelf für den Z BC)
- Treppen (→ Kapitel 52)

35.3.1 Balkenlage

Bei Balkenlagen mit Spannweiten $l < 5$ m unter gleichmässig verteilter Belastung < 350 kg/m² (inkl Eigengewicht) gelten folgende Grundsätze:

Konstruktion:

- Balken über kleinere Spannweite l ;
- Balkenabstand etwa 50 bis 60 cm;
- Balkenbreite etwa $\frac{1}{2}$ der Balkenhöhe.

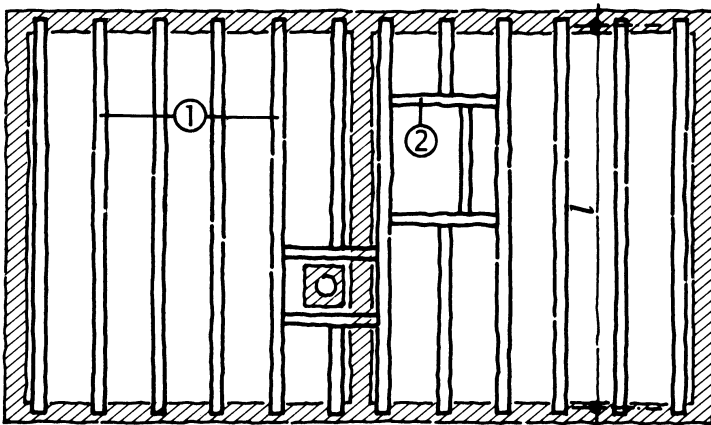


3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

35 Holzbau

Bemessung:

- Faustformel: *Balkenhöhe* = etwa $1/20 \times$ Spannweite;
- Balkenquerschnitt bei Auswechslungen grösser wählen;
- bei grossen Einzellasten und in Lagerräumen ist eine Berechnung erforderlich;
- normalerweise wird bei der Bemessung die Gebrauchstauglichkeit massgebend (zulässige Durchbiegung $1/200$ bis $1/300$ der Spannweite l).



- ① Balken
- ② Wechsel

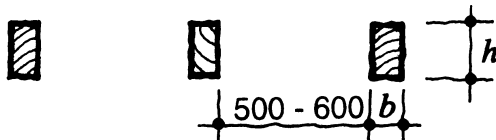
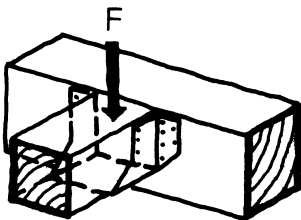


Bild 3.50
Balkenlage

Auswechslungen:



- Balkenschuhe:
zulässige Belastung etwa 5 bis 15 kN

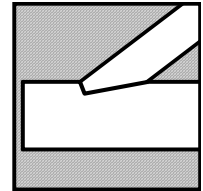
Beispiel:

Balken 10/20 cm

Balkenschuh 10/14 cm

→ zulässige Belastung etwa 12,0 kN

Bild 3.51
Balkenschuh



- Zapfenverbindungen:
zulässige Belastung etwa 1 bis 5 kN

Beispiel: Balken 10/20 cm

1. Variante: gebräuchliche Ausführung
Zapfenhöhe = 4 cm, Zapfenlänge = 4 cm,
→ zulässige Belastung etwa 1,3 kN
2. Variante:
Zapfenhöhe = 7 cm, Zapfenlänge = 5 cm
→ zulässige Belastung etwa 2,8 kN

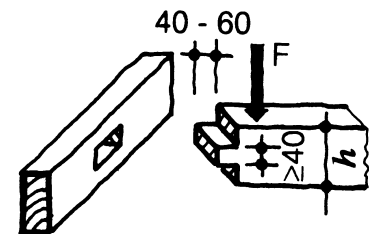


Bild 3.52
Zapfenverbindung

Balkenauflager und Balkenstösse:

- die Weiterleitung der Lasten ist stets zu überprüfen bzw sicherzustellen;
- Auflagerlänge > 2/3 der Balkenhöhe;
- Backsteinwände unter 12 cm Dicke dürfen nicht belastet werden.

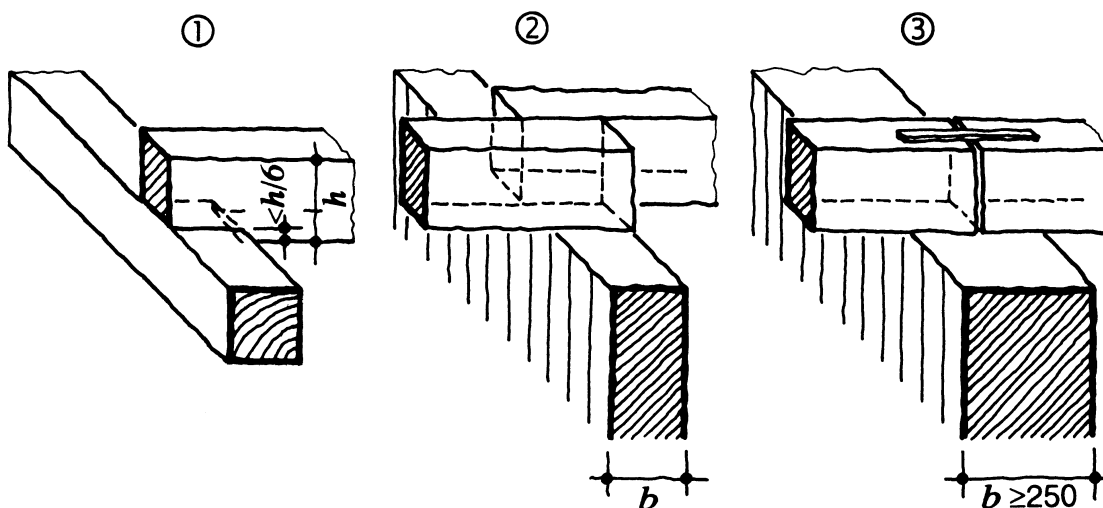
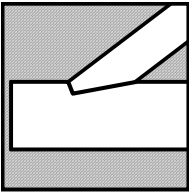


Bild 3.53
Details zu Balkenauflagern und Balkenstössen

- ① Balken mit Oberholz
- ② versetzter Stoss
- ③ gerader Stoss



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

35 Holzbau

35.3.2 Riegelwand

Bei Wandkonstruktionen für Bauwerke mit bis zu drei Stockwerken und Raumhöhen unter 2,5 m gelten folgende Grundsätze:

Konstruktion:

- Wandstärke: 12 cm;
- Querschnittsform: meistens quadratisch;
- Verbindungen: Zapfen;
- Pfostenabstand: etwa 1,0 bis 1,2 m;
- Streben: Neigung etwa 60° bis 70°, paarweise anordnen.

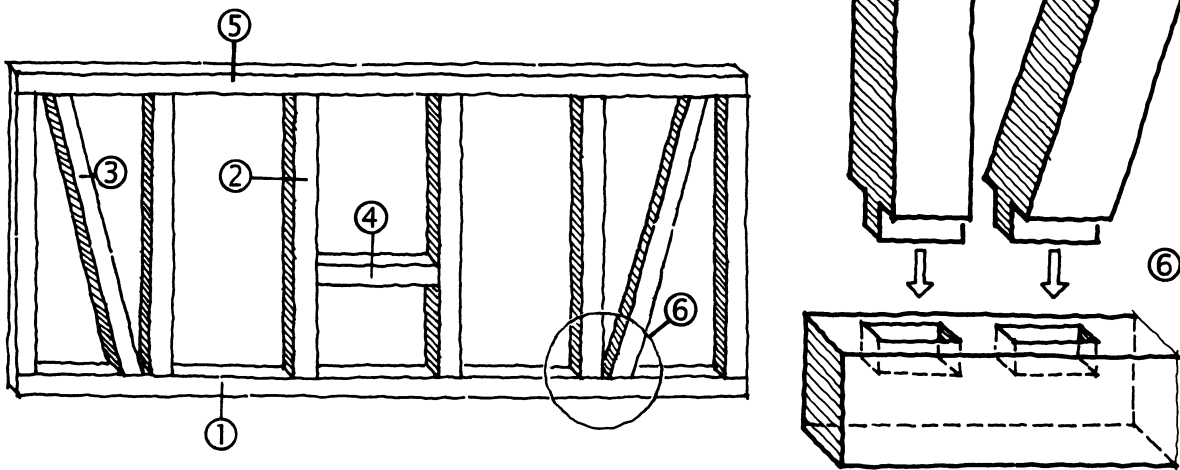
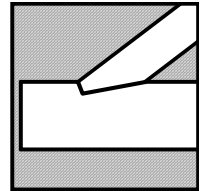


Bild 3.54

Riegelwand

- | | |
|------------|--------------------|
| ① Schwelle | ④ Riegel |
| ② Pfosten | ⑤ Einbinder |
| ③ Strebe | ⑥ Zapfenverbindung |



35.3.3 Dachkonstruktionen

Pfettendächer mit stehendem Stuhl sind für Dachneigungen bis 35° und Gebäudebreiten bis 12 m geeignet. Die Lasten werden durch die Pfosten auf die Zwischenwände oder die Betondecke abgeleitet.

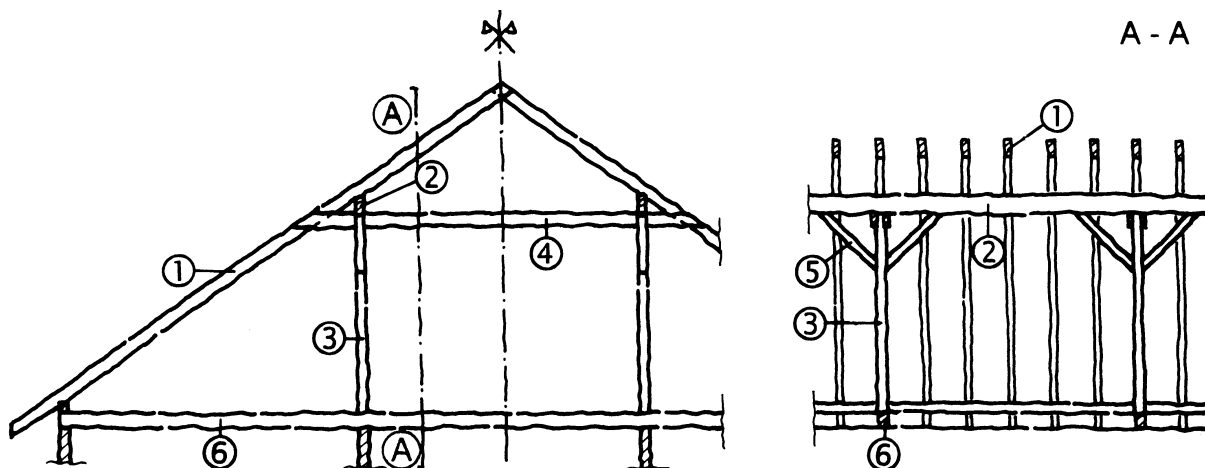


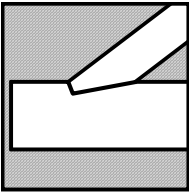
Bild 3.55

Pfettendach mit zweifach stehendem Stuhl

- | | |
|-----------|--------------|
| ① Sparren | ④ Zange |
| ② Pfette | ⑤ Bug |
| ③ Pfosten | ⑥ Bundbalken |

Konstruktion:

- Sparrenabstand etwa 50 bis 60 cm;
- Pfettenabstand < 4,5 m, Pfettenspannweite (Pfostenabstand) < 5,0 m;
- Pfosten mit beidseitigem Bug (Stabilisierung, Übertragung Windkräfte);
- Zangen verbinden jeweils Pfosten, Pfette und Sparren;
- Sicherung aller Bauteile gegen Abheben (Wind).



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

35 Holzbau

Bemessung:

es ist eine statische Berechnung erforderlich.

Zur Vorbemessung können folgende Näherungsformeln für Bauwerke in Lagen bis 600 m über Meer verwendet werden:

- Sparren: $Höhe = \text{etwa } 1/24 \times \text{Spannweite}$,
 $Breite = \text{etwa } 1/2 \times \text{Sparrenhöhe}$
- Pfetten: $Höhe = \text{etwa } 1/24 \times \text{Pfostenabstand} + 1/40 \times \text{Pfettenabstand}$
 $Breite = \text{etwa } 0,6 \times \text{Pfettenhöhe}$
- Pfosten: $Breite [cm] = \text{etwa } \sqrt{15 \times \text{Pfettenabstand [m]} \times \text{Pfostenabstand [m]}}$
(quadratischer QS)

Beispiel: Pfettendach mit stehendem Stuhl

Dachneigung 20°, Sparrenabstand 60 cm, Pfetten- und Pfostenabstand je 4 m

→ Vorbemessung: Sparren 10/18 cm, Pfetten 16/26 cm, Pfosten 16/16 cm

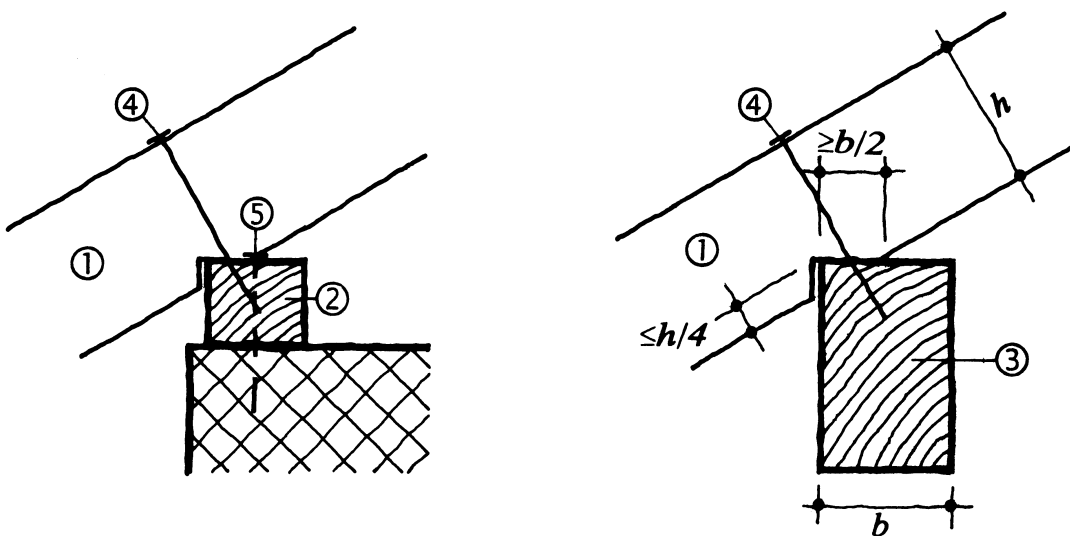


Bild 3.56

Verankerung Schwelle, Auflagerung Sparren

- ① Sparren
- ② Schwelle
- ③ Pfette
- ④ Sparrennagel (evtl Winkel)
- ⑤ Ankerschraube

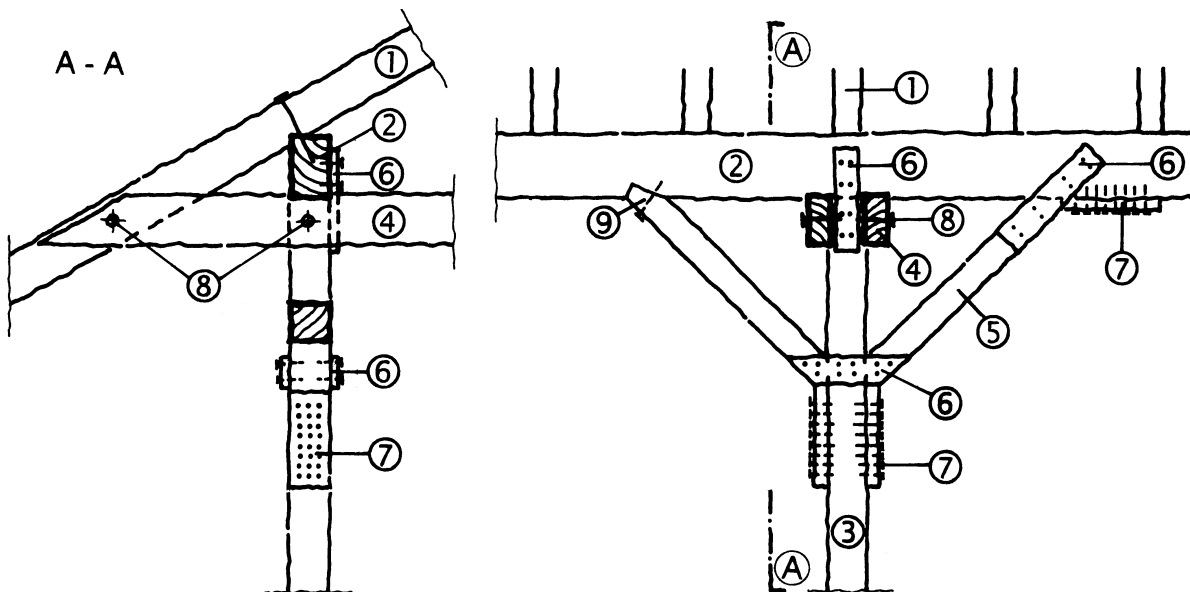
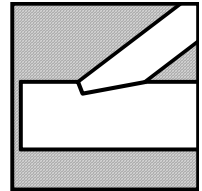
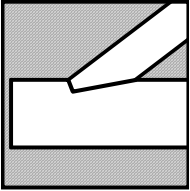


Bild 3.57
Pfosten mit beidseitigem Bug, Zangen und Pfette

- | | |
|-----------|---|
| ① Sparren | ⑥ Lasche aus 30 mm Brett, $l \geq 40$ cm |
| ② Pfette | ⑦ Beiholz aus 50 mm Brett, $l \geq 40$ cm
aufgenagelt mit Nägeln 4,0 bis 100 |
| ③ Pfosten | ⑧ Bauschraube |
| ④ Zange | ⑨ Variante: Versatz |
| ⑤ Bug | |



3 Behelfsmässige Infrastrukturbauten

35 Holzbau

35.3.4 Brücken

Für die Projektierung von Brücken wende man sich an die Baustäbe der Armee (→ Kapitel 34).

a. Notbrücke aus Kant- oder Rundholz

Bei Spannweiten $l < 6$ m, können für Fahrzeuge $< 3,5$ t Gesamtgewicht Notbrücken, Brückenbreite etwa 2,1 m, nach folgenden Grundsätzen erbaut werden:

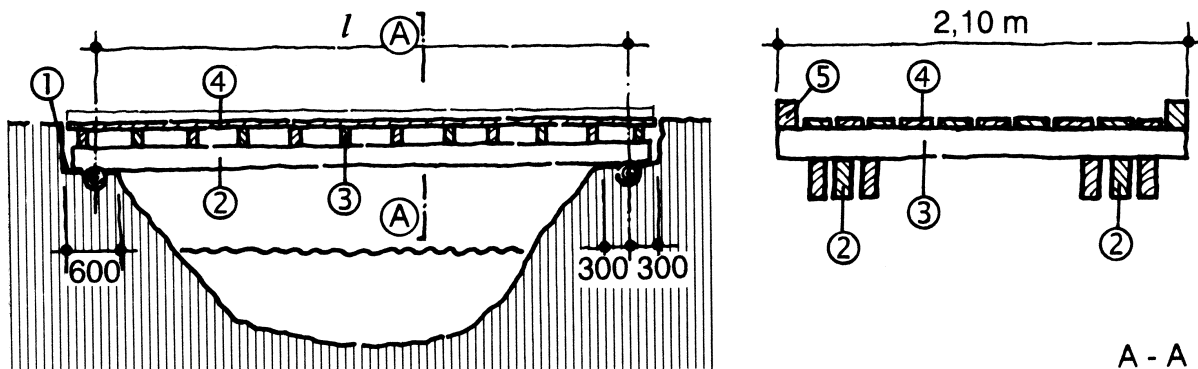
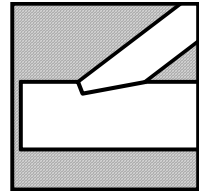


Bild 3.58

Notbrücke mit Spannweite $l < 6$ m für Fahrzeuge $< 3,5$ t Gesamtgewicht

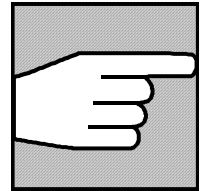
Konstruktion:

- ① Auflager: (→ Bild 3.58), Erosionsschutz (→ Kapitel 42 und 34)
- ② Längsträger: (→ Tabelle 3.41)
- ③ Querträger: QS 10/18 cm bzw Rundholz \varnothing 18 cm, Abstand < 40 cm, aufgenagelt mit Nägeln 7,5 bis 245
- ④ Fahrbahn: 50 mm Bretter, 1 cm Abstand zwischen den Brettern, aufgenagelt mit Nägeln 4,0 bis 100
- ⑤ Randbalken: QS 12/16 cm, aufgenagelt mit Nägeln 7,5 bis 245



Spannweite <i>l</i>	Längsträger	
	Anordnung/Anzahl	Querschnitt
< 4 m		$\varnothing > 20 \text{ cm}$ 16/20 cm
< 5 m		$\varnothing > 25 \text{ cm}$ 16/20 cm
< 6 m		$\varnothing > 30 \text{ cm}$

Tabelle 3.41
Längsträger



41 Grundsätze

¹In diesem Kapitel werden primär bautechnische Aspekte behandelt. Ziel ist es, dem Bauverantwortlichen im Katastropheneinsatz, oder in anderen Notsituationen, ein schnelles und situationsbezogenes Planen von Bauarbeiten zu ermöglichen. Dabei werden gleichzeitig praktische Ideen und Ratschläge für die Ausführung vermittelt. Dieser Teil soll aber auch Fachleuten, welche im Katastropheneinsatz unter starkem Zeitdruck stehen, als Orientierungshilfe und Ideenlieferant dienen.

²Generelle organisatorische Hinweise für den Einsatz von Truppen im Katastrophenfall sind zu finden in:

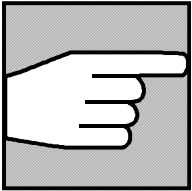
- (→ Teil 6, Kapitel 61);
- Lehrschrift 62.50 d «Technik im Katastropheneinsatz»;
- Behelf 581.030 d «für die Katastrophenhilfe auf Gemeindeebene»;
- Reglement 51.205 d «Militärische Katastrophenhilfe durch Schulen».

³Katastrophen können in der Form von Überflutungen, Murgängen, Erdbeben, Bergstürzen, Lawinenniedergängen, Sturmwetter, Dürren, Waldbränden, Erdbeben, Eisenbahnunfällen, Flugzeugabstürzen, Terroranschlägen usw. auftreten. **Mit einer Kombination zweier oder gar mehrerer Ereignisse ist zu rechnen.**

41.1 Einsatz von Truppen

Jedes Katastrophenereignis hat spezifische Auswirkungen zur Folge, welche wiederum situationsbezogene Hilfsmassnahmen erfordern. Bei einem Truppeneinsatz im Katastrophenfall müssen folgende Grundsätze beachtet werden:

- Truppen werden als Unterstützung zu den bereits im Einsatz stehenden zivilen Organisationen eingesetzt;
- bei der Planung und Ausführung von Bauarbeiten ist die Schadenverhinderung respektive Schadenverminderung als zentraler Faktor zu berücksichtigen. Dabei hat eine schnelle Ausführung mit den zur Verfügung stehenden Mitteln eindeutig Priorität vor Präzisionsarbeit und Optimierung. Die Truppe erstellt in der Regel während der Katastrophenhilfe «Bauwerke» mit einer begrenzten Lebensdauer. Diese werden so bemessen, dass die zivilen Instanzen genügend zeitlichen Freiraum für die Projektierung und allenfalls Ausführung der definitiven Bauwerke erhalten;

**4**

Baueinsatz im Katastrophenfall

41

Grundsätze

- die Armee kann im Unterschied zu zivilen Unternehmungen eine grosse Anzahl Arbeitskräfte rund um die Uhr, sowie relativ viele Transportmittel zur Verfügung stellen. Der Zugriff auf Baumaschinen ist eher beschränkt. Die Einsatzdauer der militärischen Arbeitskräfte ist begrenzt. Eine intensive Zusammenarbeit zwischen Armee und zivilen Unternehmungen bei der Katastrophenhilfe ist deshalb unerlässlich;
- Baumaterialien sind möglichst aus lokalen Ressourcen zu verwenden;
- Grundsätze des Umweltschutzes sind nach Möglichkeit und der Dringlichkeit entsprechend während den Einsätzen zu berücksichtigen;
- alle Truppengattungen können unter geeigneter fachmännischer Führung bei der Katastrophenhilfe entsprechend ihrer Mittel und Ausbildung eingesetzt werden. Baufachleute in den Kompanien (zum Beispiel der Bauchef) verfügen über das technische Fachwissen für die gängigsten Arbeiten. Für besondere Aufgaben müssen zusätzlich Baufachleute für die Planung und die technische Leitung der Arbeiten beigezogen werden. Dies können sowohl zivile, wie auch militärische Personen aus Baustäben, Genie- und Rettungstruppen sein.

¹Es ist zu unterscheiden zwischen eigenen Mitteln, eigenen Mitteln fremd verstärkt und ausschliesslich fremden (zivilen) Mitteln.

41.2 Bautechnische Haupttätigkeiten bei Katastrophenereignissen

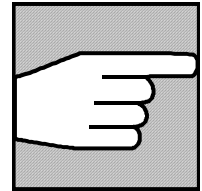
Truppen im Katastropheneinsatz führen im Allgemeinen folgende bautechnische Haupttätigkeiten aus:

- Öffnen und Reparieren von Verkehrswegen (→ Teil 3, Kapitel 34);
- Arbeiten am Wasser (→ Teil 4, Kapitel 42);
- Sichern von einsturzgefährdeten Gebäuden (→ Teil 4, Kapitel 43);
- Räumen und Deponieren von Schutt und Trümmern (→ Teil 4, Kapitel 44);
- Arbeiten im Wald (→ Teil 4, Kapitel 45);
- Erstellen eines Installationsplatzes für Notbehausungen (→ Teil 3, Kapitel 33).

Baueinsatz im Katastrophenfall

Grundsätze

4
41

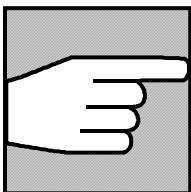


	Verkehrs- wege (→ Kapitel 34)	Arbeiten am Wasser (→ Kapitel 42)	Arbeiten in einsturz- gefährdeten Bauten (→ Kapitel 43)	Räumen und Depo- nieren (→ Kapitel 44)	Arbeiten im Wald (→ Kapitel 45)
Überflutung (Unwetter, Damm- brüche usw)	X	X	X	X	(X)
Murgang, Erdrutsch, Bergsturz	X	X	(X)	X	(X)
Lawine	X		X	X	X
Sturm	X				X
Dürre		X			
Waldbrand	(X)	X			X
Erdbeben	X		X	X	
Eisenbahnunfall	(X)			X	X
Flugzeugabsturz	(X)		(X)	(X)	(X)
Terroranschlag (Explosionen)	(X)		X	X	X

(X) = bedingt

Tabelle 4.1

Übersicht der wichtigsten baulichen Tätigkeiten bei der Katastrophenhilfe und deren Behandlung im Bauhandbuch



4
41

Baueinsatz im Katastrophenfall

Grundsätze

41.3 Phasen in der Katastrophenhilfe

Phase	Ziele	Merkmale
Prävention	-Verhinderung von Schäden im Eintretensfall eines vorhersehbaren Katastrophenereignisses durch spezifische Massnahmen	-koordinierte Arbeiten gemäss Projekt, Einsatz spezialisierter Truppen (zum Beispiel Genie- und Rettungstruppen) zeitlich beschränkt
FALL		
Spontan- und Soforthilfe (Spontanhilfe bis 48 Stunden, Soforthilfe bis etwa 1 Woche)	<ul style="list-style-type: none">-Rettung-Erkennen und Beurteilen der Lage-Organisation der koordinierten Katastrophenhilfe-Einschränkung weiterer Gefahren-Öffnung und Offenhalten von Verkehrswegen-Versorgung der Bevölkerung mit lebenswichtigen Gütern-Evakuierung aus gefährdeten Gebieten	<ul style="list-style-type: none">-schnellstmöglicher Einsatz der zur Verfügung stehenden zivilen und militärischen Mittel-Übergang zum koordinierten Einsatz, da Kommunikation, Verkehrs- und Nachschubwege oft unterbrochen oder eingeschränkt benutzbar sind

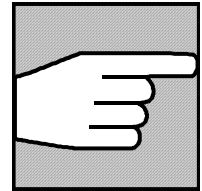
Tabelle 4.2
Prävention, Fall, Spontan- und Soforthilfe

Baueinsatz im Katastrophenfall

Grundsätze

4

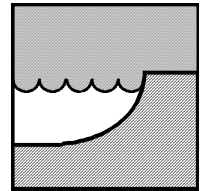
41



<p>Überlebenshilfe/koordinierte Katastrophenhilfe (etwa 1 - 2 Monate)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - behelfsmässige Sicherung beschädigter Bauten - Öffnung und Wiederherstellung von Verkehrswegen/Realisierung von Verkehrskonzepten - erste Aufräumarbeiten - Erhöhung des Sicherheitsgrades von potenziellen Gefahrenobjekten (zum Beispiel wasserbaulichen Anlagen) - Erstellen einer detaillierten Schadenübersicht - Projektierung, Wiederaufbau 	<ul style="list-style-type: none"> - Koordination laufend verbessern - alle Truppengattungen können unter fachmännischer Führung gezielt zum Einsatz gelangen - Bauarbeiten müssen ohne detailliertes Projekt anhand allgemeiner Richtlinien (zum Beispiel Bauhandbuch) ausgeführt werden - Einsatz von zivilen und militärischen Baufachleuten zur Planung/Überwachung von Bauarbeiten beginnt - koordinierter Einsatz ziviler (und militärischer) Baumaschinen beginnt
<p>Wiederaufbau (> 2 Jahre)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - definitive Instandstellungsarbeiten - Massnahmen zur Verhinderung ähnlicher Katastrophen - Erkenntnisse in Prävention umsetzen 	<ul style="list-style-type: none"> - koordinierte Arbeiten gemäss Projekt - Einsatz von spezialisierten Truppen möglich (spezielles Bewilligungsverfahren)

Tabelle 4.3

Überlebenshilfe/koordinierte Katastrophenhilfe/Wiederaufbau



42 Arbeiten am Wasser

42.1 Ablauf und Schadenfolgen eines Hochwassers

42.1.1 Wichtigste Phänomene bei einer Unwetterkatastrophe

a. Hochwasser

Ein hochgehender Bach oder Fluss führt nicht nur viel Wasser, sondern auch Geschwemmsel (Treibgut), Schwebstoffe (braune Färbung) und Geschiebe.

- ① Geschwemmsel
(Baumstämme, Äste, Abfall, Kadaver, usw)
- ② Schwebstoffe
(Sand und andere Feinmaterialien)
- ③ Geschiebe
(vom Wasser bewegtes Geröll)

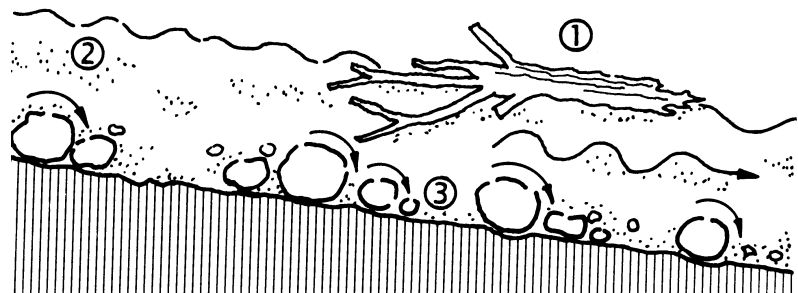


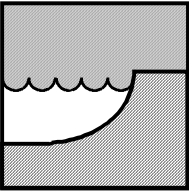
Bild 4.1
Bezeichnungen der transportierten Feststoffe

Wirkung:

- das Wasser kann überfluten (dabei auch Dämme zerstören) und erodieren (Uferpartien wegspülen, Brückenfundamente angreifen, usw);
- Geschiebe und Schwebstoffe können Ablagerungen bilden;
- Geschwemmsel und Geschiebe können Wasserläufe versperren (= verklauen).

b. Murgang (SchlammLawine, Schlammstrom, Rufe)

¹Der Murgang ist eine besondere Art des Abflusses in Runsen und Wildbächen. Er besteht zum grössten Teil aus Schlamm, Geröll und oft auch aus grossen Blöcken, bewegt sich aber trotz geringem Wasseranteil fliegend (im Gegensatz zum Erdrutsch). Merkmale: mehrere Meter hohe Front; beachtliche Geschwindigkeit (10 bis 50 km/h).



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

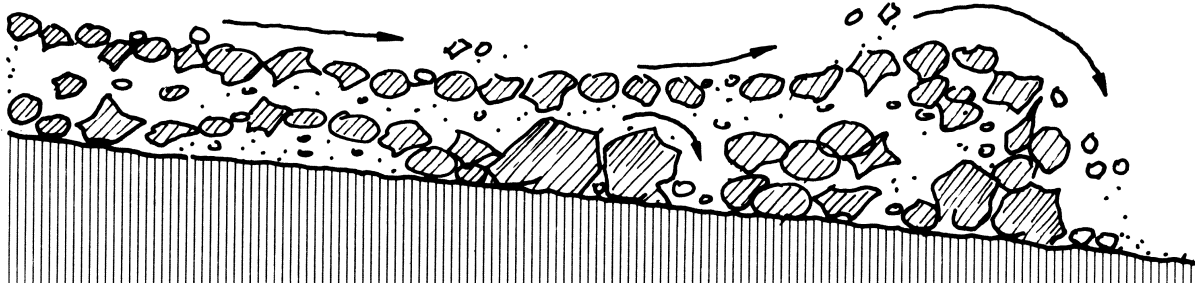


Bild 4.2
Murgang

²Typischer Ablauf:

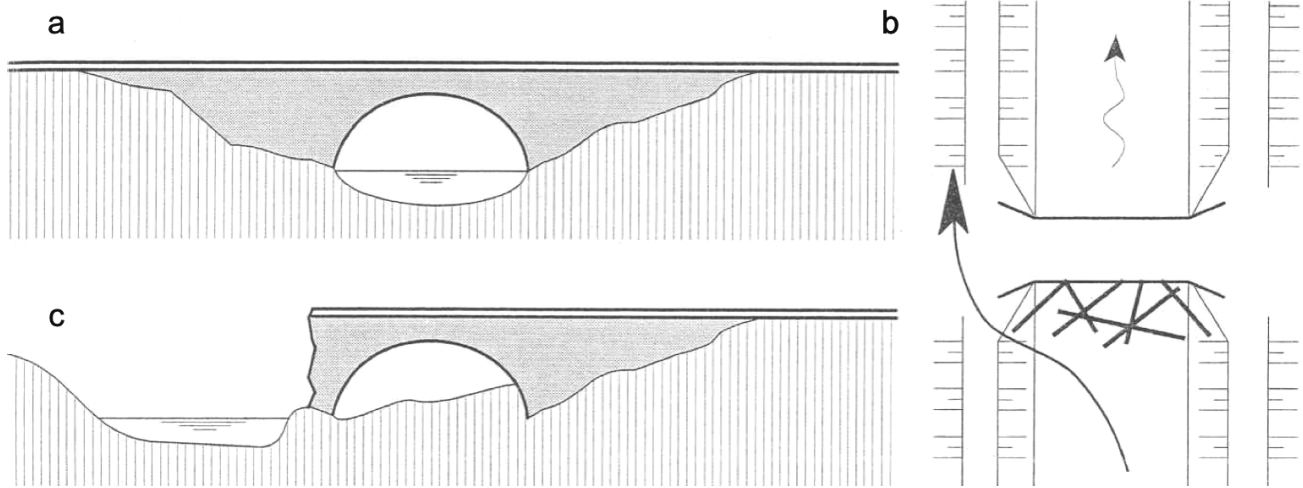
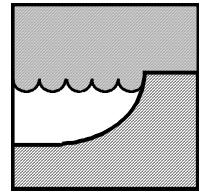
- wird in höheren Lagen ausgelöst, zum Beispiel als Erdbeben oder infolge einer Verklammerung (→ Kapitel 42.1.1 c);
- gelangt in ein Tobel mit viel anstehendem Schuttmaterial, wo er sich schnell vergrößert (Eintiefungen von 10 m und mehr kommen vor);
- ergießt sich am Ausgang des Tobels über den Schwemmkegel.

³Murgänge treten häufig gleichzeitig mit anderen Unwetterschäden auf. Ist ein Bachbett einmal durch eine erste Rufe destabilisiert, können schubweise mehrere Muren folgen.

c. Verklammerung

Bei Bauten im Bachbett (Brücken, Dammdurchlässen) besteht die Gefahr der Versperrung der Durchlässe durch Treibholz und Geschiebe (= Verklammerung). Auch Rutschungen oder Lawinen können ein Bachbett auffüllen. Der Bach wird dadurch gestaut. Mögliche Folgen sind:

- Überflutung flussaufwärts;
- Überströmung der Brücke, Erosion der seitlichen Zufahrtsrampen oder gänzliche Zerstörung der Brücke;
- seitliche Ausleitung des Baches und Überschwemmung flussabwärts;
- Durchbruch der Verklammerung mit nachfolgendem Schwall;
- Auslösung von Murgängen in steilen Lagen.



a vor, b während, c nach dem Hochwasser

Bild 4.3

Schäden infolge Verklauung einer Brücke

d. Erosion

Fliessendes Wasser kann die Gerinnesohle oder die Ufer (vor allem Kurvenaussenseiten) erodieren. Das erodierte Material wird vom Wasser als Geschiebe, Schwebstoff oder Geschwemmsel weitertransportiert.

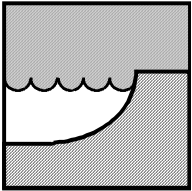
e. Ablagerungen (Übersaarungen)

Geschiebe und Schwebstoffe werden abgelagert, sobald dem Wasser die Kraft zum Weitertransport fehlt, wie zum Beispiel in folgenden Fällen:

Ort	Häufige Folgen
Übergang zu einem flacheren Teilstück oder Ausbruch aus dem Flussbett	Schwemmkegel und Ebenen mit Geschiebe überdeckt (übersaart); bei grossflächigen Überflutungen werden vor allem Schwebstoffe abgelagert
Mündung eines Geschiebeführenden Baches in einen grösseren Fluss	Rückstau und/oder Auflandung des Flusses

Tabelle 4.4

Typische Beispiele für Ablagerungen



42.1.2 Schadensbild

¹Im Vergleich zu anderen Katastrophen ist Folgendes für Hochwasserschäden typisch:

- meistens grossflächig;
- oft mehrere Schadenlagen über grosse Distanzen verteilt;
- häufig sind Verkehrsverbindungen und Kommunikation unterbrochen.

²Eine typische Schadenanlage ist in Bild 4.4 dargestellt. Vergleiche die durch Buchstaben gekennzeichneten Schadenereignisse mit Bild 4.5 (Darstellung häufiger Abfolgen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit).

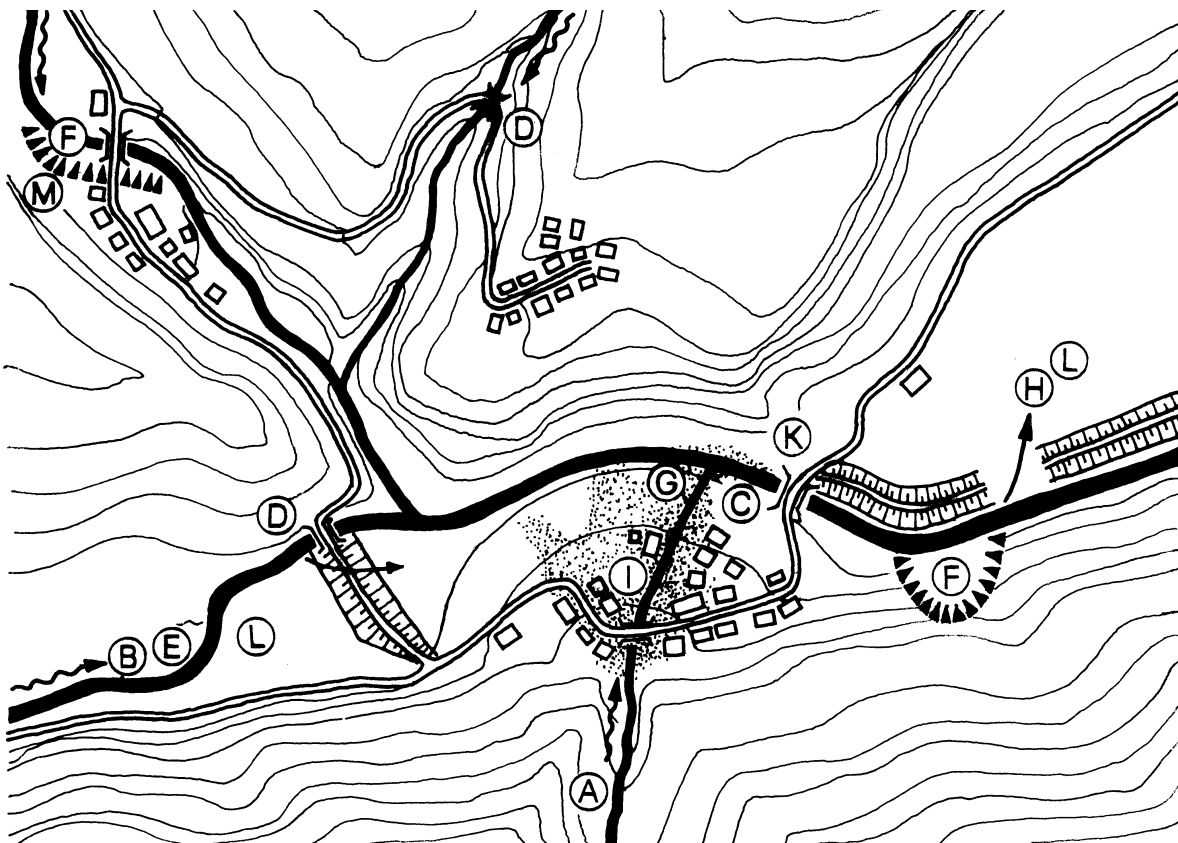


Bild 4.4
Typische Schadenanlage nach Hochwasserereignissen

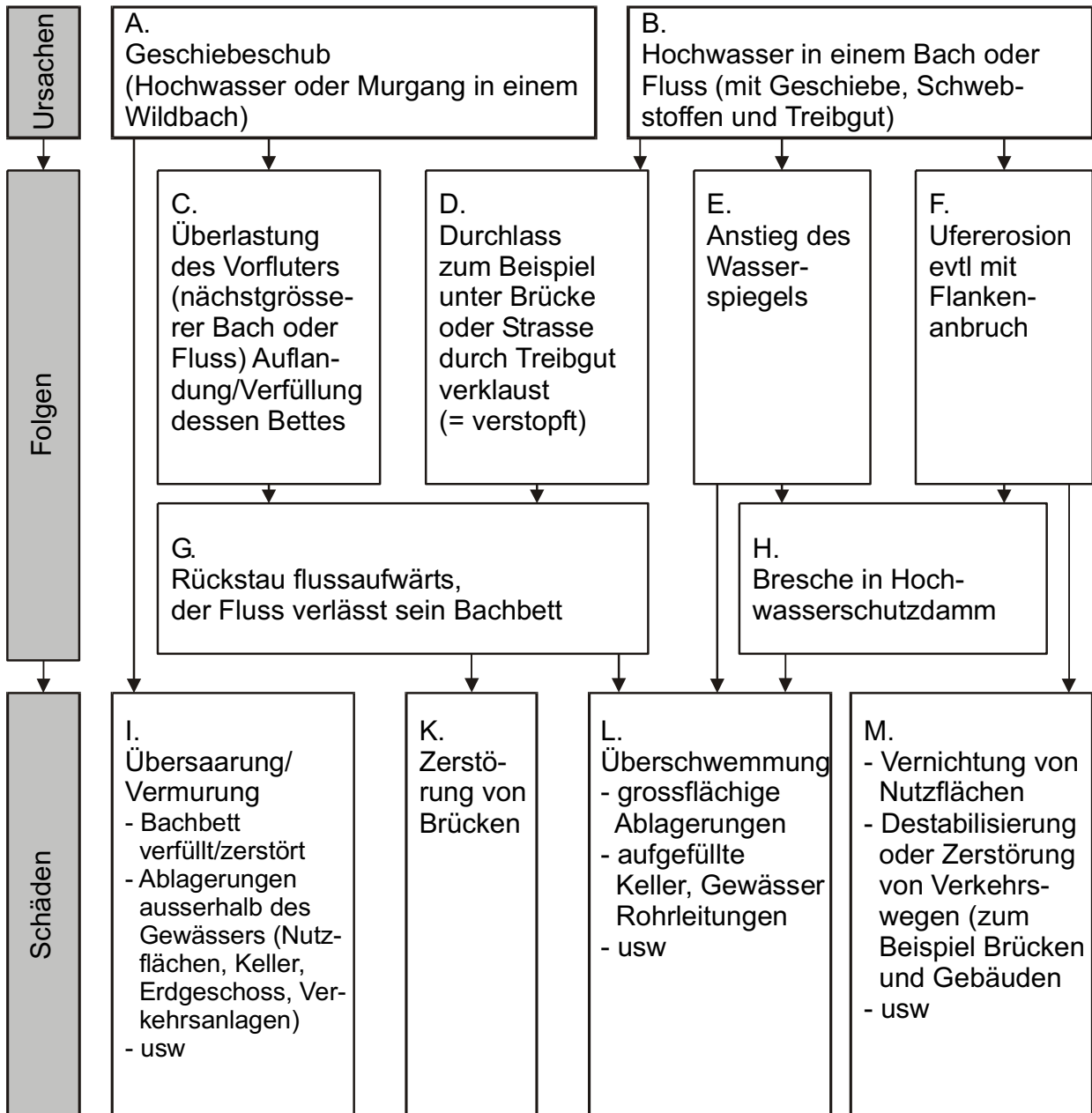
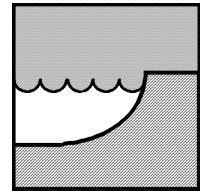
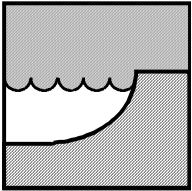


Bild 4.5

Abfolgen bei Hochwasser, schematische Darstellung

42.1.3 Ablauf eines Hochwassers

Die Dauer eines Hochwassers kann sich über einen oder mehrere Tage erstrecken. Die eigentliche Hochwasserspitze wird aber meist sehr schnell erreicht (Stundenbereich) und dauert nur kurz. Typisch sind ein schneller Anstieg und ein langsames Abflauen des Hochwassers.



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

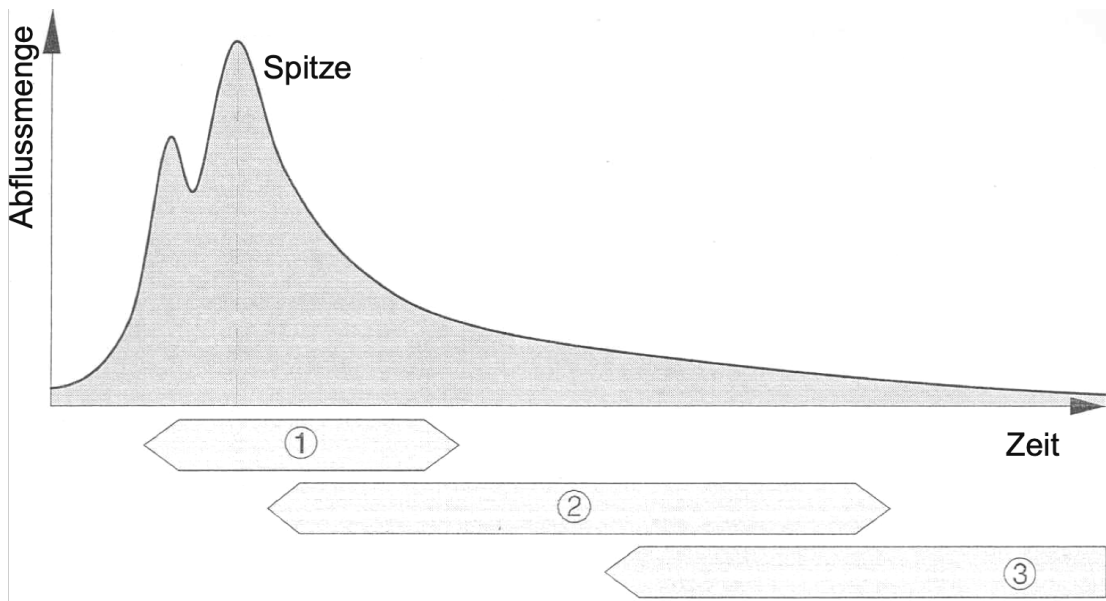


Bild 4.6

Typischer Ablauf eines Hochwassers

- ① Schadensbegrenzung während des Eintritts des Hochwassers
- ② erste Massnahmen zur Eindämmung der Schäden
- ③ koordinierte Katastrophenbewältigung

a. Schadensbegrenzung während des Eintritts des Hochwassers

¹Die Hauptaktivitäten lokaler Organisationen wie Feuerwehr oder Zivilschutz laufen ohne übergeordnete Koordination ab und beschränken sich meist auf:

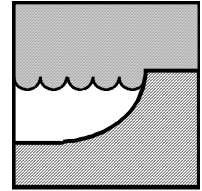
- Alarmierung, Rettung, Evakuierung (Schaulustige fernhalten);
- einfache Sofortmassnahmen (zum Beispiel Verhindern von Verklausungen).

²Bauliche Massnahmen werden in dieser Phase nur in Ausnahmefällen getroffen, einerseits wegen der damit verbundenen Gefahren, andererseits weil die Voraussetzungen dazu meist nicht erfüllt sind.

b. Erste Massnahmen zur Eindämmung der Schäden

- Verbindungswege wiederherstellen;
- Breschen (Durchbrüche) in Dämmen und Ufermauern provisorisch schliessen;
- Wasser abführen;
- Ufer an gefährdeten Stellen provisorisch sichern.

Die Aufträge werden meistens durch lokale Einsatzleiter erteilt.



42.1.4 Handlungsgrundsätze bei Arbeiten am Wasser

a. Allgemeine Vorsicht am Wasser

¹Die Kraft des fließenden Wassers wird allgemein stark unterschätzt.

Merke:	1 m ³ Wasser wiegt 1 t
Faustregel:	einem erwachsenen Menschen droht Gefahr, sobald
	$v \cdot h > 0,5$
	v : Geschwindigkeit (m/s)
	h : Wassertiefe (m)

Beispiel: Gefahr bei 1 m Wassertiefe ab 0,5 m/s Fließgeschwindigkeit.

²Natürlich fließendes Wasser und insbesondere Hochwasser beinhaltet eine Reihe von Gefahren, die den meisten Menschen aus der Alltagserfahrung nicht geläufig sind:

- Wirbel- und Walzenbildung;
- Treibgut;
- kaum erkennbare Unterspülungen;
- Auftrieb (1 Block von 1 t wiegt unter Wasser nur etwas mehr als die Hälfte).

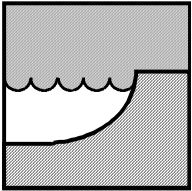
³Deshalb: wo eine Gefährdung auch nur denkbar ist, sind bei Arbeiten in und am Wasser Rettungswesten (Schwimmwesten) zu tragen.

b. Alarm- und Rettungsorganisation

¹In jedem Fall ist bei Arbeiten am Wasser eine Alarm- und Rettungsorganisation einzurichten. Bei Hochwasserereignissen und insbesondere bei Murgängen besteht immer Wiederholungsgefahr. Wichtig sind:

- Alarm- und Rettungszentrale;
- dezentrale Überwachung der Arbeitsplätze und der Gefahrenherde (Wasserstand, Rutschungen usw). Warnposten mit genügend Distanz zum Arbeitsplatz, um die Arbeiter vor einem zweiten Murgang zu warnen;
- Sicherheit der Kommunikation. Die Verbindungen müssen von der Arbeitsorganisation unabhängig sein. Begleitperson bei Maschinisten;
- Fluchtwege offen halten (auch für Geräte und Maschinen);
- Kraftwerke anfragen (Schwallwellen, etwa beim Anfahren der Turbinen).

²Gefährdungspotenzial mit zuständiger Behörde absprechen (Wasserbaupolizei).



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

c. Kontakt zur zivilen Einsatzleitung

Ein ständiger Kontakt zur zivilen Einsatzleitung ist Voraussetzung für einen sinnvollen Katastropheneinsatz der Truppe. Die Einsatzleitung klärt die Dringlichkeit von Massnahmen ab und entscheidet beispielsweise, ob für ein Bauwerk eine definitive oder erst eine provisorische Lösung gewählt wird. Sie ernennt Fachleute, welche die Arbeiten so weit als möglich begleiten.

d. Dringlichkeit von Massnahmen

¹Vor allem wenn die Mittel knapp sind, muss die Dringlichkeit einer Arbeit abgeklärt werden. Einerseits geht es um die richtige Prioritätensetzung, andererseits sollen folgenschwere Fehler, zum Beispiel im Hinblick auf eine übergeordnete Planung, vermieden werden.

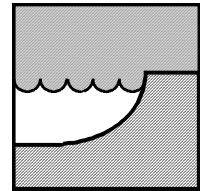
²Solange eine fachkundige Anleitung fehlt, muss zurückhaltend vorgegangen werden:

- bestehende Gehölze schonen;
- keine Blöcke aus der natürlichen Flussole entfernen;
- Schäden an erdverlegten Leitungen vermeiden;
- keine Präjudizien schaffen.

³Allgemeiner Grundsatz: so viel wie nötig, so wenig wie möglich.

e. Definitivum oder Provisorium

¹Es muss bald bekannt sein, ob ein Bauwerk nur eine provisorische Aufgabe übernimmt oder ob es ein Definitivum darstellt. Daraus ergibt sich eine Reihe von Unterschieden:



Provisorium	Definitivum
<ul style="list-style-type: none"> -Begleitung von ziviler Seite so gut als möglich -Bauwerk soll in das spätere Definitivum einbezogen oder aber leicht wieder entfernt werden können (Wiederverwendbarkeit bzw Entsorgung des Baumaterials bedenken) -Kriterien wie Dauerhaftigkeit und Aussehen sind weniger wichtig 	<ul style="list-style-type: none"> -Bau muss von Fachleuten der zivilen Einsatzleitung begleitet sein, evtl wird ein Projekt ausgearbeitet -wird vor allem bei kleineren Schadenslagen angestrebt

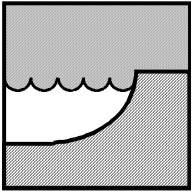
Tabelle 4.5
Unterschiede: Provisorium/Definitivum

²Gerade bei kleinen Schadenslagen wird häufig von Beginn weg eine definitive Lösung angestrebt. Bei ausgedehnten Schäden ist dies aber oft nicht möglich, sei es, weil die nötigen Mittel fehlen (der Wiederaufbau dauert oft Jahre), oder weil die Gelegenheit wahrgenommen wird, ein Gesamtkonzept für die Hochwassersicherheit eines Gebietes auszuarbeiten. In diesem Fall müssen provisorische Massnahmen die Zeit bis zur Realisierung der definitiven Bauwerke überbrücken (Zeitraum mehrere Jahre).

f. Besondere Merkmale zum Einsatz

Arbeiten am Wasser verlangen Einhaltung bestimmter Qualitätsanforderungen. Wichtig sind daher:

- bei unbekanntem Baumethoden ist die Truppe direkt von kompetenten Fachleuten zu instruieren;
- eine Auswechslung der arbeitenden Truppe kann die Arbeiten, auch im zeitlichen Ablauf, schwer beeinträchtigen. Deshalb sind Truppenwechsel auf ein absolut notwendiges Minimum zu reduzieren. Die Kontinuität und die Weitergabe von Informationen sind unbedingt zu Gewähr leisten.



42.2 Schadensbegrenzung während eines Hochwassers

42.2.1 Grundlagen

¹Ein Einsatz ist vor allem dann erfolgversprechend, wenn die Schwachstellen an einem Gewässer sowie geeignete Gegenmassnahmen schon aus früheren Ereignissen bekannt sind. Am ehesten wissen die lokalen Organisationen (zum Beispiel Feuerwehr) darüber Bescheid und verfügen auch über die nötigen Materialien und Geräte, um unter hohem Zeitdruck richtig handeln zu können. Eine rasche Kontaktnahme ist daher besonders wichtig.

²Typische oder denkbare Einsätze sind nachstehend kurz zusammengestellt:

42.2.2 An niedrigen Brücken oder Wehren

¹Drohende Verklausung durch Treibholz oder eine Zuschüttung des Durchflussquerschnittes mit Geschiebe (letzteres häufig am Übergang einer steileren in eine flachere Bach- oder Flussstrecke).

²Massnahmen:

- festhängendes Treibholz entfernen (möglichst schon oberhalb eines Engnisses);
- Auflandungen im Durchflussquerschnitt fortwährend ausbaggern; nicht quer zur Strömung, sondern längs und versuchen, eine Wasserrinne offen zu halten.

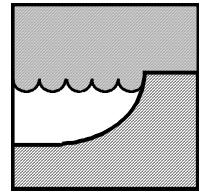
³Gefahren:

- grosse Strömungskräfte können auch Bagger erfassen;
- verspanntes Holz (→ Kapitel 45);
- Nachfolgeereignisse beachten (zum Beispiel Murgang), Alarmposten einrichten (→ Kapitel 42.1.4);
- Treibholz entfernen.

⁴Ist die Verklausung nicht mehr zu stoppen, Brücke frühzeitig verlassen und absperren.

42.2.3 An Ufern

¹Zerstörung der Ufer infolge Seitenerosion und Unterspülung vor allem an den Kurvenausenseiten.



²Massnahmen:

- Einhängen von Fichten oder Tannen in den Uferbereich des Gewässers. Stamm am Ufer verankern, Krone hängt frei flussabwärts (→ Kapitel 42.3.3);
- Einlegen von Senkwalzen (Walzen aus Drahtgeflecht mit Steinen gefüllt);
- Einschütten von Blöcken;
- Schütten von Buhnen etwas weiter flussaufwärts, ebenfalls aus Blöcken; sie bewirken eine Strömungsablenkung.

³Gefahren:

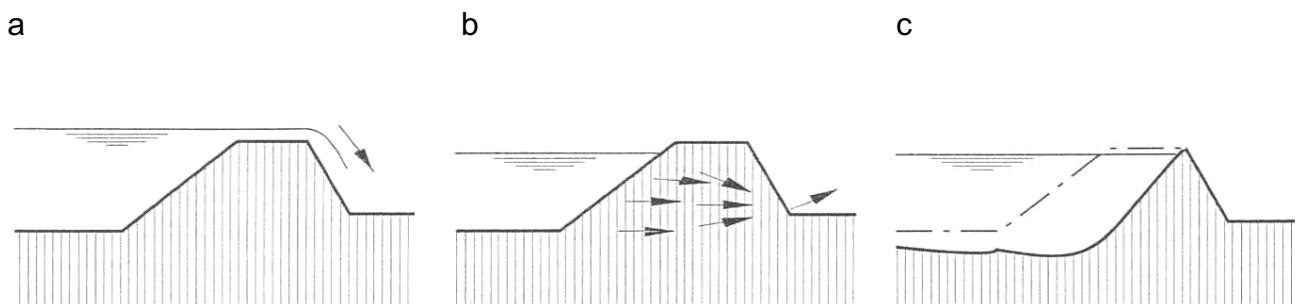
- Befahren von unterspülten Ufern mit schweren Geräten;
- Buhnen können das Gegenufer gefährden.

⁴Für ein effizientes Arbeiten müssen geeignete Materialien, genügend Transportmittel sowie Zufahrten vorhanden sein. In der Praxis ist dies nur der Fall, wenn vorgängig Vorbereitungen getroffen wurden.

42.2.4 An Hochwasserschutzdämmen

¹Ein Damm kann auf verschiedene Arten zerstört werden:

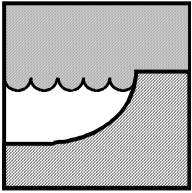
- infolge Überflutung, verursacht durch zu hohen Wasserstand, durch Auflandung des Flussbettes oder durch lokales Überspülen; oft verbunden mit Rückwärtserosion wegen erhöhter Strömung entlang der luftseitigen Dammböschung;
- infolge Durchsickerung und innerer Auswaschung (Bildung trüber Quellen an der Luftseite);
- durch Zerstörung des Böschungsfusses (zum Beispiel infolge Tiefenerosion).



a Überflutung, b Durchsickerung, c Tiefenerosion

Bild 4.7

Zerstörungsmechanismen an Dämmen



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

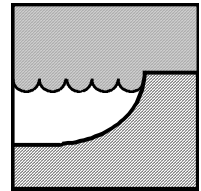
42 Arbeiten am Wasser

²Massnahmen:

- Überwachung der Luftseite auf Überflutung und Quellenbildung;
- Entfernen oder Lösen von festhängendem Treibholz, wasserseitigem Dammbewuchs oder anderen Einengungen;
- denkbar ist auch eine luftseitige Verstärkung des Dammes bei Quellenbildung oder allenfalls eine lokale Aufschüttung.

³Gefahren:

- werden an der Luftseite des Dammes trübe Quellen festgestellt oder lässt sich die Überflutung nicht mehr verhindern, muss der Damm sofort geräumt und der Zugang abgesperrt werden. In beiden Fällen besteht die unmittelbare Gefahr eines Dammbrechens.



42.3 Massnahmen nach dem Hochwasser

42.3.1 Ausräumen des ursprünglichen Bachgerinnes

¹Geräumt wird grundsätzlich nach Weisungen der Wasserbaupolizei.

²Vordringlich ist meist die Entfernung aller sperrigen Materialien (Baumstämme, Strünke, Stahlträger usw). Kein Perfektionismus, wenn eine saubere Räumung nicht ausdrücklich angeordnet wurde. Den Rest der Arbeit dem Bach überlassen (Zeitersparnis, Deponieproblem). Bei Gewässern mit natürlicher Kieselsohle keine Blöcke aus der Sohle entfernen.

42.3.2 Sicherung beschädigter oder zerstörter Ufer

a. Schadensbilder

Verschiedene Grade von Uferschäden sind möglich:

- Beschädigung oder Zerstörung des Uferschutzes;
- Vernichtung der Nutzflächen;
- Zerstörung oder Gefährdung von Verkehrsanlagen oder Gebäuden;
- steiler Flankenbruch (Erdrutsch ins Gewässer) nach Unterspülung.

- ① Flachufer erodiert
- ② Flankenbruch
- ③ gefährdete Fundation

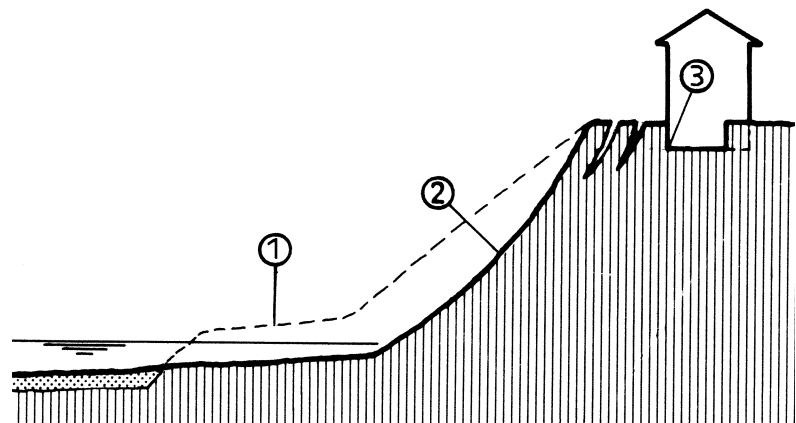
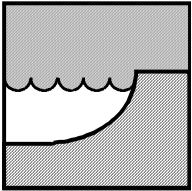


Bild 4.8
Ufererosionen



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

b. Massnahmen

¹Wenn möglich wird die Uferbefestigung von Beginn an definitiv repariert. Dies erfordert in der Regel umfassende Planung und Begleitung von ziviler Seite.

²Wenn eine definitive Wiederherstellung noch nicht in Frage kommt, muss wenigstens eine provisorische Sicherung erstellt werden, um das geschwächte Ufer bis zum definitiven Ausbau gegen weitere Schäden zu schützen. Die Beachtung der folgenden allgemeinen Grundsätze erleichtert die Arbeiten für die spätere definitive Lösung wesentlich:

- Gerinne keinesfalls einengen, sondern im Gegenteil die provisorische Sicherung nach Möglichkeit zurückversetzen (volle Freiheit für den definitiven Ausbau);
- Zugänglichkeit Gewähr leisten (für spätere Arbeiten).

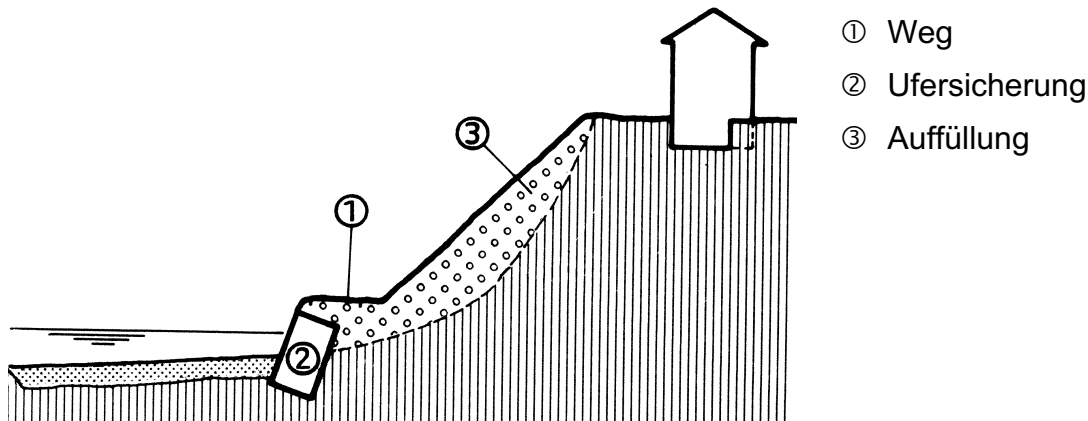
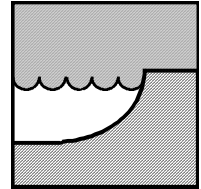


Bild 4.9
Prinzipskizze Sicherungsmassnahmen

³Bei einem hohen Ufer- oder Flankenabbruch sind infolge Destabilisierung der Böschung weitere Nachrutsche möglich. Die Ufersicherung ist gleichzeitig eine Sicherung des Böschungsfusses; sie muss zusätzlich hinterfüllt werden.



42.3.3 Schliessen der Dammbreschen

¹Typisches Schadensbild: der Fluss bricht aus und überschwemmt grossflächig; häufig ist das Flussbett unterhalb der Bresche aufgelandet.

²Mögliche Vorgehensweisen zum Schliessen durchflossener Dammbreschen oder Zurücklenken ausgebrochener Bäche:

- Vorkopfschütten von grobblockigem Material mit Greiferbagger oder direkt ab Lastwagen; wenn möglich genau versetzen (bei grösseren Gewässern schwierig); später Abdichten durch Einschütten von feinerem Material auf der Wasserseite;

- Tannen einhängen und Schwellenböcke setzen (Länge etwa 4 m, Höhe etwa 1,5 m, Rundholz 10 bis 15 cm, Abstand 4 bis 6 m);

Mittel: Verankerungsmaterial, Pfosten, Material zum Zimmern;

Geräte: Sägen, Schlägel, Beile, Pickel;

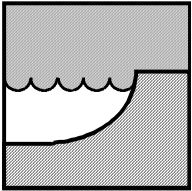
Aufwand: für eine Gruppe mit 6 bis 10 Mann etwa 1 Stunde pro Tanne;

- Erhöhung der Uferlinie mit Brettern, durch Pfähle gehalten;

- Sandsäcke auslegen und aufschichten (kleinere Breschen, längere Dauer);

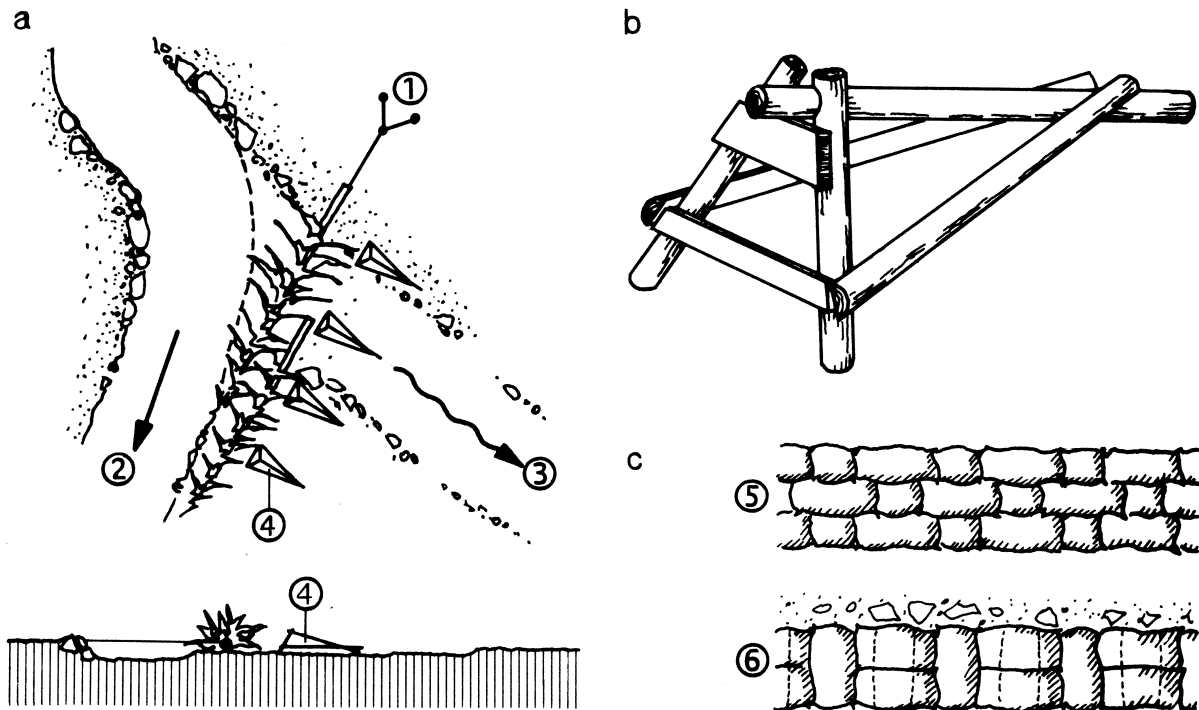
Mittel: pro m² Fläche etwa 32 Säcke;

Aufwand: pro m² Fläche etwa 2 Mann-Stunden.



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser



a Einhängen von Tannen, b Schwellenböcke, c Sandsackwälle

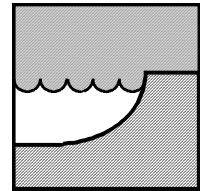
Bild 4.10

Massnahmen zum Zurückklenken von ausgebrochenen Bächen

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| ① Verankerung | ④ Schwellenböcke |
| ② ursprüngliches Bachbett | ⑤ Ansicht Sandsackwälle |
| ③ Ausbruch | ⑥ Grundriss Sandsackwälle |

³Diese Massnahmen finden unter hohem Zeitdruck statt.

⁴Falls das Flussbett unterhalb der Bresche stark aufgelandet oder gar verschüttet wurde, muss gleichzeitig ein provisorisches Gerinne gegraben werden, um den Fluss erfolgreich umleiten zu können. Dabei ist es wichtig, möglichst viele Bagger örtlich konzentriert an einem Gerinne einzusetzen, weil sonst der Fluss das eben ausgegrabene Bett laufend zuschütten kann.



42.3.4 Reparatur der Querwerke

¹Bäche werden durch Querwerke (Wildbachsperrern, Schwellen) fixiert, um eine Tiefenerosion des Baches zu verhindern. Deshalb ist eine provisorische Instandstellung beschädigter oder zerstörter Sperrern oft dringend, da sonst beim nächsten Hochwasser Folgeschäden rasch eintreten können (Bedrohung der Oberliegersperrern, Einsetzen von Rutschungen); Auftrag und Anweisungen zum Bau erteilt die zivile Einsatzleitung.

²Beispiele für Querwerke und Schwellen (→ Kapitel 42.4.2).

42.3.5 Neubau eines Bachgerinnes

¹Der Neubau eines Bachgerinnes kann zum Beispiel nötig werden:

- im Rahmen eines Bauprovisoriums;
- wenn das Bachbett am alten Ort nicht mehr rekonstruiert werden kann (Erdrutsche, Bergstürze).

²Ein neues Gerinne wird nur auf Weisung der zivilen Einsatzleitung erstellt. Eine Fehleinschätzung hinsichtlich Sohlenerosion oder Auflandung kann im Hochwasserfall grosse Schäden zur Folge haben, vor allem bei steilen Bächen.

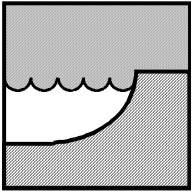
³Keine übergrossen Gerinne ausheben. Auf keinen Fall darf sich durch eine Umleitmassnahme eine neue Gefährdung ergeben (etwa durch Verklausungen an einem Engpass). Ohne fachliche Anleitung sollte zurückhaltend vorgegangen werden (→ Kapitel 42.1.4).

⁴Sind nur kleine, nicht stark ändernde Abflüsse zu bewältigen, genügt oft ein Kännel oder ein Rohr als provisorische Ableitung (→ Kapitel 42.4.1).

42.3.6 Öffnen verstopfter Durchlässe

¹Situation: ein Durchlass unter einer Strasse oder Brücke ist verstopft. Der Bach fliesst über den Verkehrsweg, der mit Geschiebe bedeckt ist.

²Vorgehen: Durchlass von der oberen Seite her ausgraben (mit Bagger oder von Hand); verstopft ist meist nur der Anfangsbereich des Durchlasses.



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

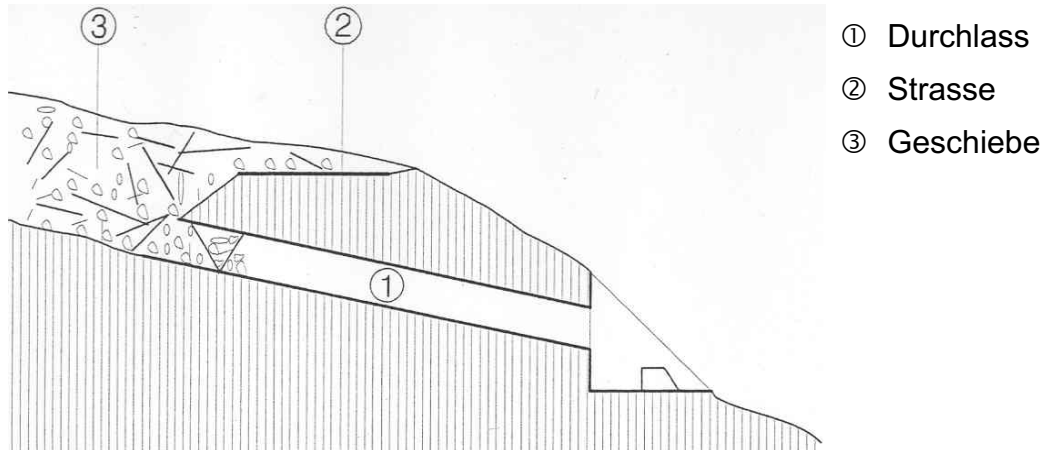


Bild 4.11
Verstopfter Durchlass

Gefahren:

- Bachdurchlass nie von unten her öffnen, da die Verstopfung plötzlich ausbrechen kann;
- Nachrutschen von Ablagerungen im Räumungsbereich; Ablagerung gut entwässern;
- Arbeitsbereich grossräumig freilegen;
- Gefahr eines Nachfolgeereignisses (zum Beispiel zweiter Murgang bei anhaltendem Regenwetter); Warnposten und Fluchtwege einrichten oder Wetterbesserung abwarten.

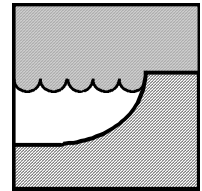
42.3.7 Räumen eines Sees von Treibholz

¹Treibholzansammlungen gefährden nicht nur Schiff-Fahrt und Naturschutzgebiete; sie können auch gefährliche Verklausungen am Seeauslauf (Brücken) verursachen. Sie sind daher frühzeitig zu entfernen.

²Seeräumungen werden meist in Zusammenarbeit mit anderen Organisationen durchgeführt (Zivilschutz, Pontonierfahrverein, Feuerwehr, Schifffahrtsgesellschaft, Private).

³Eine Räumung setzt voraus, dass die Entsorgung des Räumgutes geregelt oder ein genügend grosses Depot vorhanden ist (Einbezug der geltenden Umweltverordnungen des Bundes und der Kantone).

⁴In Grenzgewässern sind die zuständigen Behörden des Nachbarlandes zu konsultieren.



a. Mögliche Vorgehensweisen zum Sammeln des Treibgutes

- Treibgut mit Booten auf dem See dicht zusammenschieben (oft sammelt es sich von selbst zu schwimmenden Inseln), mit Schwimmkran entnehmen und auf leistungsfähige Transportboote (Nauen) verladen;
- wo möglich Treibgut direkt zu einer Entnahmestelle am Ufer schieben und mit dem Kran bergen;
- feineres Material einzeln in Transportbooten einsammeln und zur Entnahmestelle transportieren;
- mittels Fähren mit aufmontiertem Seilzug grössere oder verhängte Teile herauszerren (Erleichterung für die Transportboote), vor allem in schlecht zugänglichen Winkeln oder Buchten;
- an empfindlichen Stellen, zum Beispiel Naturschutzgebiete, muss das Material mit Booten einzeln entfernt werden; mit Bauklammern anhängen und herausziehen;
- Entnahme mit Flösserkette (→ Bild 4.12). Dabei ist zu achten, dass die Kettenglieder aus möglichst gleichmässig starken Baumstämmen bestehen, um auch feines Material effizient zurückhalten zu können. Distanz zwischen den Gliedern nur so lang, dass genügend Beweglichkeit Gewähr leistet ist.

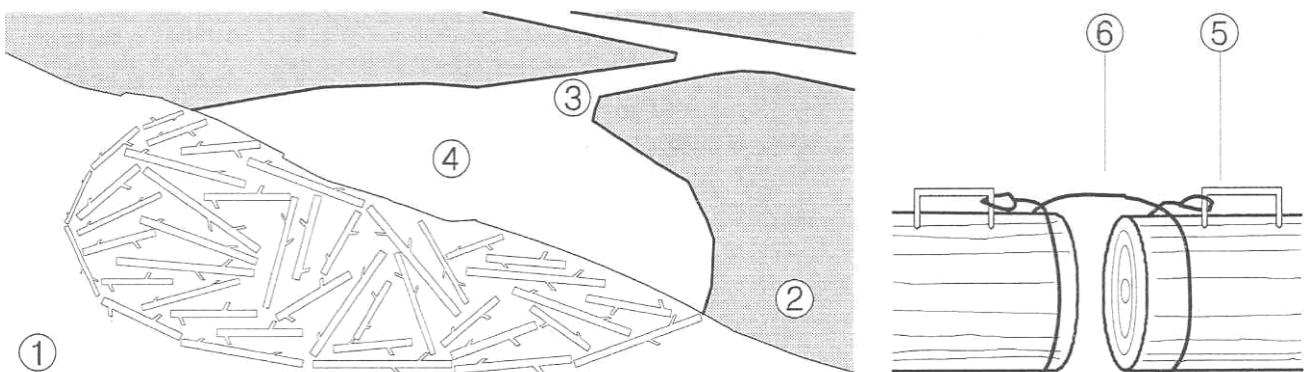
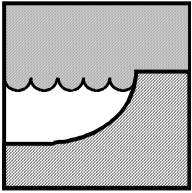


Bild 4.12
Entnahmestelle mit Flösserkette als Zwischendepot

- | | | |
|--------|-----------------|---------------------------|
| ① See | ③ Zufahrt | ⑤ Bundhaken |
| ② Ufer | ④ Entnahmeplatz | ⑥ Drahtseil, Strippe, usw |



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

b. Organisation der Entnahmestelle

¹Die Entnahmestelle sollte in einem flachen Uferbereich mit genügend Bewegungsfreiheit für die Maschinen und mit guter Zufahrt liegen. Eine feste Flösserkette kann als Zwischen-depot dienen, welches das gesammelte Material bis zur Bergung zusammenhält (vor allem für feineres Material geeignet).

²Grobes Material mit Winden herausziehen.

c. Allfällige Behandlung am Ufer

- Grobes Material zerkleinern;
- kleineres Material direkt entnehmen und aufladen;
- aufbereitetes, markiertes Holz aus gewässernahen Holzdepots aussortieren und Eigentumsrechte beachten.

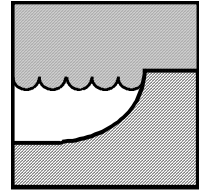
d. Gerät

- Boote;
- Bagger, zum Teil auch Lastwagen mit Mehrschaufelgreifer ausgerüstet (Langmaterialwagen Steyr mit Greifer, Forst-Lastwagen, Autoschrott-Lastwagen);
- evtl Ladeschaufeln für Auflad;
- Winden, Seilzeug;
- Motorsägen; grosser Kettenverschleiss, da das Holz meist stark mit Feinsand und anderen holzfremden Materialien durchsetzt ist.

e. Leistung

Die Leistungen hängen stark von den Umständen ab und schwanken beträchtlich. Erhobene Erfahrungswerte für 1000 t ausgeräumtes Material liegen etwa im folgenden Bereich:

- Arbeitsstunden: 2000 bis 4000 Stunden
- Aussenbordmotoren: 500 bis 1000 Stunden
- Kettensägen: 100 bis 200 Stunden
- Bagger: etwa 100 Stunden



f. Sicherheit

- Rettungswesten (Schwimmwesten);
- Arbeiten mit nassem Holz erfordern grosse Vorsicht und gutes Schuhwerk (Rutschgefahr);
- allgemeine Sicherheitsvorschriften bei Arbeiten mit Motorsägen.

g. Hygiene

- Die Arbeit im Wasser birgt die Gefahr von Hautausschlägen; häufig waschen, duschen, Kleider wechseln; Arbeitshandschuhe verwenden.

42.4 Bauwerke am Wasser

42.4.1 Kännel

a. Zweck und Anforderungen

¹Kännel sollen Wasser und zum Teil Feststoffe schnell und sicher ableiten (hohe Geschwindigkeiten). Typische Anwendungsgebiete sind:

- provisorische Um-/Ableitungen zum Beispiel während der Bauarbeiten;
- Entwässerungen in Rutschgebieten.

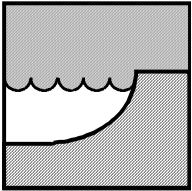
²Die hohen Geschwindigkeiten führen zu einer Reihe von hydraulischen Problemen. Ausserdem entwickeln grosse Wassermengen bedeutende Kräfte, die den Kännel gefährden können. Bei eingebetteten Känneln kann austretendes Wasser einerseits die Foundation angreifen und andererseits unerwünschte Feststoffe in den Kännel spülen.

³Komplexere oder definitive Bauwerke sind sorgfältig zu planen.

b. Hydraulische Probleme und Massnahmen

¹Selbst bei kleinen Wassermengen und geringen Gefällen ergeben sich hohe Geschwindigkeiten, welche schwer zu kontrollieren sind (Tabelle 4.6).

²Die hohen Geschwindigkeiten können durch Einbauen kleiner Absturzbauwerke gebrochen werden. Lassen sich die hydraulischen Probleme in einem Kännel aber nicht befriedigend lösen, bleibt als Alternative eine Abtreppung (→ Kapitel 42.4.2).

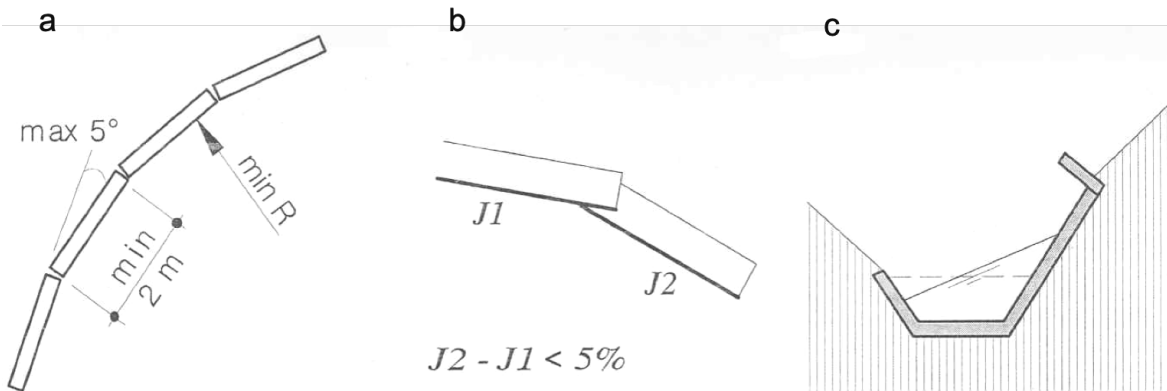


4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

Problem	Massnahmen
Schrägstellen des Wasserspiegels in den Kurven	minimale Kurvenradien; Aussenseite erhöhen; evtl auch Prallbrett anfügen (→ Bild 4.13 c)
Luftaufnahme (weisses Wasser) und damit höherer Wasserstand	Probleme ab Gefällen von etwa 10 bis 20 % (bei rauhen Gerinnen früher als bei glatten). In steilen Gerinnen kann sich der notwendige Abflussquerschnitt mehr als verdoppeln
Starke Wellenbildung vor allem bei Störungen (Abstürze, Kurven, Einengungen, Aufweitungen, Einmündungen)	allgemein: Störungen möglichst gering halten - Einhalten eines Freibordes gegen Wellen (= zusätzliche Kännelhöhe) - minimale Kurvenradien einhalten (→ Bild 4.13 a) - Gefällsbrüche beschränken (→ Bild 4.13 b) - keine abrupten Einengungen - Einmündungen sorgfältig ausbilden

Tabelle 4.6
Hydraulische Besonderheiten in Känneln



a Kurvengeometrie, b maximale Gefälldifferenz, c Erhöhung der Kurvaussenseite und/oder Prallbrett

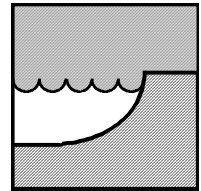
Bild 4.13

Massnahmen zur Vermeidung von Wasseraustritten

c. Grundsätze zur Bestimmung der Abflusskapazität

Die Abflusskapazität wird durch die oben erwähnten Probleme eingeschränkt. Dies wird wie folgt berücksichtigt:

- um austretende Wellen vollständig zu vermeiden, sind von der Gerinnehöhe (H) folgende Abzüge (HIF = Freibord) vorzusehen:



H = 0 bis 20 cm:	HF = 60 %
H = 20 bis 50 cm:	HF = 50 %
H = 50 bis 100 cm:	HF = 40 %
darüber	HF = 30 %
(Mindestwert:	HF = 5 cm)

- ① Luftaufnahme
- ② Restquerschnitt

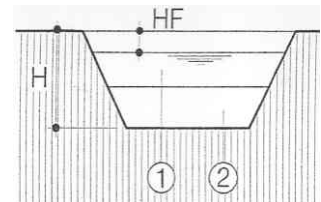


Bild 4.14
Einschränkung der Gerinnekapazität

- Die Luftaufnahme verringert den rechenbaren Gerinnequerschnitt weiter (entsprechend obigen Bemerkungen um bis zu 50 % und mehr);
- zur Abschätzung der Kapazität des verbleibenden Querschnittes wird auf Kapitel 42.5.3 verwiesen.

d. Ausführung typischer Holzkännel

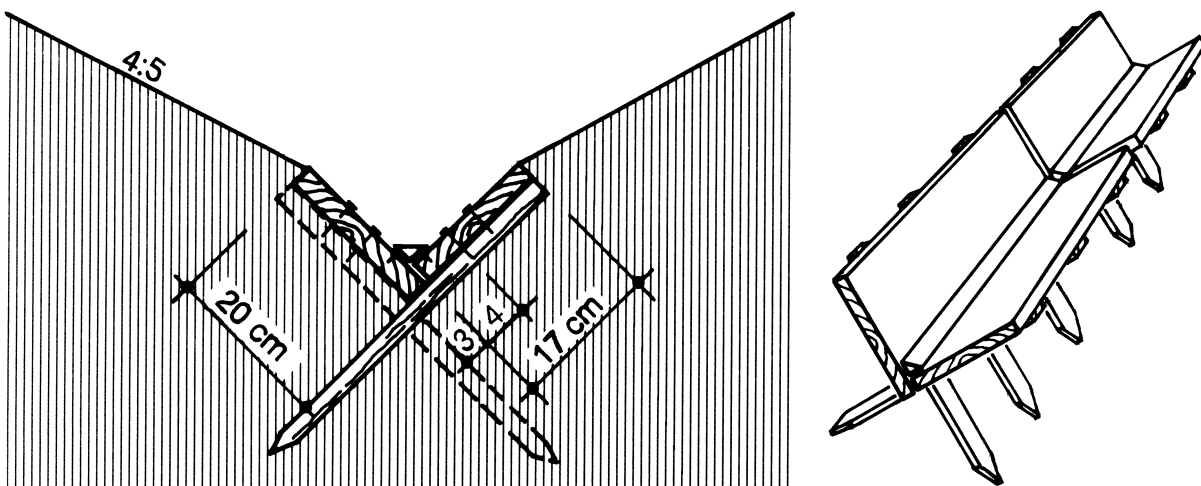
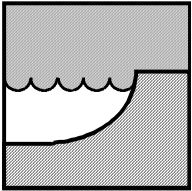


Bild 4.15
Dreieckkännel



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

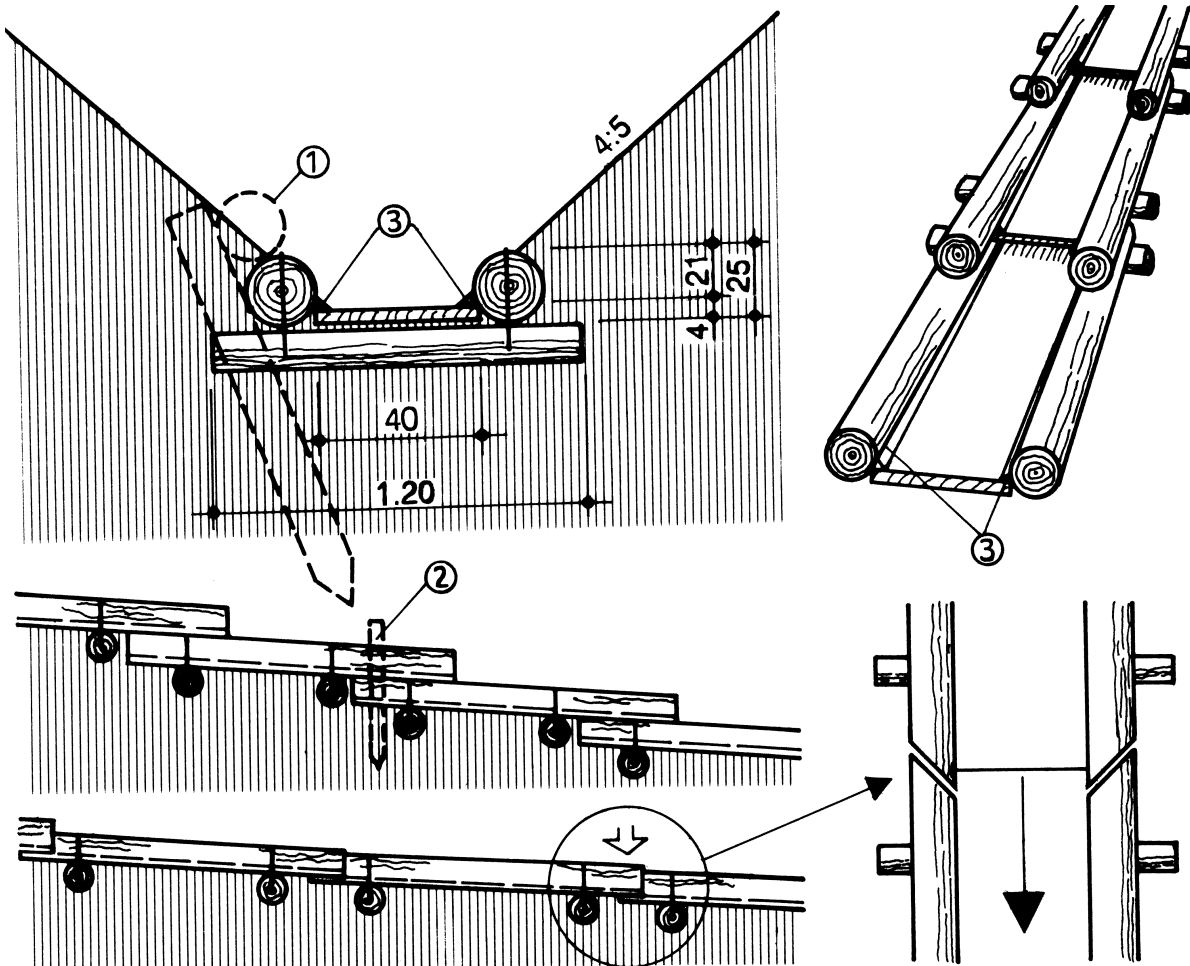


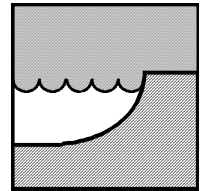
Bild 4.16

Rundholz-Rechteckkännel

- ① evtl Erhöhung
- ② evtl Führungspfahl
- ③ Dreikant-Holzleisten zur Abdichtung

e. Andere Bauten

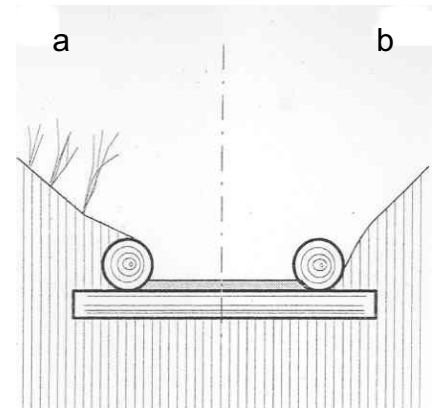
- Vorgefertigte Kännel aus Blech, Kunststoff oder Beton finden häufig in der Entwässerung Einsatz; die obere Breite derartiger Elemente schwankt üblicherweise zwischen 30 cm und 1 m;
- Rohrleitungen (vor allem bei Bauarbeiten).



f. Einbettung

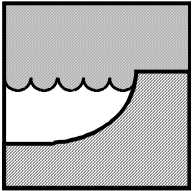
Gefahrenquellen für den Bestand des Kännels sind die Kräfte des schnellfließenden Wassers, die seitliche Erosion und Abheben durch Frost. Der Auflagerung und Einbettung ist daher besondere Beachtung zu schenken. Empfohlen werden mindestens:

- 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 (→ Bild 4.16);
- Übergang von einem Kännелеlement auf das nächste genügend überlappen, evtl abdichten.



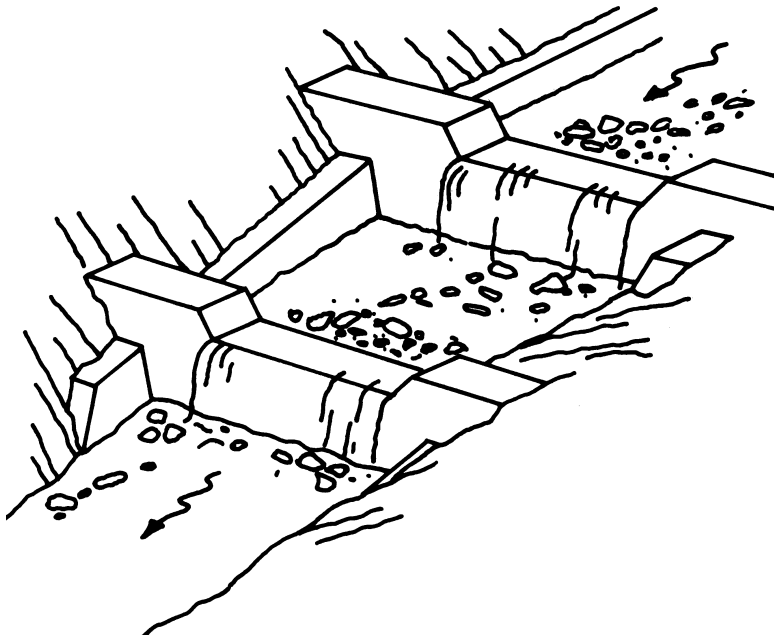
a richtige
b falsche Ausführung

Bild 4.17
Einbettung



42.4.2 Wildbachsperren

¹Wildbachsperren sind eine Massnahme gegen die Tiefenerosion des Baches und können wie folgt ausgebildet werden:



- Holzkasten und einwandige Holzsperrern;
- Steinkörbe;
- spezielle (zum Beispiel Fertigelemente aus Beton oder Metall);
- Beton, zum Teil auch Steinmauern, vor allem für grössere Sperren.

Bild 4.18
Bestandteile einer Wildbachverbauung

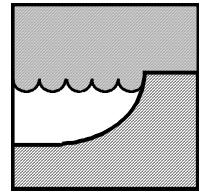
²Im Rahmen des Baueinsatzes im Katastrophenfall kommen praktisch nur Sperren aus Holz und Steinkörben zur Anwendung. Insbesondere bei den Holzbauten gibt es eine grosse Formenvielfalt.

a. Grundlagen für kleinere Querwerke

¹Die Standsicherheit von Wildbachsperren ist vor allem bedroht durch:

- Unterkolkung (Aushöhlung der Foundation durch das fallende Wasser);
- Umfliessen der Sperre.

²Die Anlage muss diesen Punkten im Grundriss, in den Abmessungen und in der Konstruktion samt allfälligen Ergänzungsbauten (Leitwerke, Kolkschutz) Rechnung tragen.



³Weitere Massnahmen zur Verlängerung der Lebensdauer sind:

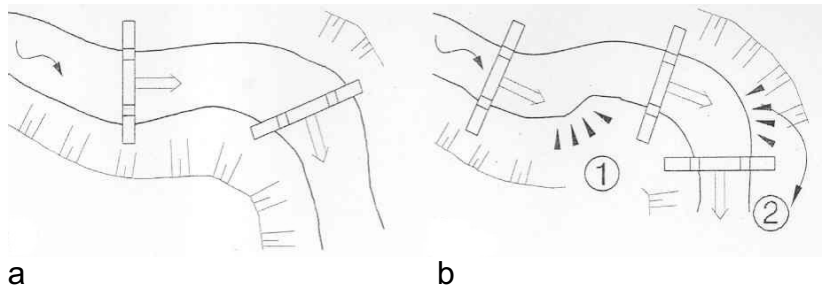
- auswechselbare Konstruktionen für stark beanspruchte Teile bevorzugen (Flügel, Überfallkante, Kolkschutz);
- Ufergehölz schonen (Hangstabilisierung; Beschattung = längere Lebensdauer der Holzsperrren).

⁴Die Hinterfüllung der Sperre muss hingegen nur so weit erfolgen, als diese baulich erforderlich ist. Der Rest ist dem Bach zu überlassen.

b. Anordnung der Querwerke im Grundriss

Die Senkrechte auf die Mitte der Abflussection der Oberliegigersperre soll auf die Abflussection der Unterliegigersperre zielen:

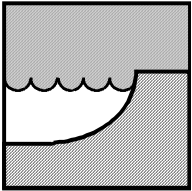
- ① Ufererosion
- ② Umfliessen



a richtige, b falsche Anordnung

Bild 4.19

Querwerke im Grundriss



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

c. Wichtige Abmessungen für kleinere Querwerke

¹Grobe Richtwerte für die wichtigsten Abmessungen (→ Bild 4.20) sind in Tabelle 4.7 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 Unterkollung 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 Holzsperrern 1 bis 2 mal Holzdurchmesser	schützt gegen Unterkollung der Sperre (evtl Verstärkung durch Kolkchutz)

Tabelle 4.7
Übliche Werte für die Abmessungen des Querwerks

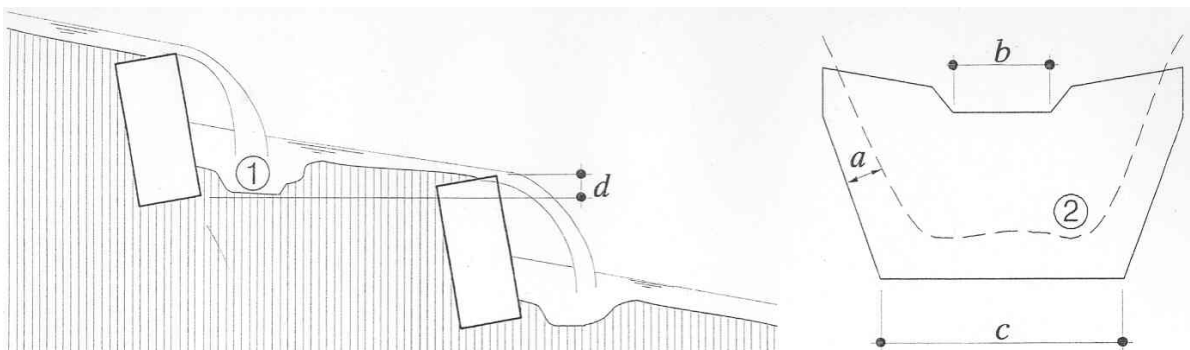
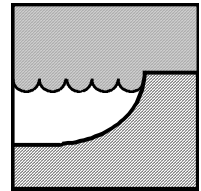


Bild 4.20
Abmessungen des Querwerks: Ansicht und Längsschnitt

① Kolkloch

② Bachprofil



²Abmessungen, welche sich aus Hydrologie, Untergrund und Geschiebe sowie aus allgemeinen Eigenschaften des Einzugsgebietes und des Gewässers ergeben, werden in jedem Fall durch Fachleute der zivilen Einsatzleitung vorgegeben. Es sind dies vor allem:

- 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 4.7 angegebenen Wertes;
- die Sperrenhöhe und damit der Sperrenabstand ergeben sich aus topografischen, wirtschaftlichen und anderen Überlegungen.

d. Querwerk aus doppelwandigen Holzkästen

¹Allgemeine Konstruktion der Holzkästen sowie Geräte, Material, Aufwand und Sicherheit (→ Kapitel 42.4.5).

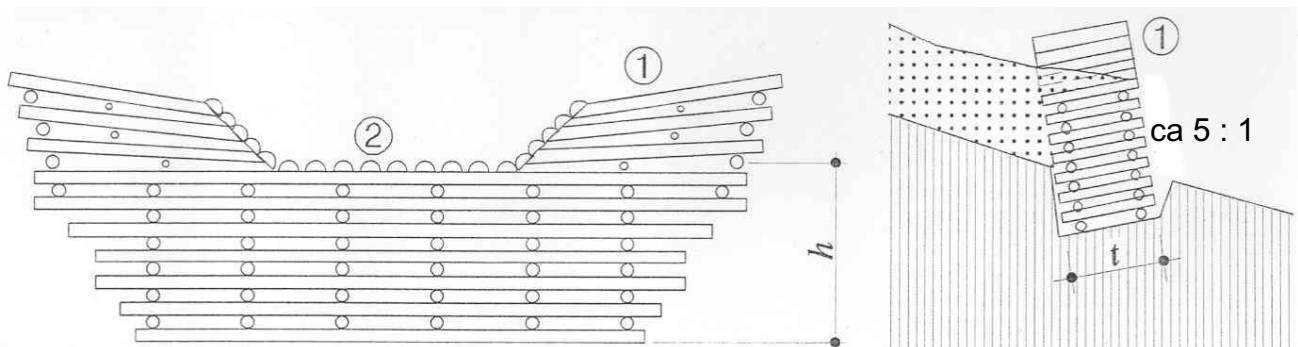


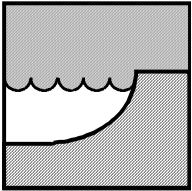
Bild 4.21

Doppelwandige Holzkastensperre: Ansicht und Längsschnitt

- ① Flügel
- ② evtl Halbrundhölzer als Abrasionsschutz

²Besonderheiten

- 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;



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

- 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)

Tabelle 4.8
Füllmaterial mit und ohne Feinanteil

³Daneben 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 Grundswellen gleichen (→ Kapitel 42.4.3).

⁴Flügel

Die seitlichen Flügel der Querwerke können mit der Holzkastentechnik oder mit Steinblöcken ausgebildet werden. Steinkörbe oder Steine sind schwer und belasten den Holzkasten zusätzlich, sodass besondere Vorsicht bei schlechtem, nicht tragfähigem Füllmaterial gefordert ist.

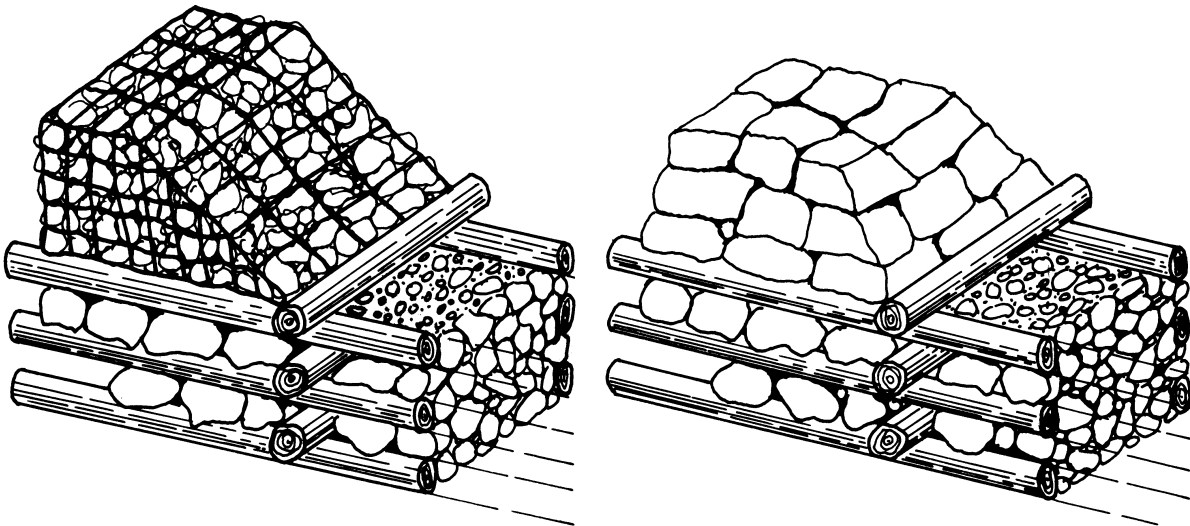
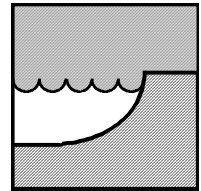


Bild 4.22
Flügel bei Holzkastensperren

⁵Im 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.

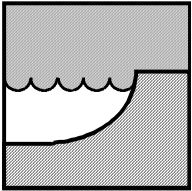
e. Querwerk aus Steinkörben

¹Für die Beständigkeit der Bauwerke aus Steinkörben sind beim Bau Sorgfalt und Aufsicht wichtig. Steinkörbe sollten nur dort zum Einsatz gelangen, wo kein anderes Material zur Verfügung steht (Hochlagen; entwaldete, unzugängliche Erosionsrinnen).

²Vor allem für definitive Bauwerke sind verdrehte Körbe den geschweissten vorzuziehen. Wenn möglich kräftige Drähte verwenden (auch mit Kunststoffummüllung erhältlich). Genaue Instruktionen sind vom Fachmann (Materiallieferant) einzuholen.

³Im Falle der Variante A (→ Bild 4.23) mit vertikaler Vorderfront ist das Drahtgeflecht an der Frontseite vor der abrasiven Wirkung des Geschiebes geschützt. Wichtig ist dabei:

- kantige Steine, die sauber geschichtet werden (wie Trockenmauerwerk);
- Frontseite sollte geschalt werden (Bäuche verhindern);
- Verstrebungen regelmässig einhängen (erhalten die Form).



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

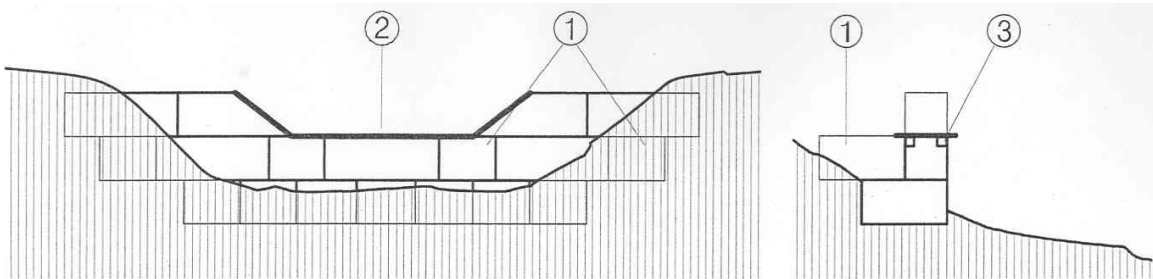


Bild 4.23

Querwerk aus Steinkörben, Variante A: Ansicht und Querschnitt

- ① Zangen (quer gelegter Korb)
- ② Abrasionsschutz (→ Bild 4.25)
- ③ eingelegte Balken (Möglichkeit zum Festnageln)

⁴Weniger günstig ist die Lösung gemäss Variante B (→ Bild 4.24) 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.

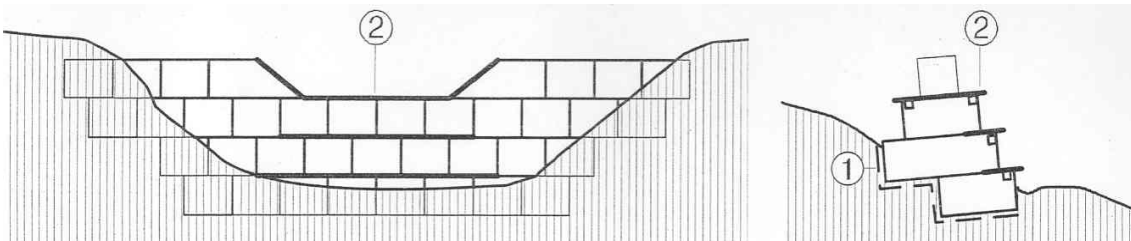


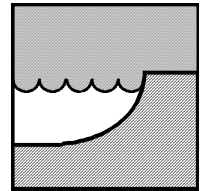
Bild 4.24

Querwerk aus Steinkörben, Variante A: Ansicht und Querschnitt

- ① Geotextil (Vlies)
- ② Abrasionsschutz

f. Leitwerke

¹Seitliche 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.



²Auch hier können wieder Holzkonstruktionen oder Steinkörbe zum Einsatz gelangen. Letztere sind in der Regel gegen Geschiebeabrasion zu schützen (→ Kapitel 42.4.3 und 42.4.4).

g. Abrasionsschutz

Bei geschiebereichen Bächen ist ein zusätzlicher Schutz gegen Abrasion (Abrieb) der Überfallkante nötig, zum Beispiel aus halbierten Rundhölzern oder Eisenbahnschwellen (zum Teil auch Fertigelemente). Unerlässlich ist ein Abrasionsschutz bei Steinkörben.

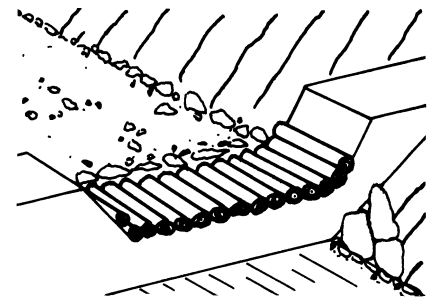


Bild 4.25
Abrasionsschutz

h. Kolkenschutz (Fallboden)

¹Häufig, vor allem bei grossen Höhen und insbesondere beim untersten einer Serie Querwerke, wird unterhalb des Querwerks ein Kolkenschutz eingelegt. Dieser besteht aus grossen Blöcken oder aus halbiertem, in Fließrichtung gelegtem Rundholz. Letzteres liegt dauernd unter Wasser. Das wird erreicht, indem beispielsweise:

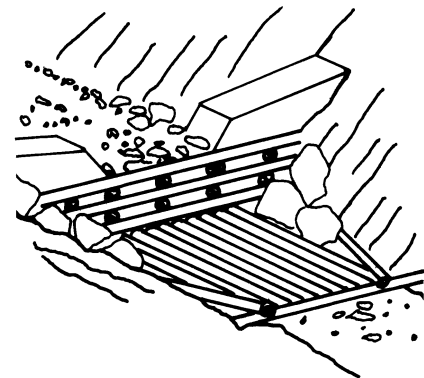
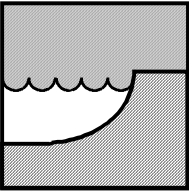


Bild 4.26
Fallboden aus Holz

- 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.



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

²Bei kleinen Sperrenhöhen und -abständen kann ein Holzrost bis über die Abfluss-Sektion der Unterliersperre gezogen werden. Er bildet dann zugleich deren Abrasionsschutz (oft bei einwandigen Sperrenabtreppungen).

³Das 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.

⁴Auch wenn ein eigentliches Leitwerk nicht nötig ist, gibt man der Böschung im Kolkbereich oft eine lokale Sicherung (meist Blöcke).

42.4.3 Grundschwellen

¹Um die Tiefenerosion bei flachen Gewässern zu verhindern, werden quer liegende Grundschwellen eingebaut. Diese werden aus Beton, Steinblöcken oder einfach aus quer gelegten Baumstämmen (Durchmesser etwa 30 cm) ausgeführt:

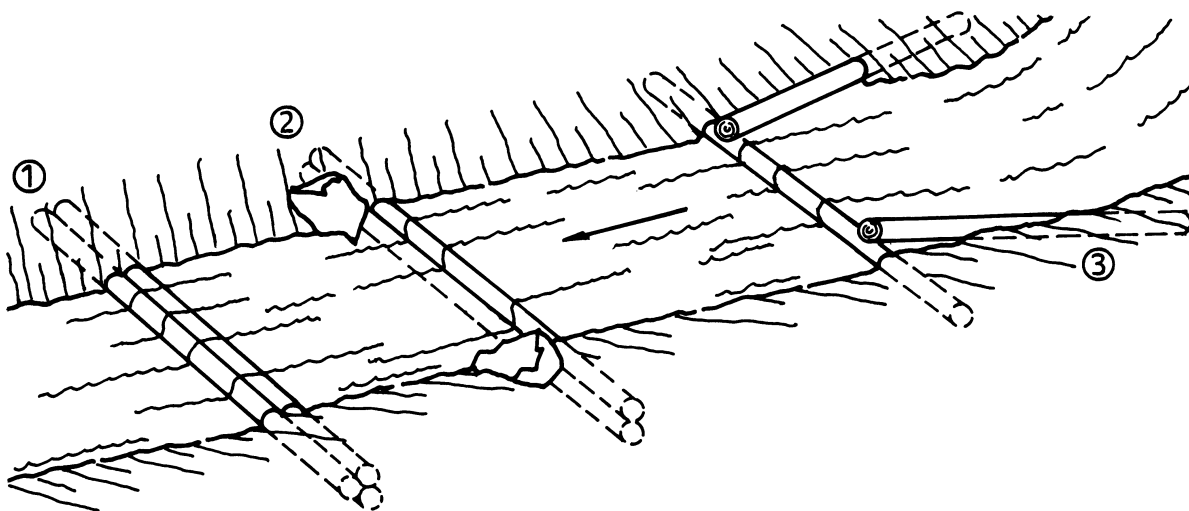
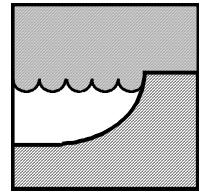


Bild 4.27

Grundschwellen aus Baumstämmen

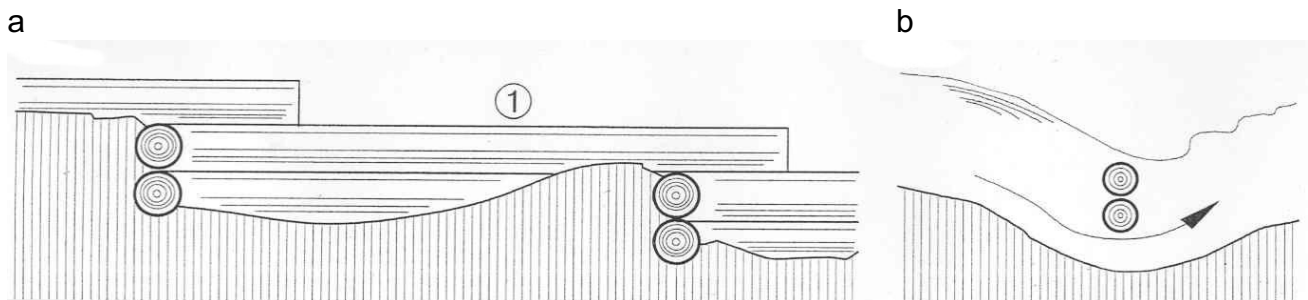
- ① Grundschwellen bestehen aus mehreren Baumstämmen
- ② Sicherung der Grundschwellen mit Blöcken oder Pfählen
- ③ Streichschwellen zum Schutze gegen Umfließen

²Schwellen sind gegen Unterspülung zu sichern. Massnahmen sind eine genügende Eindeckung durch die Unterlierschwelle, Kolkenschutz oder eine Unterbindung der Sickerströmung:



a. Mindesteindeckung

Die Mindesteindeckung eines einzelnen Baumstammes durch den nächstunteren beträgt eine halbe Stammdicke; dementsprechend bei zwei Baumstämmen maximal eine Stammdicke höher als die nächste darunter liegende. Daraus ergibt sich der erforderliche Abstand von Schwelle zu Schwelle.



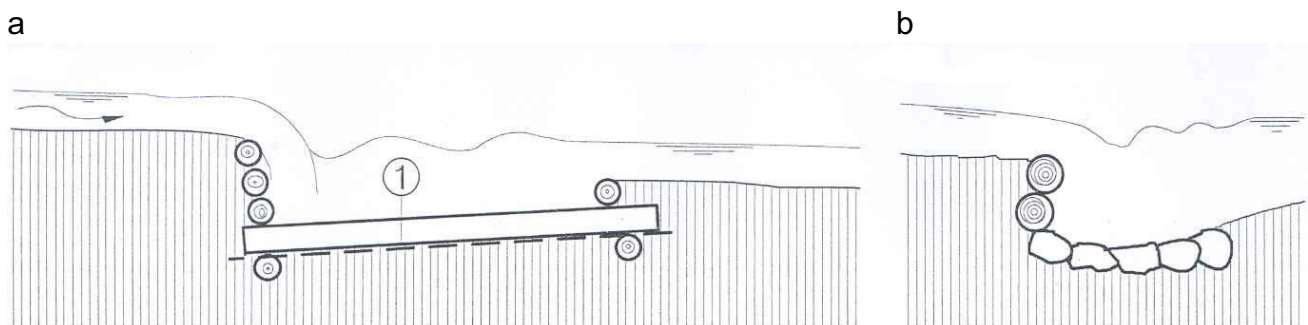
a Mindesteindeckung, b unterspülte Schwelle

Bild 4.28

Mindesteindeckung der Schwelle

① evtl Leitwerk aus Baumstämmen

b. Kolkenschutz



a Holzrost, b Blöcke

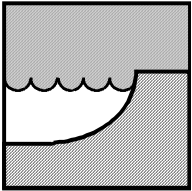
Bild 4.29

Kolkenschutz

① evtl Geotextil

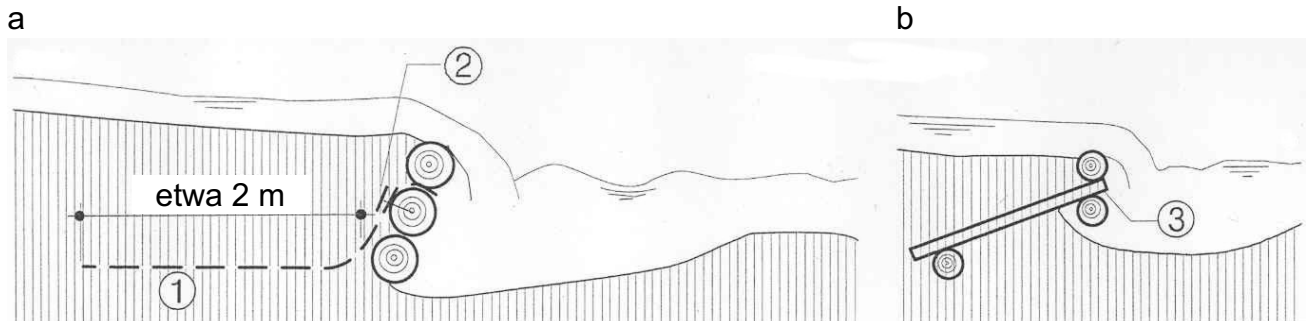
c. Sickerströmung unterbinden

¹Sickerströme unter Schwellen hindurch sind mit Geotextilien oder mit Brettern zu unterbrechen. Dadurch wird eine Unterspülung der Schwellen vermieden:



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser



a Geotextilien, b Bretter

Bild 4.30

Unterbindung der Sickerströmung

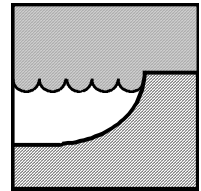
- ① Geotextil (Vlies)
- ② Nägel mit breiten Köpfen zur Befestigung des Vlieses
- ③ Bretter

²Gegen Umfließen der Grundswellen sind längs zum Gewässer Streichschwellen zu errichten (→ Bild 4.27). Die Lage der Schwellen sollte am Ufer dauerhaft markiert werden, um Zerstörungen bei Geschieberäumungen zu verhindern.

42.4.4 Ufersicherungen

a. Grundlagen

¹Eine 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

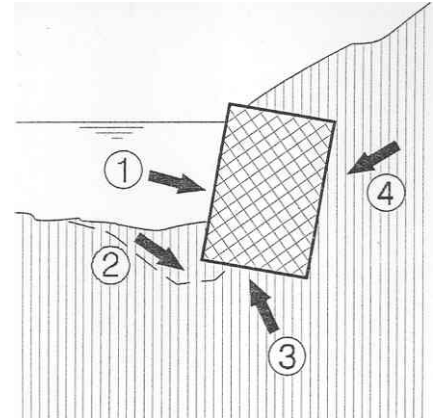


Bild 4.31
Beanspruchung einer Ufersicherung

²Für den Bestand einer Ufersicherung sind wichtig:

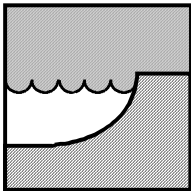
- genügend tiefe Fundation der Ufersicherung gegen lokale Kolke;
- evtl Ergänzung durch beweglichen, baulich abgetrennten Vorgrund (meist Blöcke);
- genügende Bemessung des Bauwerks (Hangdruck);
- besondere Massnahmen in der Fundation bei schlechtem Baugrund, etwa Fussverbreiterungen (zum Beispiel Holzrost), Pfählungen, Unterlegen von grossen Steinen und Blöcken.

³Der Schutz gegen Unterspülung infolge einer allgemeinen Eintiefung der Gewässersohle muss von Querwerken übernommen werden (→ Kapitel 42.4.2 und 42.4.3).

⁴Die 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 Truppe, 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).

⁵Ferner kann eine bestimmte Bauart bei einem definitiven Bauwerk Probleme aufwerfen, die für ein Provisorium weniger massgebend sind (Dauerhaftigkeit, Landschaftsschutz).



b. Ausführungen

¹Tabelle 4.9 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

1) erfordert geübten Baggerführer

2) wenn möglich Instruktion durch Fachmann

3) nur wo Eindeckung möglich

4) als Notmassnahme

5) nur mit Schrammschutz

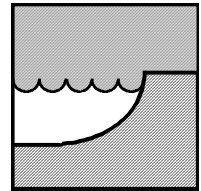
6) nur für Gewässer mit wenig Gefälle und wenig Geschiebe

Tabelle 4.9

Grundanforderungen und Eignungen von Ufersicherungen

²Alle 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.

³Arbeiten mit Beton sind meist definitiv und werden nur im Rahmen eines umfassenden Projektes ausgeführt.



c. Blocksatz

¹Gegen Unterspülung muss mindestens der unterste Stein eingegraben sein.

²Feinkörnige Böden sind infolge Sickerströmungen gefährdet (Ausschwemmung).

³Gegenmassnahme (mindestens bei definitiven Bauwerken): Unterlage aus Schroppen (Durchmesser 10 bis 20 cm) und Verfüllung der Zwischenräume mit Steinen und Feinmaterial. Alternative: Geotextil unterlegen.

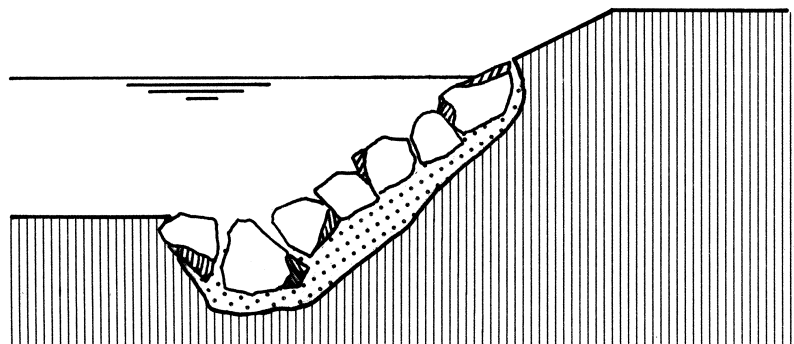


Bild 4.32
Blocksatz

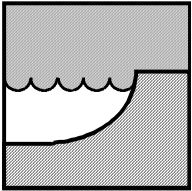
⁴Die Blöcke sollen:

- 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 (→ Kapitel 42.5.4).

⁵Grundsätze 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.

⁶Vielerorts bestehen Blockdepots für den Notfall (zum Teil kantonal geregelt).



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

d. Holzkasten

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

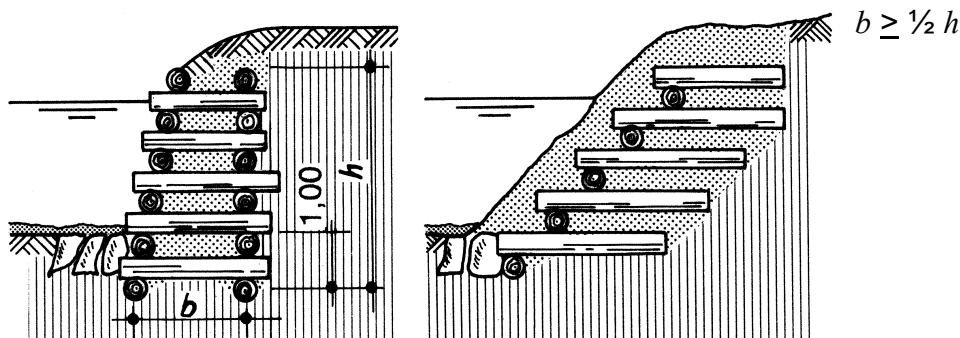


Bild 4.33

Ufersicherung in Holzkastenbauweise

²Um das Problem der Fäulnis zu umgehen, wird der Holzkasten nach oben zurückversetzt, mit Erde überdeckt und bepflanzt (nur für kleine Gerinne).

³Hinweise für den Bau von Holzkästen sind in Kapitel 42.4.5 enthalten.

⁴Wo 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).

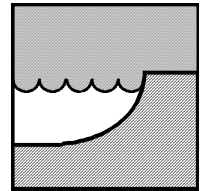
⁵Feines Füllmaterial wird oft mit Geotextilien gegen Ausschwemmung geschützt (wird hinter der Ausfüllung der Zwischenräume verlegt).

e. Steinkörbe

¹Bei Geschiebetrieb sind die Steinkörbe mit einem Schrammschutz aus Längshölzern gegen Abrasion zu schützen (aufwändig).

²Neben rechteckigen Steinkörben existieren auch runde Körbe, Matratzen oder Senkwalzen. Sie eignen sich für flachere Böschungen.

³Körbe mit verdrehten Maschen den verschweissten vorziehen.



⁴Füllmaterial: für hohe, steile Bauwerke wird kantiges, möglichst gut schichtbares Material verwendet. Bei flachen Uferböschungen hat rundes Geröll den Vorteil grösserer Flexibilität.

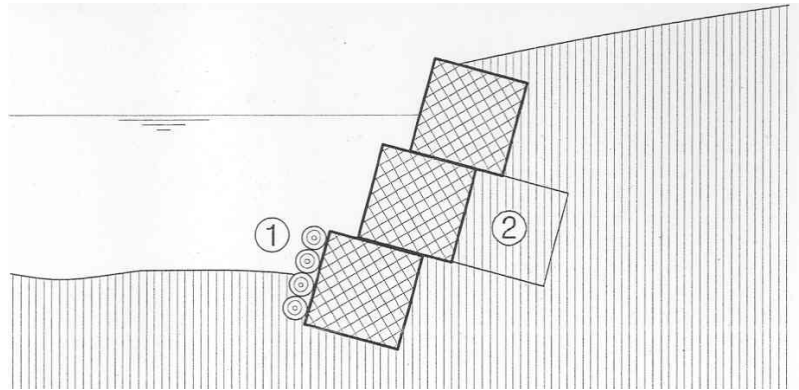


Bild 4.34

Ufersicherung aus Steinkörben

- ① Schrammschutz aus Längshölzern
- ② Zange (quer gelegter Korb)

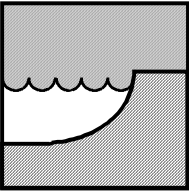
42.4.5 Bau von Holzkasten

a. Anwendungen

¹Der Holzkasten ermöglicht den schnellen Bau von grossvolumigen, relativ steifen, aber nicht unflexiblen Stützkonstruktionen (Steinkörbe sind kleinvolumiger und weniger steif). Die flexible Konstruktion kann in instabilem Baugrund Vorteile bieten. Das Material ist oft in der Nähe vorhanden.

²Mögliche Anwendungen im einzelnen:

- Hangverbau;
- Uferverbau;
- Wildbachverbau (Quer- und Leitwerke);
- Fussicherung bei Wegen und kleinen Strassen (obere und untere Böschung).



4

Baueinsatz im Katastrophenfall

42

Arbeiten am Wasser

b. Baumaterial

¹Holz:

- Rundholz: Nadelholz wie Lärche, Tanne, Föhre, Fichte; Laubholz höchstens Eiche und Kastanie; Eignung auch standortabhängig; auch Bahnschwellen oder Imprägnierstangen (nicht für Wildbachsperrn);
- Durchmesser 20 bis 40 cm (Quer- und Längshölzer); grösserer Durchmesser = längere Lebensdauer, aber schwieriger einzubauen;
- Kreuzungsstellen und alles offen liegende Holz entrinden; Rest belassen (Gefahr des Ausrutschens);
- Haltbarkeit wenn möglich durch Erdüberdeckung und Bepflanzung (Hangverbau) oder ständiges Feuchthalten (Wildbachsperrn) erhöhen.

²Nägel:

- Rundeisen/Armierungsstahl; ungespitzt (Verlaufen des Nagels, Spaltgefahr), rechtwinklig geschnitten; Länge = etwa zweimal Holzdurchmesser;
- Nageldurchmesser: verwendet werden 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;
- evtl mit Presslufthammer einschlagen.

³Füllmaterial:

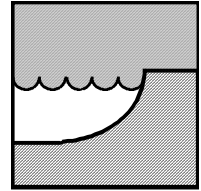
- im Normalfall anstehendes Material verwenden (Transportfrage);
- Steine ohne Feinmaterial: keine Probleme bezüglich Materialaustritt, gute Entwässerung;
- wenn nötig die Zwischenräume mit Feinmaterial gut abdichten; evtl Verwendung von Geotextilien.

⁴Zwischenlagen:

- geeignete Steine oder Holz.

⁵Dränage:

- Material für Sickerpackung oder Filter sowie Holzkännel zur Ableitung des Wassers (wenn nötig).



c. 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 (vorallem in trockenem Holz);
- evtl Kompressor (Zugänglichkeit abklären) und Presslufthammer mit Spezialeisen, vorne gebohrt; andernfalls so genannten Idiotenhammer (mit Manschette gegen Stielbruch).

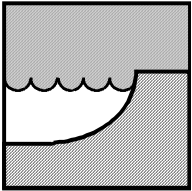
d. Aufwandschätzungen

- ¹Übliche Equipe: etwa 4 Mann und Baggerführer:
- Handarbeit: etwa 1 bis 2,5 Mann-Stunden pro m³ fertigen Holzkasten oder 4 bis 10 Mann-Stunden pro m³ verbrauchtes Holz;
 - Baumaschinen: etwa 1/2 Stunde pro m³ fertigen Holzkasten;
 - Holzverbrauch: etwa 0,2 bis 0,35 m³ Holz pro m³ fertigen Holzkasten.

²Zeitschätzungen sind stark abhängig von Zugänglichkeit, Terrain, Witterungseinflüssen usw.

e. 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);
- guter 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).



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

f. Ein-/zueiwandige Holzkästen

¹Normalform: zweiwandige Holzkästen, wobei die Wände aus Längshölzern gebildet werden. Querhölzer (= Zangen) übernehmen den Zusammenhalt in Querrichtung.

²Einwandige Holzkästen vor allem im Hangverbau. Bergseitige Wand fällt weg. Wichtig: gute Einbindung der Querhölzer in den gewachsenen Hang (→ Bild 4.35).

g. Bau von zweiwandigen Holzkästen

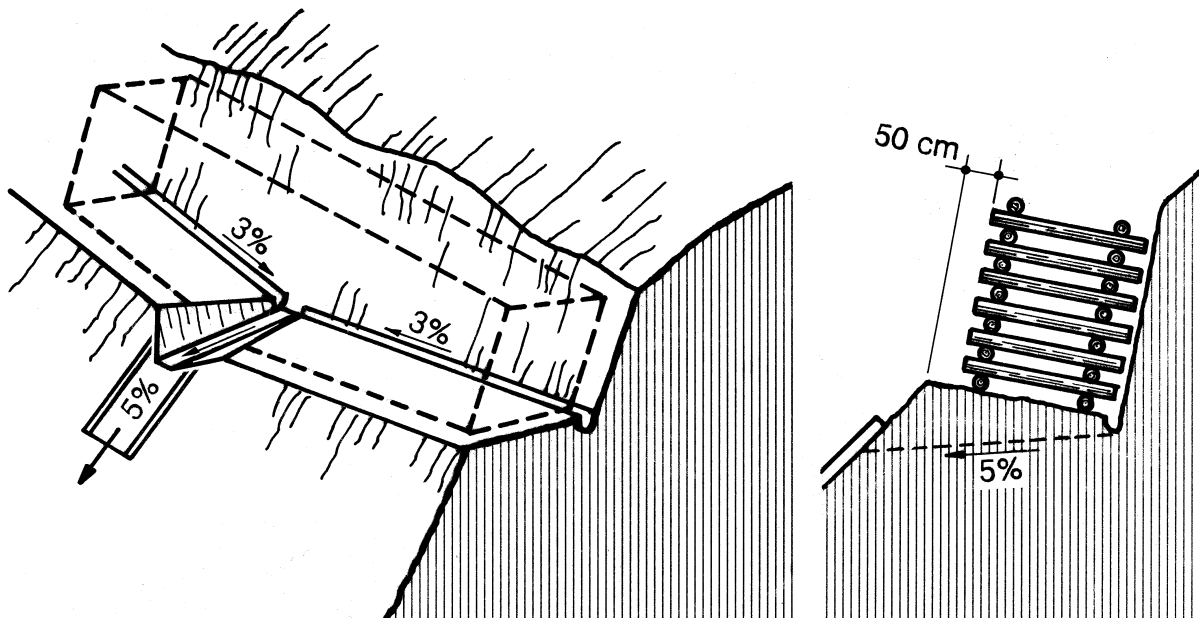
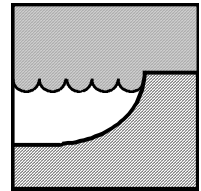


Bild 4.35
Foundation des Holzkastens

- Aushub ist vorgängig genau abzustecken;
- er soll bis auf den gewachsenen Boden reichen. Falls eine wasserführende Schicht auftritt, tiefer ausheben als diese;
- Entwässerung hinter dem Holzkasten unabdingbar;
- Sohle gut ausgleichen;
- unterste Lage normalerweise Längshölzer; gute Auflage, Richtung und Abstand überprüfen; evtl zusätzlich fixieren;



- bei schlechter (feinkörniger) Fundation: unterste Querholzlage als durchgehenden Prügelrost ausbilden (statt einzelner Zangen); evtl zusätzlich mit Geotextilien abdecken.

h. Ausführung des Holzkastens

- Die Längshölzer müssen überall gut aufliegen (wo nötig an der Unterseite auskerben);
- Querhölzer übereinander oder versetzt. Falls versetzt, werden die Zwischenlagen satt (tragend) ausgefüllt. Dafür ist das Einfüllen etwas leichter, weil zwischen den Zangen keine engen Zwischenräume entstehen; Abstand 1,5 bis 2,0 m.

- ① Längshölzer müssen überall gut aufliegen
- ② Querhölzer (Zangen Stiche); Abstand 1,5 bis 2 m übereinander oder versetzt; falls versetzt: Zwischenlagen satt (tragend) ausfüllen
- ③ Nägel
- ④ Füllmaterial
- ⑤ Ausfüllung der Zwischenräume

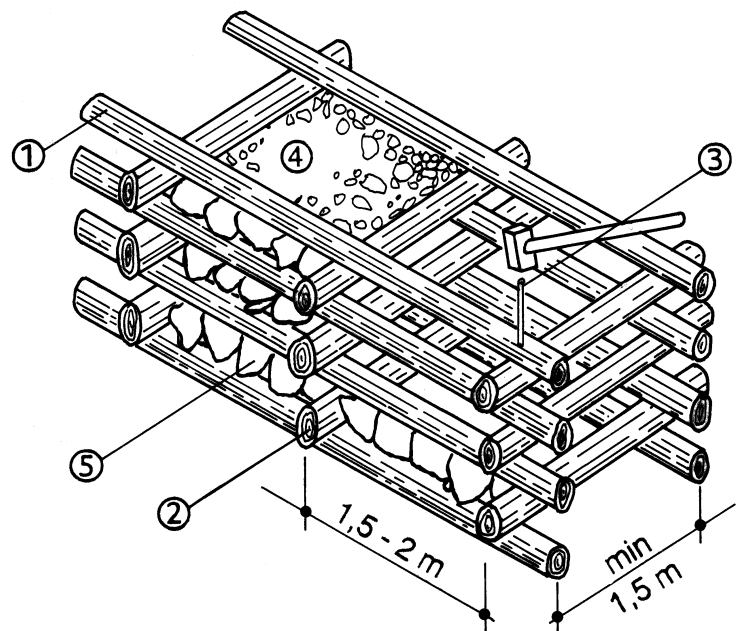
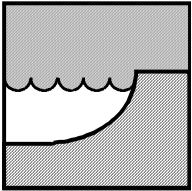


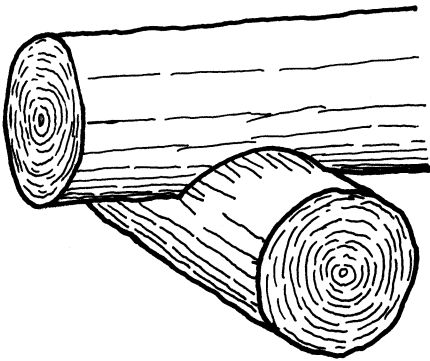
Bild 4.36
Ausführung des Holzkastens



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

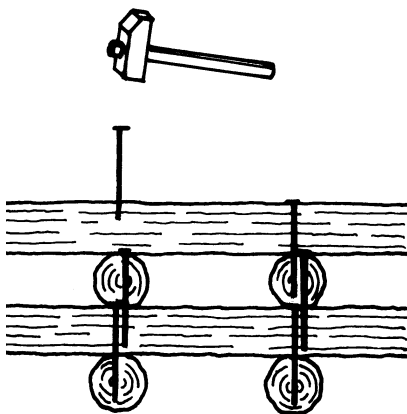
42 Arbeiten am Wasser

i. Verbindungsstellen



- Auskerben: meist als Ausgleich; nur an der Unterseite (Fäulnis);

Bild 4.37
Auskerben

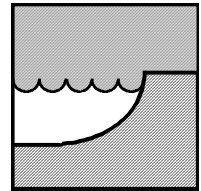


- Nagellänge = 2 x Holzdurchmesser (jeweils anpassen);
- jede Kreuzstelle verbinden;
- nageln mit dem Hammer (zu zweit) oder mit dem Presslufthammer;
- bei hartem oder trockenem Holz maschinell vorbohren;
- Querhölzer nicht zu knapp bemessen, gute Montagehilfe beim Nageln. Erst nachher auf etwa 20 cm absägen.

Bild 4.38
Verbindung der Kreuzstellen

j. Längssteifigkeit

¹Wo eine Längssteifigkeit erforderlich ist (zum Beispiel Wildbachsperrern), 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)

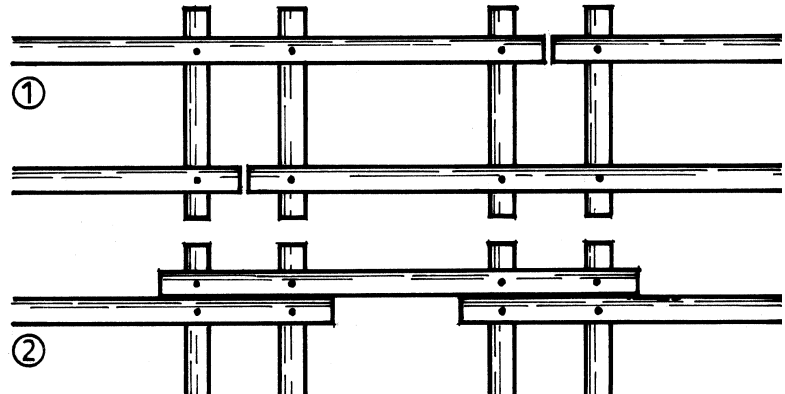


Bild 4.39

Möglichkeiten zur Verlängerung der Längshölzer (Grundriss)

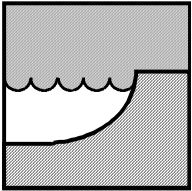
²Oft ist aber eine Längssteifigkeit nicht nötig oder gar ungünstig, etwa bei unterschiedlichen Längsholzdurchmessern oder setzungsempfindlichen Böden. Der Holzkasten wird dann in abgetrennten Blöcken erstellt.

k. Zwischenlagen

¹Die Zwischenlagen werden meist satt ausgefüllt, um ein Ausschwemmen des Füllmaterials zu vermeiden (→ Bild 4.40).

²Möglichkeiten:

- 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).



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

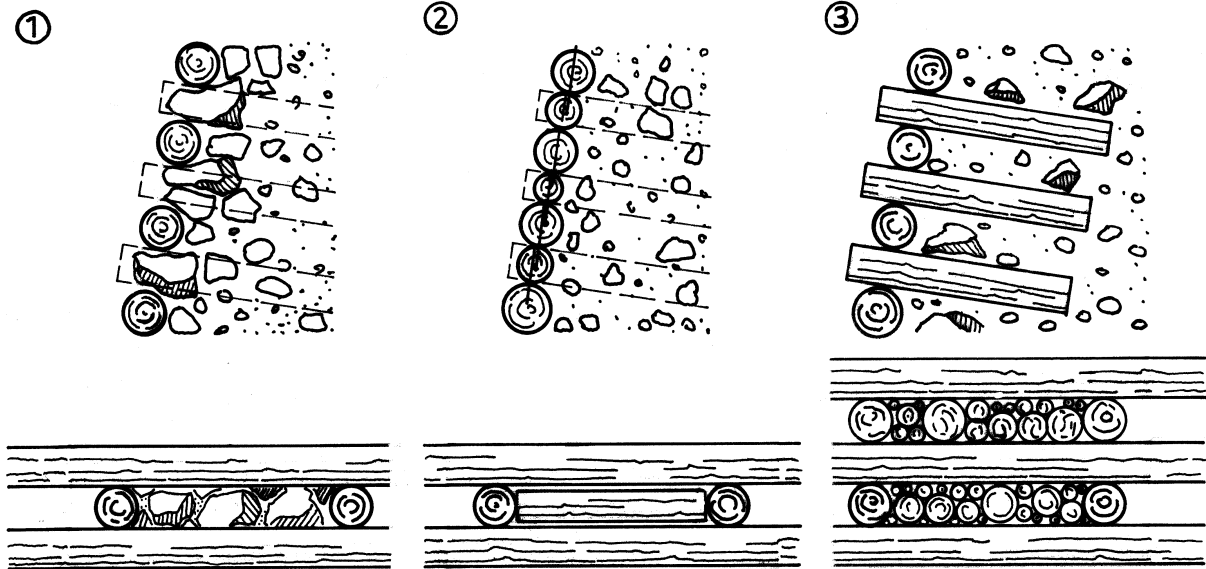
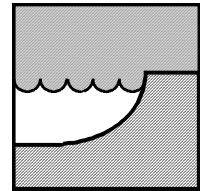


Bild 4.40

Ausfüllung der Zwischenlagen

- ① mit Steinen
- ② Füllholz parallel zu den Längshölzern
- ③ Füllholz parallel zu den Zangen



42.5 Bemessungsgrundlagen

42.5.1 Hydrologische Grundlagen

¹Für Arbeiten an hochwassergefährdeten Standorten muss die Grössenordnung der massgebenden Hochwasser bekannt sein. Typische Fragen können etwa sein:

- wie gross müssen die Blöcke eines Blocksatzes sein?
- wie hoch kommt eine provisorische Baubrücke zu liegen?
- bleibt ein Installationsplatz für die nächsten zwei Monate sicher?
- Vorsichtsmassnahmen am Arbeitsplatz?

²In erster Linie geht es um den Hochwasserabfluss und, den Hochwasserspiegel. Je extremer diese Werte sind, desto seltener kommen sie vor.

a. Hochwasserabflüsse

¹Eine obere Grenze der in der Schweiz vorkommenden Höchsthochwasser gibt Bild 4.41, unterteilt nach Gebirgs-, Hügel- und Flachlandregionen.

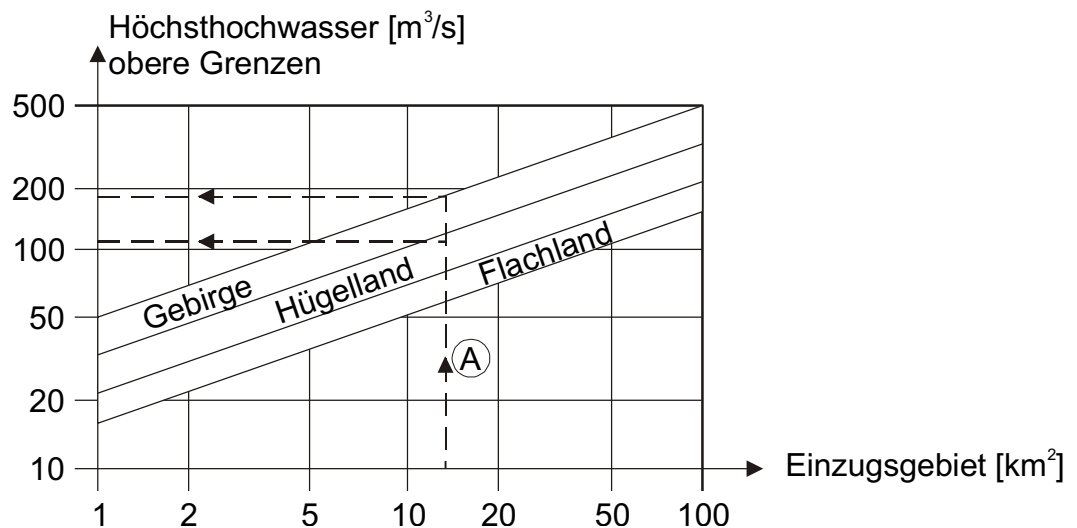
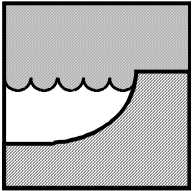


Bild 4.41
Höchsthochwasser als Funktion des Einzugsgebietes



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

²Beispiel: die Fläche, die durch die Stelle A entwässert wird (so genanntes Einzugsgebiet) beträgt etwa 13 km². Die obere Grenze für das Höchsthochwasser liegt damit zwischen 120 und 190 m³/s (gebirgig). Für die Stelle B (21 km²) wären dies gegen 250 m³/s.

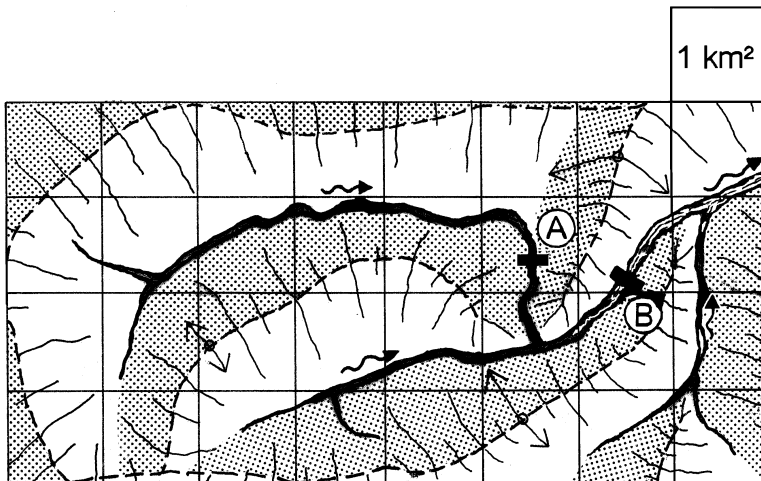


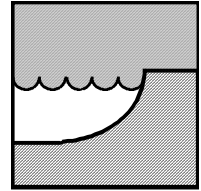
Bild 4.42
Beispiel für ein Einzugsgebiet

³Derartige Mengen werden aber nur an wenigen Orten erreicht. Für viele Bäche oder Flüsse sind diese Werte zu hoch (geringere Extremniederschläge, stark bewaldetes Einzugsgebiet, Geologie, Lage unterhalb eines Sees und andere Gründe); sie müssen vom Fachmann der Einsatzleitung mit anderen Methoden ermittelt werden. Zudem ist eine Auslegung auf die maximalen, aber nur selten vorkommenden Abflüsse keineswegs für alle Bauwerke sinnvoll (wie zum Beispiel für provisorische). Schliesslich sind die massgebenden Hochwasser während der Bauzeit oft sehr viel kleiner, weil diese zum Beispiel im Winter viel geringer sind.

b. Hochwasserspiegel

¹Aus dem Hochwasserabfluss kann der entsprechende Wasserspiegel entweder über Messungen (nur an wenigen Orten verfügbar) oder eine Abflussrechnung ermittelt werden.

²Neben den eigentlichen Hochwasserspiegeln können auch andere Vorkommnisse massgebend sein. Insbesondere muss darauf geachtet werden, ob in einem Bachlauf auch Murgänge auftreten können. Einige Bäche sind wegen der Ausbrüche von Gletscherseen oder Verkläuerungen gefürchtet.



c. Allgemeine Regeln

¹Daneben geben aber auch die bestehenden Bauten, besonders ältere, Aufschluss über die Ansprüche, die das Gewässer stellt:

- Brücken den gleichen Freiraum belassen, wie schon bestehende im gleichen oder in einem gleichartigen Flussabschnitt;
- Bach oder Fluss auch sonst nicht dauerhaft einengen;
- Höhendifferenz bestehender Gebäude (Häuser, Verkehrswege, Dämme) zum Gewässer auch weiterhin als Grenze respektieren.

²Allgemeiner Grundsatz: bisherige Sicherheit nicht unterschreiten.

42.5.2 Grobe Bestimmung des Bachgefälles

a. Bestimmung der Messstrecke

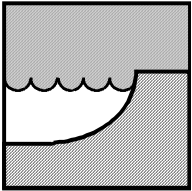
Sie soll ausreichend lang sein, aber auch eine genügende Höhendifferenz aufweisen. Das Gerinne soll auf der ganzen Strecke gleichartig sein, also nicht zum Beispiel aus einer Ebene in ein Engtal hineinreichen oder über eine grössere Nebenmündung hinausführen. Kleinere Abstürze hingegen (wie etwa Grundschwellen) können später berücksichtigt werden. Gemessen wird entlang des Flusses (also nicht Luftlinie oder ähnliches).

b. Bestimmung der Fallhöhe

- Aus der Karte: Messstrecke über mindestens drei Höhenkurven. Horizontaldistanz von jeder Kurve zur nächsten soll etwa gleich sein;
- mit Nivellierinstrument, Theodolit oder Clisimeter; Mindestlänge etwa 100 m.

c. Bestimmung des Bachgefälles

Wie in folgendem Beispiel müssen die Absturzhöhen im Allgemeinen abgezogen werden. Ausgenommen sind höchstens Abstürze, die verglichen mit der zu erwartenden Wassertiefe klein sind und sich in kurzen Abständen folgen.



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

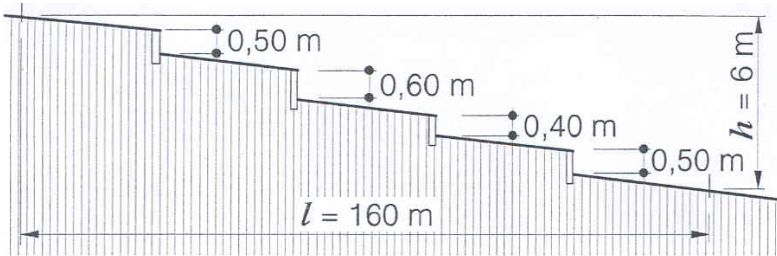


Bild 4.43

Bestimmung des Bachgefälles (Skizze zum Rechenbeispiel)

Rechenbeispiel:

massgebende Höhendifferenz
daraus ergibt sich:

$$\Delta h = 6,0 - 0,4 - 0,5 - 0,5 - 0,6 = 4,0 \text{ m}$$

Gefälle in Prozent

$$i = \frac{\Delta h}{l} \times 100 \% = \frac{4,0 \text{ m}}{160 \text{ m}} \times 100 \% = 2,5 \%$$

42.5.3 Kapazitäten von Gerinnen

a. Bei Normalabfluss

Gerinnekapazitäten im so genannten Normalabfluss (gleichmässiger Abfluss) können nach folgendem Vorgehen abgeschätzt werden:

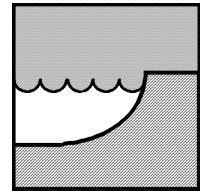
Formel	Bild	
1. Geschwindigkeit:		
2. Kapazität:		$Q = A \times v$
2a. Spezialfall halbgelüftes Rohr:		$Q = \frac{1}{64} \times k \times \sqrt{i} \times D^{8/3}$

Legende: A : Querschnittsfläche in m^2
 U : benetzter Umfang in m
 D : Rohrdurchmesser in m
 i : Gefälle in %

v : Geschwindigkeit in m/s
 k : k-Wert
 Q : Abflusskapazität in m^3/s
 $1 \text{ m}^3/\text{s} = 1'000 \text{ Liter/s}$

Tabelle 4.10

Gerinnekapazität im Normalabfluss



¹Übliche Annahmen für die k-Werte (je glatter ein Material, desto höher der k-Wert und desto grösser die Kapazität):

Material	k-Wert
Kunststoffe	über 100
Blech, Stahl	etwa 90
Wellblech	45
Beton, sauber geschalt	75 ÷ 85
Beton, grob	50 ÷ 60
Holz gesägt, ohne vorstehende Konstruktionsteile	65 ÷ 75
Mauerwerk (je nach Qualität)	40 ÷ 60
Mittlerer Kies, eben	35 ÷ 45

Tabelle 4.11
k-Werte

²**Rechenbeispiel:** Trapezschale aus Beton:

Gefälle $i = 1 \%$; $k = 75$.

- Füllung $a = 10 \text{ cm}$

$A = 0,035 \text{ m}^2$
 $U = 0,53 \text{ m}$
 Formel 1 $v = 1,2 \text{ m/s}$
 Formel 2 $Q = 0,04 \text{ m}^3/\text{s} = 40 \text{ l/s}$

- Füllung $b = 20 \text{ cm}$

$A = 0,083 \text{ m}^2$
 $U = 0,76 \text{ m}$
 Formel 1 $v = 1,7 \text{ m/s}$
 Formel 2 $Q = 0,14 \text{ m}^3/\text{s} = 140 \text{ l/s}$

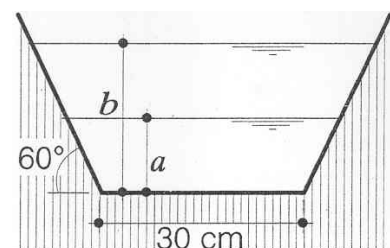
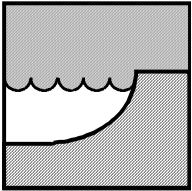


Bild 4.44
Trapezprofil zum Rechenbeispiel



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

42 Arbeiten am Wasser

b. Unter Druck

Abflusskapazität einer Rohrleitung unter Druck:

Formel	Bild
<p>1. Geschwindigkeit: $v \cong 3,5 x \sqrt{\frac{H}{1 + 80 x \frac{L}{k^2 x D^{4/3}}}}$</p> <p>2. Kapazität: $Q = A x v = 0,79 x D^2 x v$</p> <p>3. Kapazität kurzer Leitungen: $Q = 2,5 x D^2 x \sqrt{H}$ (Länge $L < 10 x D$)</p>	

Legende: A : Querschnittsfläche in m^2 H : Druckhöhe in m
 D : Rohrdurchmesser in m L : Länge der Rohrleitung in m
 v : Geschwindigkeit in m/s 1 m^3/s = 1'000 Liter/s
 k : k-Wert

Tabelle 4.13
Rohrkapazität unter Druck

¹Rechenbeispiel:

$H = 2,0 \text{ m}$, $L = 10 \text{ m}$, $k = 80$, $D = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

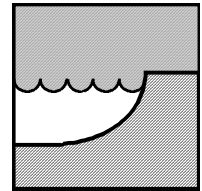
→ $v = 3.4 \text{ m/s}$; $Q = 0,11 \text{ m}^3/\text{s} = 110 \text{ l/s}$

²Diese Kapazitäten gelten nur für Leitungen ohne Querschnittsverengungen (etwa am Ende). Hindernisse wie zum Beispiel scharfe Kurven in der Leitung führen zu höheren Verlusten, reduzieren also die Kapazität.

42.5.4 Blockwurfbemessung

¹Mit zunehmender Grösse können Blöcke vom Wasser immer schlechter transportiert werden. Genügend grosse Blöcke können daher Verwendung finden zum Schutz von Ufern, als Buhnen usw.

²Die Bemessung eines Blockwurfs ist grundsätzlich Sache des Fachmannes. Das Diagramm (→ Bild 4.45) gibt nur eine Abschätzung auf der sicheren Seite ohne Berücksichtigung günstiger Einflüsse.



³Die erforderliche Blockgrösse hängt ab von der Wassertiefe und dem Gefälle (Gefälle = Energielieferant). Übliche Schätzverfahren ergeben für eine Sicherheit von 1 etwa die Grössenordnungen aus Bild 4.45 (nicht für Tosbecken oder Kolke):

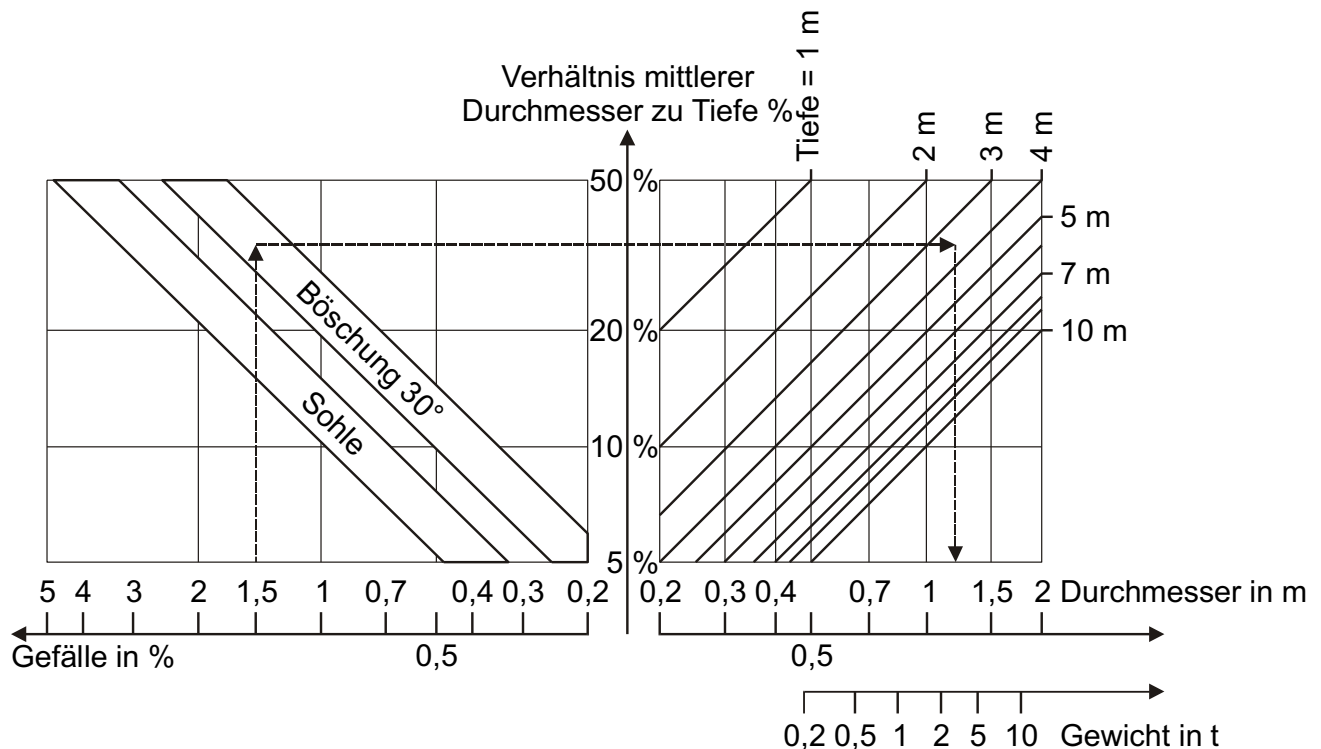
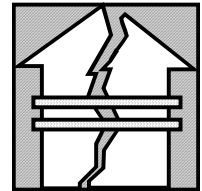


Bild 4.45
Überschlägige Blockwurfbemessung

⁴Beispiel:

das Ufer eines Flusses mit 1,5 % Gefälle soll durch einen geschütteten Blockwurf mit einem Winkel von 30° gesichert werden. Die maximale Abflusstiefe am Fuss beträgt etwa 3 bis 4 m. Die Blöcke sollten dann mindestens einen Durchmesser von etwa 1,2 m und ein Gewicht von knapp 2 t aufweisen. An der Sohle würden Blöcke von über 0,5 t genügen (nicht aber am Böschungsfuss, wo die grössten Blöcke gesetzt werden müssen).

⁵Übliche Blöcke wiegen etwa zwischen 0,5 und 5 t. Generell besser ist überdimensionieren.



43 Arbeiten in einsturzfährdeten Bauten

43.1 Beurteilung der Situation

43.1.1 Zielsetzung

Die Sicherung von einsturzfährdeten Bauten bezweckt folgende Ziele:

- Schutz der unmittelbaren Umgebung;
- (Teil-) Nutzung des Bauwerks;
- Sicherung des Bauwerks im Hinblick auf eine spätere Instandstellung;
- (Teil-) Abbruch, Räumung des Bauwerks.

43.1.2 Ursachen und nachfolgende Gefahren

a. Überschwemmung

¹Ungenügender Hochwasserschutz (Uferdamm, Auffangbecken, Wildbachverbau):

- zunehmende Überschwemmungen infolge fortschreitender Erosion der Schutzbauten und Auswaschung des Untergrundes;
- unkontrollierter Abfluss mit entsprechender Erosion;
- Einsturz von Konstruktionen durch Auftrieb, Unterspülung oder schneller Änderung des Grundwasserspiegels.

²Rückstau bei Kapazitätsengpass (zu enges Bachbett, Durchlass, Brücke, Schwelle):

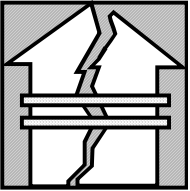
- Verstopfung durch Schwemmholz, Treibmaterial, Schmutz und Geröll;
- Zerstörung des Engpasses;
- unkontrollierter Abfluss über oder neben dem Hindernis.

³Überfluten einer Sperre (Staudamm oder -mauer):

- fortschreitende Zerstörung der Sperre durch oberflächliche Erosion;
- Stabilitätsverlust der Sperre durch Unterspülung;
- Stabilitätsverlust im Gelände durch Erosion oder schnell verändertem Wasserstand;
- Flutwelle, evtl vermischt mit Trümmern.

⁴Überlaufen eines (Stau-) Sees, Ausgleichs- oder Rückhaltebeckens:

- grossflächige Überschwemmung, Ansteigen des Grundwassers;
- Erosion der Uferpartien, insbesondere bei starkem Wellengang.



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

43 Arbeiten in einsturzfährdeten Häusern

b. Verschüttung durch Erdbeben, Rufe, Murgang, Felssturz oder Lawinenniedergang

¹Heftige Niederschläge, evtl mit Schneeschmelze zusammenfallend:

- nachfolgende Rutsche bei anhaltenden Niederschlägen;
- Rückstau oder Durchbruch bei verstopftem Abfluss;
- Flutwelle infolge Erdbeben oder Felssturz in (Stau-) See.

²Bauliche Veränderung im Gelände (Strasse, Böschung, Baugrube):

- nachfolgende Rutsche bei unkontrolliertem Arbeitsfortgang;
- Stabilitätsverlust bei eintretenden Niederschlägen.

³Natürliche Veränderungen im Gelände, evtl unter Frosteinwirkung:

- nachfolgende Abbrüche bei eintretenden Niederschlägen;
- Rückstau oder Durchbruch bei verstopftem Abfluss.

⁴Lawinenniedergang infolge heftiger Schneefälle ohne Stabilisierung der Schneedecke:

- nachfolgende Lawinen aus noch nicht entladenen Hängen;
- Rückstau eines Gewässers und unkontrollierter Abfluss über den Lawinenkegel;
- Druckwelle bei Staublawinen (auch auf gegenüberliegenden Hang, vergleiche c.).

c. Sturm, Orkan, Druckwelle

- Einsturz bereits geschwächter oder teilbeschädigter Bauwerke;
- Einsturz stehen gebliebener Nachbarbauten.

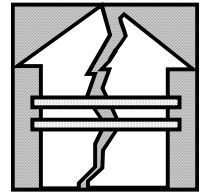
d. Brand, Explosion

¹Brand infolge Blitzeinschlags, technischen Mangels, Brandstiftung oder kriegerischer Einwirkung (Bomben-, Artillerie- oder Lenkwaffentreffer):

- Übergreifen des Brandes auf Nachbargebäude;
- Absturz von einzelnen Trümmern oder Einsturz des gesamten Bauteils;
- Explosionsgefahr von Lagergut oder lecken Werk- und Kanalisationsleitungen;
- austreten giftiger und explosiver Dämpfe;
- ausfließen von verseuchtem (Lösch-) Wasser.

Baueinsatz im Katastrophenfall Arbeiten in einsturzgefährdeten Häusern

4
43



²Explosion infolge technischen Mangels, Sabotage, Terror oder kriegerischer Einwirkung (Bomben-, Artillerie- oder Lenkwaffentreffer):

- Wegschleudern von Trümmern;
- Brandausbruch;
- Einsturz des Bauwerks.

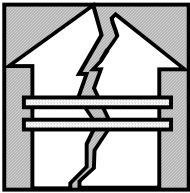
e. An- und Aufprall

Zugsentgleisung, Lastwagenanprall, Flugzeugabsturz:

- Einsturz bereits geschwächter oder teilbeschädigter Bauteile;
- Explosionsgefahr durch ausfließenden Treibstoff oder Ladegut.

f. Erdbeben

- Hauptbeben;
- Nachbeben gleicher oder schwächerer Intensität;
- Einsturz bereits beschädigter Bauteile und Nachbarbauten;
- Absturz oder Abrutschen von Trümmern;
- beschädigte Werkleitungen (Gas, Wasser, Elektrizität);
- Giftgase oder ungenügender Sauerstoff in abgeschlossenen Räumen unter Trümmern;
- Überschwemmung infolge Leitungs- oder Dammbrochs;
- Erdrutsche, Baugrubeneinstürze infolge gesättigter Böden (zum Beispiel bei Änderung der Wetterverhältnisse);
- Schwelbrände.



4
43

Baueinsatz im Katastrophenfall

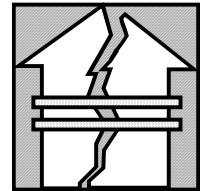
Arbeiten in einsturzgefährdeten Häusern

43.1.3 Beurteilung der vorhandenen Bausubstanz

a. Stahlbetonbauten (Geschäfts- und Wohnhäuser, mehrgeschossig)

Konstruktionsart	Grundriss	Schnitt
<p>Rahmensysteme (Skelettbauten):</p> <p>Decken, Stützen und Unterzüge aus Stahlbeton, Fassaden aus Backstein oder vorgehängten Sandwichelementen (Backsteinausfachung ungünstig)</p> <p>- «weiches» System</p>		
<p>Rahmen- und Tragwand-systeme kombiniert:</p> <p>Decken, Stützen und tragende Wände (oder Kerne) aus Stahlbeton, übrige Wände Fassaden aus Backstein oder vorgehängt</p> <p>- «mittelsteifes» System</p>		
<p>Tragwandsystem:</p> <p>Decken, tragende Wände und Stützen aus Stahlbeton</p> <p>- «steifes» System</p>		

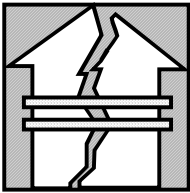
Tabelle 4.13
Bausubstanz von Stahlbetonbauten



b. Hallenbauten (Industrie- und Gewerbebauten)

Konstruktionsart	Grundriss	Schnitt
<p>Schwere Hallen (Rahmen, Faltwerk):</p> <p>Tragstruktur aus Stahlbeton, Fassaden aus Backstein oder vorgehängten Sandwichelementen (Backsteinausfachung ungünstig), Betondecke oder leichte Dachhaut</p> <ul style="list-style-type: none"> - «weiches» System (vorfabrizierte Bauweise) - «mittelsteifes» System (Bauweise in Ortsbeton) 		
<p>Leichte Hallen (Rahmen, Fachwerk):</p> <p>Tragstruktur aus Stahl oder Holz, Fassaden aus Backstein oder vorgehängten Sandwichelementen (Backsteinausfachung ungünstig), leichte Dachhaut</p> <ul style="list-style-type: none"> - «weiches» System (Rahmen) - «mittelsteifes» System (Fachwerk) 		

Tabelle 4.14
Bausubstanz von Hallenbauten



4 **Baueinsatz im Katastrophenfall**
43 **Arbeiten in einsturzungefährdeten Häusern**

c. Traditionelle Bauwerke (Wohnhäuser, ein- bis dreigeschossig)

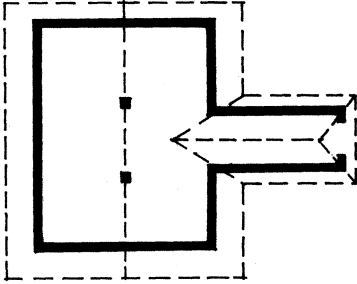
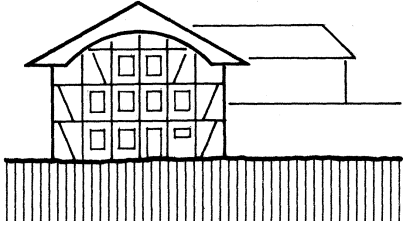
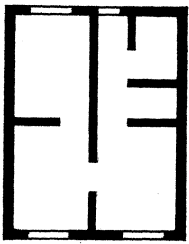
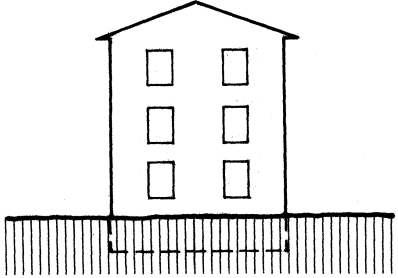
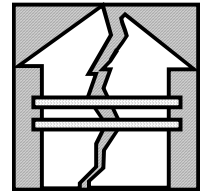
Konstruktionsart	Grundriss	Schnitt
<p>Holz- oder Riegelbauten:</p> <p>Fachwerk, Blockbau oder ausgefachter Riegelbau mit geringer Höhe</p> <p>(Ausfachung mit Mauerwerk, Lehm)</p> <p>- «mittelsteifes» System</p>		
<p>Bauten aus Mauerwerk:</p> <p>Wände aus Back-, Kalksand- oder Naturstein, Decken aus Beton, Tonzellen oder Holz; Untergeschoss oft in Beton ausgebildet</p> <p>(maximal 2-geschossig, kleine Räume, Backsteinzwischenwände im Verbund, regelmässige Fensteranordnung, Mauerwerk vertikal belastet)</p> <p>- «mittelsteifes» System (in stark erdbebengefährdeten Zonen wenig anzutreffen)</p>		

Tabelle 4.15
Bausubstanz traditioneller Bauwerke



43.1.4 Empfindlichkeit der Bauwerke bei aussergewöhnlichen Einwirkungen

a. Überschwemmung

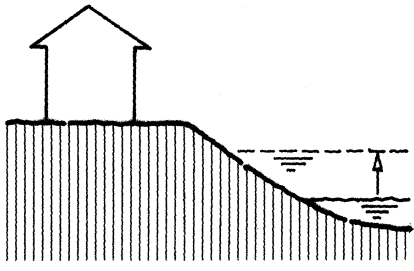
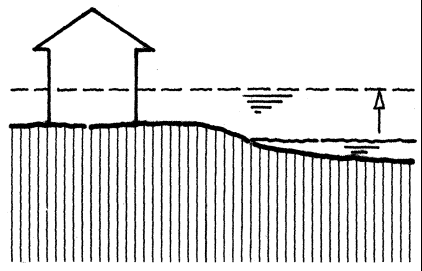
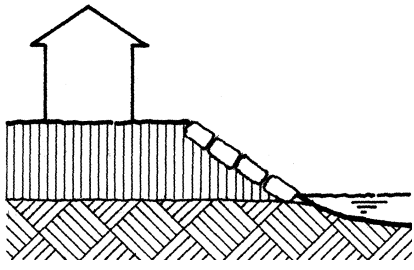
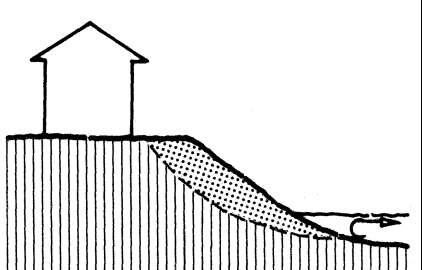
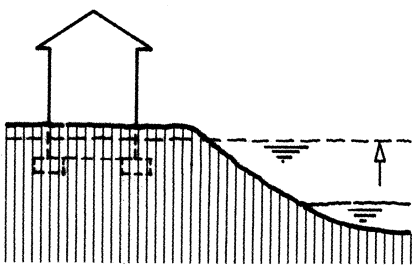
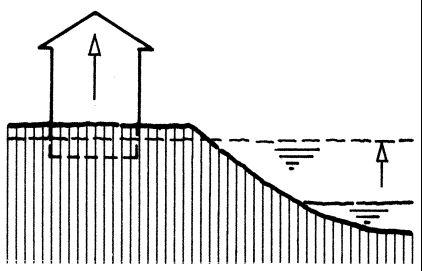
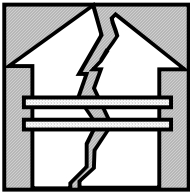
Konstruktionsart	Widerstandsfähig	Anfällig
Lage zum Gewässer (Überflutung)	auf Anhöhe 	in Ebene 
Zustand des Ufers (Erosionsgefahr)	verbaut oder felsig 	unstabil, ungeschützt 
Foundation des Bauwerks (Auftrieb des Bauwerks)	Streifenfundamente (Pfähle) 	betonierte Bodenplatte 

Tabelle 4.16
Empfindlichkeit der Bauwerke bei Überschwemmung



4
43

Baueinsatz im Katastrophenfall

Arbeiten in einsturzgefährdeten Häusern

b. Verschüttung durch Erdbeben, Rufe, Murgang, Felssturz oder Lawennieder-
gang

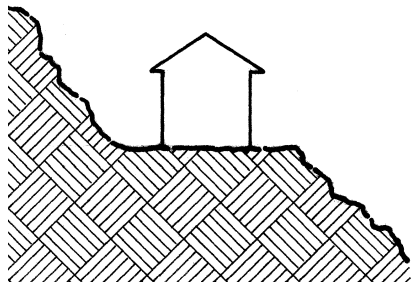
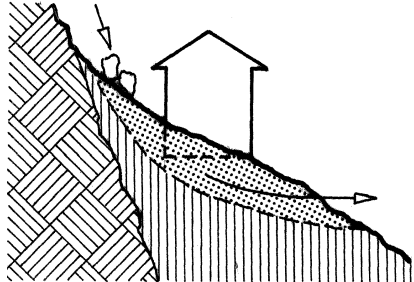
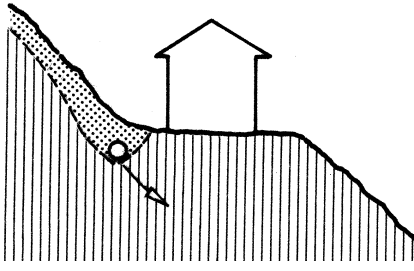
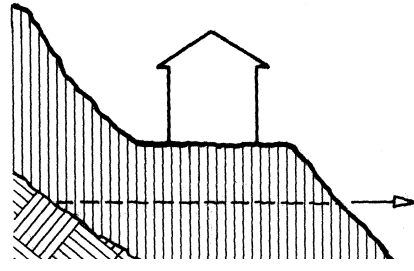
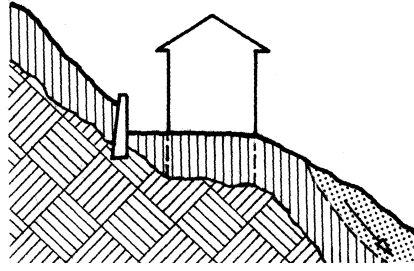
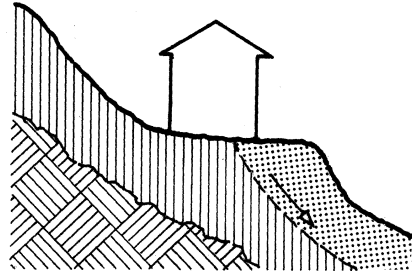
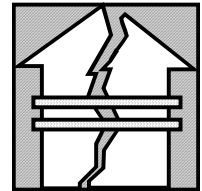
Kriterium	Widerstandsfähig	Anfällig
Hangstabilität	stabil, felsig 	Rutschhang, brüchiger Fels 
Wasser im Hang	trocken, trockengelegt 	wasserführend 
Baugrund, Fundationstiefe des Bauwerks	Fels, tief fundiert 	Lockermaterial, oberflächlich 

Tabelle 4.17
Empfindlichkeit der Bauwerke bei Verschüttung



**b. Verschüttung durch Erdbeben, Rufe, Murgang, Felssturz oder Lawinnennieder-
gang (Fortsetzung)**

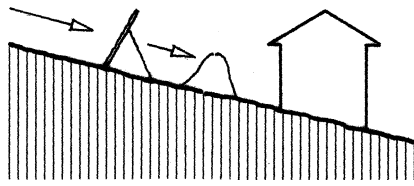
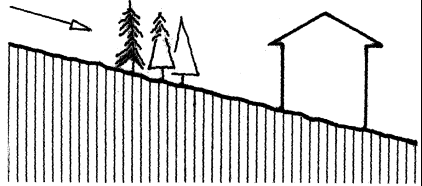
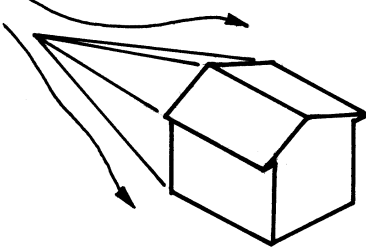
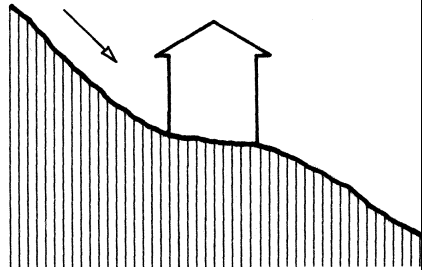
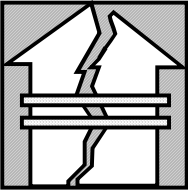
Kriterium	Widerstandsfähig	Anfällig
Lawinenschutzmassnahmen oberhalb des Bauwerks	Verbauung, Schutzwald, Bremsverbau 	kranker Schutzwald, Sturm- schaden, Rodung 
Lawinenschutzmassnahmen am Bauwerk	Lawinenkeil hinter Bauwerk 	Bauwerk in exponierter Lage 

Tabelle 4.18

Empfindlichkeit der Bauwerke bei Verschüttung (Fortsetzung)



4 Baueinsatz im Katastrophenfall
43 Arbeiten in einsturzungefährdeten Häusern

c. Sturm, Orkan, Druckwelle

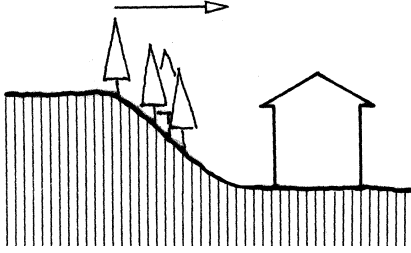
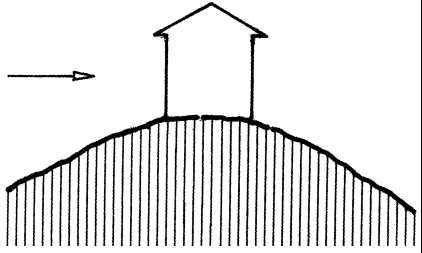
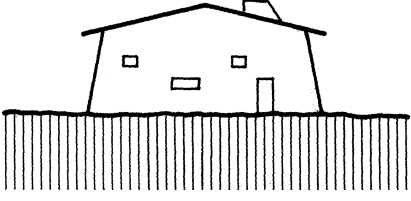
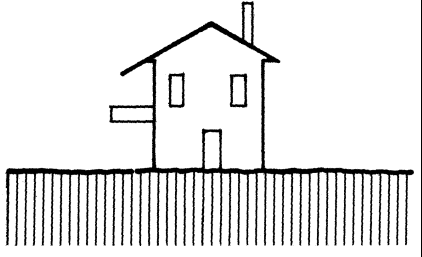
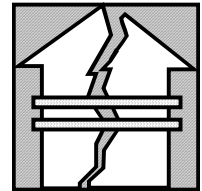
Kriterium	Widerstandsfähig	Anfällig
Lage des Bauwerks	windgeschützt oder im Windschatten (Mulde) 	windexponiert (Ebene, Hügel, Bergkamm) 
Bauart, Bauteile	gedrungen, gut verankert, keine exponierten Bauteile 	leicht, unverankert, schlanke Kamine, Blumentröge 

Tabelle 4.19
Empfindlichkeit der Bauwerke bei Wind

Baueinsatz im Katastrophenfall

Arbeiten in einsturzfährdeten Häusern

4
43



d. Brand, Explosion

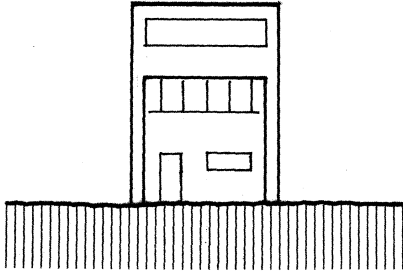
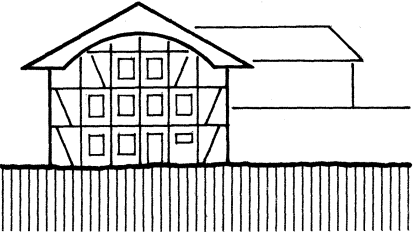
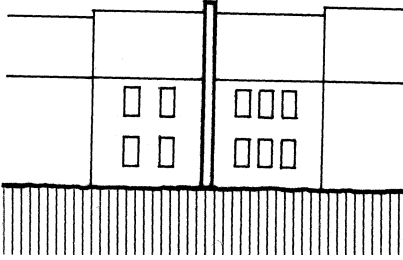
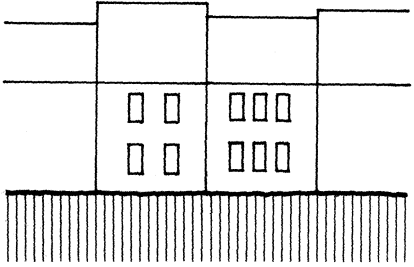
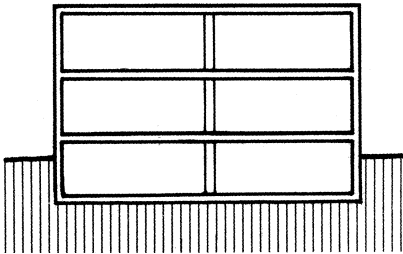
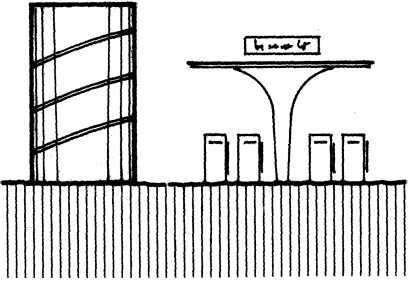
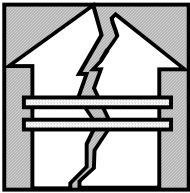
Kriterium	Widerstandsfähig	Anfällig
Bauart, Baumaterialien	Beton, Stahlteile verkleidet, schwerer Holzbau 	Holzbau, unverkleideter Stahlbau 
Brandabschnitte, Brandmauern	jede Gebäudeeinheit durch Brandmauer abgetrennt 	zusammenhängende Gebäude 
Brandlast	gering 	brennbares oder explosives Lagergut 

Tabelle 4.20
Empfindlichkeit der Bauwerke bei Brand, Explosion



4
43

Baueinsatz im Katastrophenfall

Arbeiten in einsturzgefährdeten Häusern

e. An- und Aufprall

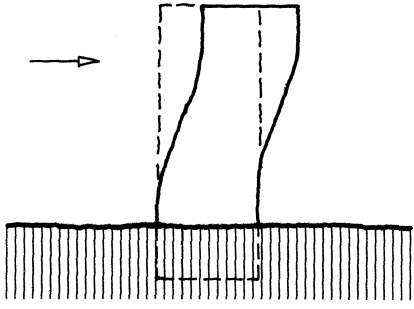
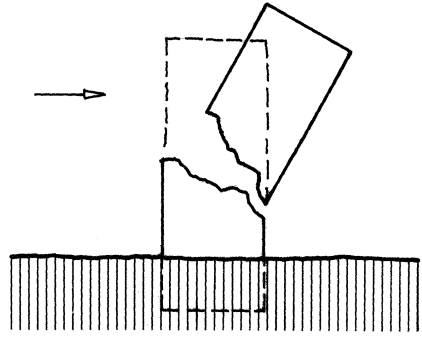
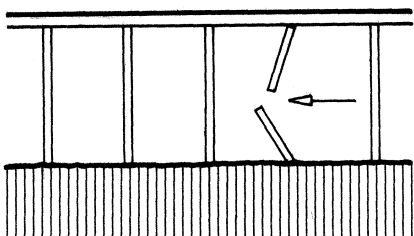
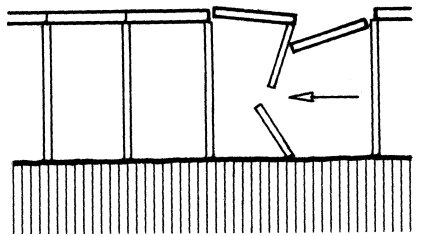
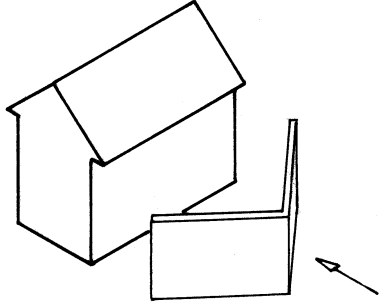
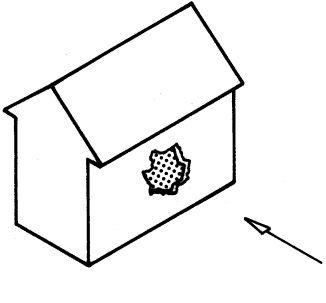
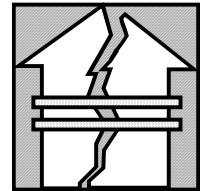
Kriterium	Widerstandsfähig	Anfällig
Deformationsvermögen der Konstruktion	elastisch 	starr, spröde 
Statisches System	statisch unbestimmt (Schnittkraftumlagerung möglich) 	Einsturz nach Ausfall eines Tragelementes (Elementbau) 
Anprallschutz	konstruktive Schutzmaßnahmen (Leitplanken, Keil) 	Bauwerk exponiert 

Tabelle 4.21

Empfindlichkeit der Bauwerke bei An- und Aufprall



f. Erdbeben

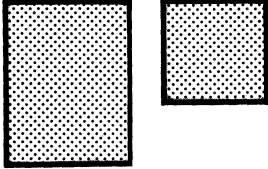

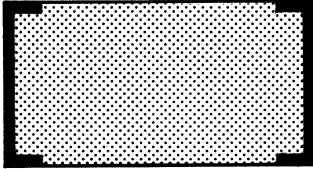
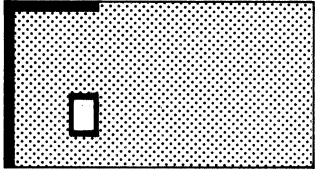
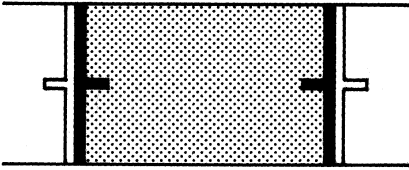
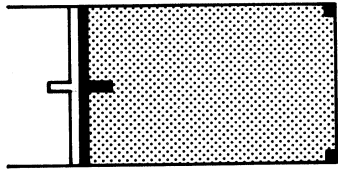
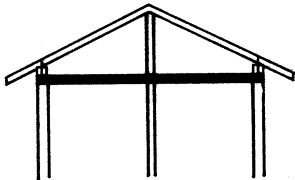
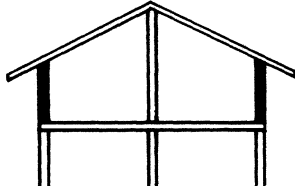
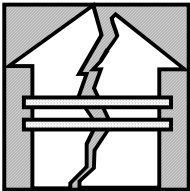
Kriterium	Widerstandsfähig	Anfällig
Form des Baukörpers, Dilationen	kubisch, freistehend oder genügend dilatiert 	abgewinkelt, jedoch zusammenhängend 
Aussteifung (Tragwände, Treppenhaus- und Liftkerne)	zentrisch, regelmässig, symmetrisch 	exzentrisch, unregelmässig, asymmetrisch 
Lage des Bauwerks innerhalb einer Häuserzeile	Mittelhaus 	Eckhaus 
Verankerung des Dachstuhls	auf oberster Gebäudedecke 	auf Kniemauer 

Tabelle 4.22
Empfindlichkeit der Bauwerke bei Erdbeben

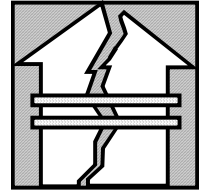


4 Baueinsatz im Katastrophenfall
43 Arbeiten in einsturzfährdeten Häusern

f. Erdbeben (Fortsetzung)

Kriterium	Widerstandsfähig	Anfällig
Ungleich hohe Baukörper	freistehend oder genügend dilatiert 	zusammenhängend
Homogenität des Baukörpers (Soft Storys, zum Beispiel bei Hotels, Geschäftshäusern, Eingangshallen)	über ganze Höhe konstant 	weiche Zwischengeschosse
Dimensionen von Stützen und Unterzügen	mindestens Stützenquerschnitte bei Anzahl Stockwerken: 1 - 5 6 - 10 11 - 20 Stützenquerschnitt 40 x 40 60 x 60 80 x 80	zu kleine Riegelabmessungen bei Stützenraster von: 6 x 6 m 8 x 8 m <25 <40 <20 <25

Tabelle 4.23
 Empfindlichkeit der Bauwerke bei Erdbeben (Fortsetzung)



¹Grundregeln für erdbebengerechte Bauwerke:

- erdbebengerechte Bauwerke sind den lokal geltenden Vorschriften entsprechend korrekt dimensioniert und sauber konstruiert. Sie bestehen aus möglichst einfachen Kuben. Die Aussteifungen sind kontinuierlich und symmetrisch angeordnet. Dilatationen müssen ein unbehindertes Schwingen der einzelnen Körper Gewähr leisten. Mischbauweise ist grundsätzlich ungünstig. Bei Stahlbetonbauten ist eine einwandfreie, gut verankerte Biege- und Schubarmierung erforderlich;
- Bauwerke überstehen allfällige Nachbeben, sofern das Tragsystem erdbebengerecht ausgeführt ist (→ Tabellen 4.22 und 4.23);
- maximale Beanspruchungen von Gebäuden treten vornehmlich im Falle möglicher Resonanz auf, das heisst, wenn die dominierenden Erregerfrequenzen des standortspezifischen Bebens im Bereich der Grundfrequenz der Bauwerke liegen.

²Erregerfrequenzen:

die Erregerfrequenzen werden durch Erdbebendienste oder mobile Starkbebenegeräte erfasst. Die maximalen Amplituden treten normalerweise für Erregerfrequenzen im Bereich zwischen $f = 1,0$ und $6,0$ Hz auf. Auf Lockergestein können durch Resonanzeffekte Aufschaukelungen der obersten Schichten mit tieffrequenten maximalen Amplituden entstehen.

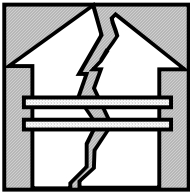
³Grundfrequenz der Bauwerke:

die Grundfrequenz entspricht der ersten Eigenfrequenz und ist theoretisch berechenbar. Im Felde wird sie anhand von qualitativen Merkmalen und Faustformeln abgeschätzt (nur Größenordnungen → Tabelle 4.24).

⁴Auslenkung:

als Faustregel gilt (bei etwa gleicher Gebäudehöhe):

- je höher die Grundfrequenz, desto kleiner die horizontale Auslenkung bzw Verschiebung;
- je tiefer die Grundfrequenz, desto grösser die horizontale Auslenkung bzw Verschiebung.



4
43

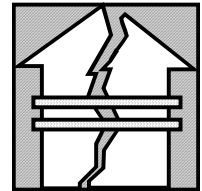
Baueinsatz im Katastrophenfall

Arbeiten in einsturzgefährdeten Häusern

Grundfrequenzen der Bauwerke:

Kriterium	Hohe Grundfrequenz (kleine Auslenkung)	Tiefe Grundfrequenz (grosse Auslenkung)
Konstruktionsart	steife Systeme (Tragwandsysteme, Fachwerke)	weiche Systeme (Rahmensysteme, Skelettbauten)
Schlankheit	gedrungene, niedrige Bauwerke	schlanke, hohe Bauwerke; Bauwerke mit weichem Zwischengeschoss oder mit einspringenden Geschossen
Konstruktionsdetails	ausgesteifte Rahmenecken und eingespannte Beton- oder Stahlstützen, grosses Verhältnis Stabsteifigkeit zu Stablänge; mehrere durchgehende stabilisierende Elemente (Wände, Liftschacht, Treppen); Mauerwerk mit Backsteinen im Verbund	Gelenke in Rahmenecken, Pendelstützen (üblich bei Vorfabrikation) mit kleinem Verhältnis Stabsteifigkeit zu Stablänge; nur ein stabilisierendes Element (Backsteinausfachungen genügen nicht); Mauerwerk mit liegenden Backsteinen (Löcher horizontal)
Baugrund (zu beachten als Gesamtsystem mit Gebäude)	steife Böden (Fels, fester Kies)	weiche und gesättigte Böden (Silt, Ton)
Faustformel (bei gleichem Baugrund)	$f \text{ [Hz]} = 20/\text{Anzahl Stockwerke}$ (gilt für Tragwandsysteme)	$f \text{ [Hz]} = 10/\text{Anzahl Stockwerke}$ (gilt für Rahmensysteme)

Tabelle 4.24
Grundfrequenzen



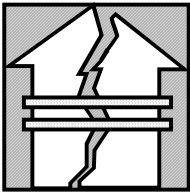
43.1.5 Gefahren nach Teileinsturz

Die Stabilitätsverhältnisse können nach einer Beschädigung oder nach einem Teileinsturz erheblich ändern, sodass bei einer weiteren Einwirkung neue oder zusätzliche Gefahren auftreten, unabhängig davon, welche Ursache für den Teileinsturz verantwortlich war.

Ursprünglicher Schaden	Auswirkung des Schadens	Zusätzliche Gefahren
Unterspültes Fundament, erodierter Uferschutz oder zerstörte Stützmauer	freigelegtes oder zerstörtes Fundament	Einsturz der darauf stehenden Fassade oder Stützen
Eingestürzte Fassade oder Gebäudeecke	fehlende Aussteifung, auskragende Zwischendecken	Teil- oder Totaleinsturz des Bauwerks bei Nachbeben

Tabelle 4.25

Zusätzliche Gefahren nach Teileinsturz



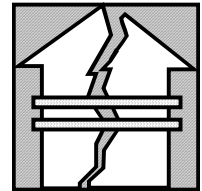
4 Baueinsatz im Katastrophenfall
43 Arbeiten in einsturzgefährdeten Häusern

Gefahren nach Teileinsturz (Fortsetzung)

Ursprünglicher Schaden	Auswirkung des Schadens	Zusätzliche Gefahr
Teileinsturz mit übereinanderliegender Trümmerlast der Decken	<p>direkte Lastabtragung ohne Durchstanzgefahr</p>	<p>Durchstanzen bei horizontal verschobenen Trümmern</p>
	<p>unstable Trümmerlast auf höherem Nebengebäude</p>	<p>Abgleiten oder Abstürzen der Trümmer</p>
Einsturz der Nachbarbauten	<p>destabilisiertes Gebäude oder Hang</p>	<p>Trümmerwurf auf tiefer gelegene Bauten oder Trümmer</p>

Tabelle 4.26

Zusätzliche Gefahren nach Teileinsturz (Fortsetzung)

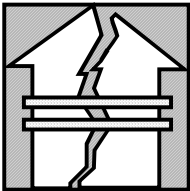


Gefahren nach Teileinsturz (Fortsetzung)

Ursprünglicher Schaden	Auswirkung des Schadens	Zusätzliche Gefahr
Gelenkbildung bei Stützen und Riegel des Skelettbaus	vergrößerte Auslenkung, reduzierte Tragfähigkeit	Einsturz infolge Instabilität
Gerissene Betonteile (Stützen, Riegel, Platten usw)	vergrößerte Auslenkung, reduzierte Tragfähigkeit	Einsturz infolge Instabilität
Rissbreiten: normal < 0,5 mm klaffend 0,5 - 3,0 mm kritisch > 3,0 mm		

Tabelle 4.27

Zusätzliche Gefahren nach Teileinsturz (Fortsetzung)



4
43

Baueinsatz im Katastrophenfall

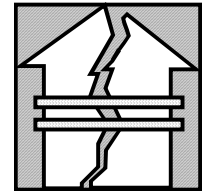
Arbeiten in einsturzgefährdeten Häusern

43.2 Sicherungsmassnahmen

43.2.1 Sichern der Umgebung

Ursache, Gefahr	Massnahmen	Skizze
<p>Teileinsturz von Bauten</p> <p>Absturz von Fassaden und weiterer Teile auf die Umgebung (Strasse, niedrigere Gebäude)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Abspriessung mit Behelfsstützen - Absperren der Umgebung - Räumen und Entfernen gefährdender Bauteile 	
<p>In Betrieb stehende und beschädigte Werkleitungen</p> <p>Überschwemmung, Kurzschluss, Brand- und Explosionsgefahr</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Abstellen der Druckwasserleitungen - Abschalten der Stromzufuhr <p>bei Brand und Explosionsgefahr:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abstellen der Gas- und Stromzufuhr 	
<p>Abfluss in Kanalisation</p> <p>Ausfliessen von explosiven oder umweltschädigenden Flüssigkeiten (evtl vermisch mit Löschwasser)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Information an ARA - Auffangen von gefährlichen Stoffen <p>bei Explosionsgefahr:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Öffnen der Schachtdeckel - Vermeiden von Funkenbildung (von Zigaretten, Elektro- und Verbrennungsmotoren, Starkstromschaltungen, usw) 	

Tabelle 4.28
Sichern der Umgebung

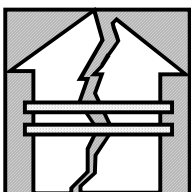


43.2.2 Sichern von eingestürzten oder einsturzgefährdeten Bauten

Ursache, Gefahr	Massnahmen	Hinweis, Skizze
<p>Teileinsturz</p> <p>Einsturz weiterer Teile, Totaleinsturz</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Abstützung mit Behelfsstützen - Räumen (→ Kapitel 43.2.4) 	<p>Dimensionierung von Behelfsstützen sowie konstruktive Details beim Einbau von Behelfsstützen (→ Tabelle 4.30)</p>
<p>Freilegen, unterhöhlen oder wegschütten des Fundamentes oder eines Gebäudeteils</p> <p>Einsturz der Fassade oder Totaleinsturz</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Umleiten des hochgehenden Wassers - Verbauen des unkontrollierten Ufers - Unterfangen/Stabilisieren des Fundamentes - Abstützen des gefährdeten Bauteils mit Behelfsstützen - Räumen (→ Kapitel 43.2.4) 	
<p>Verschüttung</p> <p>unkontrollierter Horizontaldruck auf Bauwerk</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Verbauung oder Ableitungskanal zum Schutz vor weiteren Verschüttungen - gefährdetes Bauteil innen vertikal abstützen und horizontal verspiessen - Abtrag des drückenden Materials, Abspriessung 	
<p>Einsturz infolge eines Brandes</p> <p>Instabilität, Schwelbrand</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Brandherd und Trümmer vollständig löschen - Trümmer und Umgebung kühlen - im Übrigen wie Teileinsturz (vergleiche oben) 	

Tabelle 4.29

Sichern von eingestürzten oder einsturzgefährdeten Bauten



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

43 Arbeiten in einsturzungefährdeten Häusern

Dimensionierung von Behelfsstützen:

Bautyp	Behelfsstützen	Anordnung																																				
Geschäfts- und Industriebauten in Stahlbeton Raumgrösse: > 35 m ² Raumhöhe: 2,5 - 4,0 m (Nutzlast 500 kg/m ²)	<table border="0"> <tr> <td>Stockwerke</td> <td colspan="2">Stützenraster</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2 x 2 m</td> <td>3 x 3 m</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>∅ 16</td> <td>∅ 18</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>∅ 16</td> <td>∅ 20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>∅ 18</td> <td>∅ 22</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>∅ 20</td> <td>∅ 24</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>∅ 20</td> <td>∅ 26</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>∅ 22</td> <td>∅ 28</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>∅ 22</td> <td>∅ 30</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>∅ 24</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>∅ 24</td> <td>--</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>∅ 26</td> <td>--</td> </tr> </table>	Stockwerke	Stützenraster			2 x 2 m	3 x 3 m	1	∅ 16	∅ 18	2	∅ 16	∅ 20	3	∅ 18	∅ 22	4	∅ 20	∅ 24	5	∅ 20	∅ 26	6	∅ 22	∅ 28	7	∅ 22	∅ 30	8	∅ 24	--	9	∅ 24	--	10	∅ 26	--	Schnitt:
Stockwerke	Stützenraster																																					
	2 x 2 m	3 x 3 m																																				
1	∅ 16	∅ 18																																				
2	∅ 16	∅ 20																																				
3	∅ 18	∅ 22																																				
4	∅ 20	∅ 24																																				
5	∅ 20	∅ 26																																				
6	∅ 22	∅ 28																																				
7	∅ 22	∅ 30																																				
8	∅ 24	--																																				
9	∅ 24	--																																				
10	∅ 26	--																																				
Wohn- und Bürobauten in Backstein oder Stahlbeton Raumgrösse: < 35 m ² Raumhöhe: < 2,5 m (Nutzlast 200 kg/m ²)	<table border="0"> <tr> <td>Stockw.</td> <td>2 x 2 m</td> <td>3 x 3 m</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1 MS</td> <td>2 MS</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1 MS</td> <td>∅ 14</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2 MS</td> <td>∅ 16</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>∅ 14</td> <td>∅ 18</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>∅ 14</td> <td>∅ 20</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>∅ 16</td> <td>∅ 22</td> </tr> </table>	Stockw.	2 x 2 m	3 x 3 m	1	1 MS	2 MS	2	1 MS	∅ 14	3	2 MS	∅ 16	4	∅ 14	∅ 18	5	∅ 14	∅ 20	6	∅ 16	∅ 22	Grundriss: 															
Stockw.	2 x 2 m	3 x 3 m																																				
1	1 MS	2 MS																																				
2	1 MS	∅ 14																																				
3	2 MS	∅ 16																																				
4	∅ 14	∅ 18																																				
5	∅ 14	∅ 20																																				
6	∅ 16	∅ 22																																				

Tabelle 4.30

Dimensionierung von Behelfsstützen

Erläuterungen:

Stockwerke:

Anzahl Geschosse inklusive Keller und Dachgeschoss (eingestürzte Geschosse sind mitzuzählen)

Stützenraster:

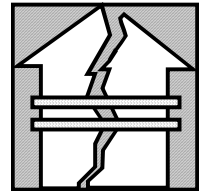
gegenseitiger Abstand der Behelfsstützen

Rundholzdurchmesser (∅):

mindestens ∅ 16 für Geschäfts- und Industriebauten
mindestens ∅ 14 für Wohn- und Bürobauten

Metaldeckenstützen (MS):

Typ *leicht* (Stüper, Spriesse wie zum Beispiel Adria, Bühler)
nur für Wohn-/Bürobauten (Raumhöhe < 2,5 m)

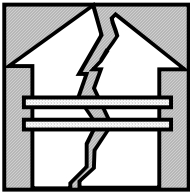


Konstruktive Details beim Einbau von Behelfsstützen:

Stützen: vertikal und genau übereinander einbauen, gut verkeilen und gegen Umfallen sichern. Lastabtragung auf Erdreich, Bodenplatte oder massiven und intakten Unterzug stellen (→ Teil 2, Kapitel 23.2).

Deckentyp	Schlechter Stützeinbau	Günstiger Stützeinbau
<p>Flach- und Pilzdecken (Stahlbetonplatte mit massivem Vollquerschnitt, evtl vorgespannt)</p> <p>Platte in zwei Richtungen tragend, mittlere Spannweiten</p>	<p>Durchstanzgefahr bei versetzter Krafteinleitung in dünne Platten ($h < 20 \text{ cm}$)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hartholzunterlage bei Stützenkopf und -fuss - Stützen vertikal und genau übereinander stellen
<p>Unterzugdecke (Stahlbetonplatte mit dünnem Vollquerschnitt und massiven Unterzügen)</p> <p>Platte in kurzer Richtung tragend, Unterzug mit grossen Spannweiten</p>	<p>Durchstanzgefahr durch dünne Betonplatte, untergehängte Decke abstützen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Unterzüge unterstützen - untergehängte Decke entfernen
<p>Hourdis-, Kassettendecken (Hohlkörperplatte mit Betonbalken und Ton- oder Leichtbetonzellen)</p> <p>Platte in einer Richtung tragend; kleinere Spannweiten</p>	<p>grosse Durchbruchgefahr in Hohlkörper der Decke</p>	<ul style="list-style-type: none"> - nur Betonbalken unterstützen (abklopfen!) - Verteilschwelle, Platte

Tabelle 4.31
Konstruktive Details



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

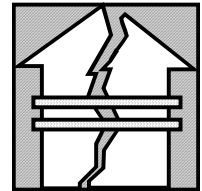
43 Arbeiten in einsturzgefährdeten Häusern

43.2.3 Zugänge durch Trümmer

Ursache, Gefahr	Massnahmen	Skizze
<p>Horizontal von der Seite (Stollen durch Hohlräume entlang von Unterzügen, eingestürzten Wänden oder schräg verkeiltten Balken und Platten)</p> <p>bei labiler Trümmerlage Einsturzgefahr beim Entfernen von einzelnen Trümmerteilen sowie bei Nachbeben</p>	<ul style="list-style-type: none"> - vertikale und horizontale Abstützung des Stollens - keine belasteten Trümmer entfernen - keine schweren Abbaugeräte einsetzen - nur kurze Stollen mit sicherem Fluchtweg 	
<p>Vertikal von oben (Durchbruch von Vertikalschächten durch eingestürzte Decken)</p> <p>Einstürzen oder Abgleiten der Trümmerschichten beim Einsatz von schweren Abbaugeräten</p>	<ul style="list-style-type: none"> - kein Durchbruch durch Unterzüge - keine belasteten Trümmer entfernen - schwere Abbaugeräte nur bei stabiler Trümmerlage - Fluchtweg sicherstellen, kein seitlicher Versatz des Schachtes 	
<p>Vertikal von unten (Zugang durch unverschüttetes Untergeschoss und Durchbruch durch darüberliegende Decke)</p> <p>Einsturz- oder Durchstanzgefahr der Untergeschossdecke, Verschüttung des Fluchtweges</p>	<ul style="list-style-type: none"> - kein Durchbruch, wenn Trümmer direkt auf einer Decke aufliegen - kein Durchbruch durch Träger oder Unterzüge - Abstützung der Decke rund um Durchbruchstelle - sehr sorgfältiges Abbrechen mit leichten Geräten - Fluchtweg sicherstellen, evtl zusätzliche Abstützungen 	

Tabelle 4.32

Gefahren und Massnahmen beim Entfernen von Trümmern



43.2.4 Freilegen und Räumen eingestürzter Bauten

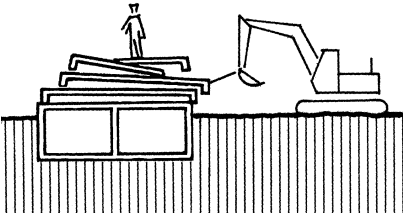
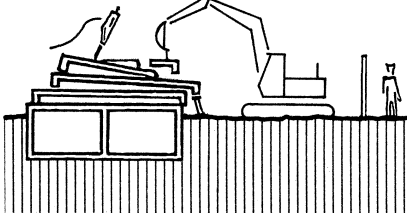
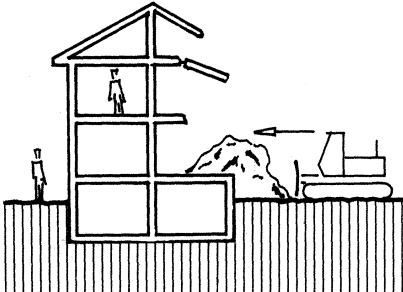
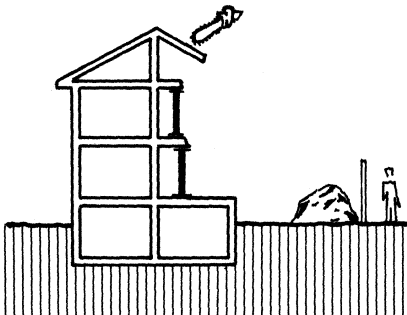
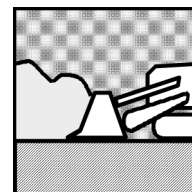
Einsturzart, Gefahr	Gefährliches Vorgehen	Günstiges Vorgehen
<p>Totaleinsturz (alle Stützen und Wände geknickt, Decke liegt auf Decke)</p> <p>unkontrolliertes Abgleiten der Trümmerschichten</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Auftrennen von Stahlteilen mit Schneidbrenner (Brandgefahr) - Trümmerteile herunterschleifen - Freilegen von der Seite ohne Abstützung der Trümmer - keine Absperrung des Schadenplatzes 	<ul style="list-style-type: none"> - Zerstückeln grosser Trümmerteile mit Abbauhammer - Trümmerteile sorgfältig abheben - Freilegen stückweise von oben nach unten - vorgängige Rettung Eingeschlossener, Evakuierung (inkl Retter) 
<p>Teileinsturz (Einsturz des Dachstockes einer Fassade, eines Anbaus usw)</p> <p>Instabilität infolge Räumung der Trümmer</p>	<ul style="list-style-type: none"> - hängende Teile mit schwerer Baumaschine herunterreissen - Trümmer und Schutt ins Gebäude schieben - keine Absperrung des Schadenplatzes 	<ul style="list-style-type: none"> - lose oder herunterhängende Teile mit leichtem Gerät entfernen - Abstützen der stehengebliebenen Bauteile (Decken, Wände usw) - vorgängig Rettung Eingeschlossener und Evakuierung Unbeteiligter 

Tabelle 4.33
Vorgehen beim Räumen von eingestürzten Bauten



44 Räumen und Deponieren

44.1 Grundlagen

Die Problemerkennung, das Erarbeiten von Lösungsvorschlägen und die Arbeitsvorbereitung des Bauverantwortlichen basiert auf folgenden Punkten:

44.1.1 Erkundungen

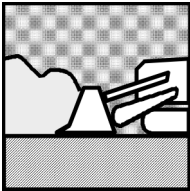
Begehung	Schadenstelle mit der zivilen Einsatzleitung besichtigen
Problemdefinition	Ereignisse und Katastrophenhergang analysieren
Gefahrenbeurteilung	Restrisikos für Bergungs-, Räumungs- und Instandstellungsarbeiten sowie der Überwachungsmaßnahmen abschätzen
Gefahrenstoffe	Zusammensetzung des Räumgutes erkennen
Rahmenbedingungen	Platzverhältnisse, Zufahrten, Behinderungen und Wetterlage erfassen

Tabelle 4.34
Erkundungen

44.1.2 Arbeitsziele

Aufgabenformulierung	Lösungskonzept und durchzuführende Arbeiten einschliesslich deren Prioritäten festlegen
Termine	zeitliche Rahmenbedingungen bestimmen
Qualität	Ausbaustandard und Instandstellungscharakter definieren

Tabelle 4.35
Arbeitsziele



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

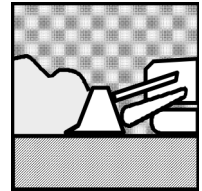
44 Räumen und Deponieren

44.1.3 Vorgehen

Organisation	Kontakte mit der zivilen Einsatzleitung herstellen und Vorbereitungsarbeiten erledigen
Pläne	Übersichtsskizzen mit Transportwegen, Plätze für Separierung und Zwischenlagerdeponie erstellen
Mittel	eigene und fremde Mittel (Baumaschinen, Transportfahrzeuge, Personal) erheben und Anforderungen definieren
	Liste der erforderlichen Arbeitsmittel anfertigen und Anträge stellen
Sicherheit	ein- oder absturzgefährdete Objekte sichern und stabilisieren
	Überwachungsmassnahmen anordnen
	Funkverbindungen herstellen
	Mannschaft mit reflektierenden oder leuchtenden Westen ausrüsten
Materialentsorgung	günstige Standorte für Zwischenlager und Deponien lokalisieren
	Entsorgungsrouten gemeinsam mit der zivilen Einsatzleitung festlegen
	Räumgut separieren
Kontrolle	laufende Arbeiten überwachen und Eigenkontrollen durchführen
	Durchführung der Schlussabnahme vorbereiten und Bauwerk übergeben

Tabelle 4.36

Vorgehen



44.2 Mögliche Fälle

44.2.1 Bergsturz

Bergstürze erfolgen plötzlich und ohne Vorankündigungen, oft nach intensiven Niederschlägen. Die zum Teil in mehreren Schüben stürzenden Massen erreichen hohe Geschwindigkeiten. Der grobblockige, inhomogene Schutt ist mit Feinkornmaterial und oft mit verkeiltem Holz durchmischt. Das Grobmaterial ist trocken, das Feinmaterial meistens verschlammmt; die Lagerungsdichten variieren sehr stark.

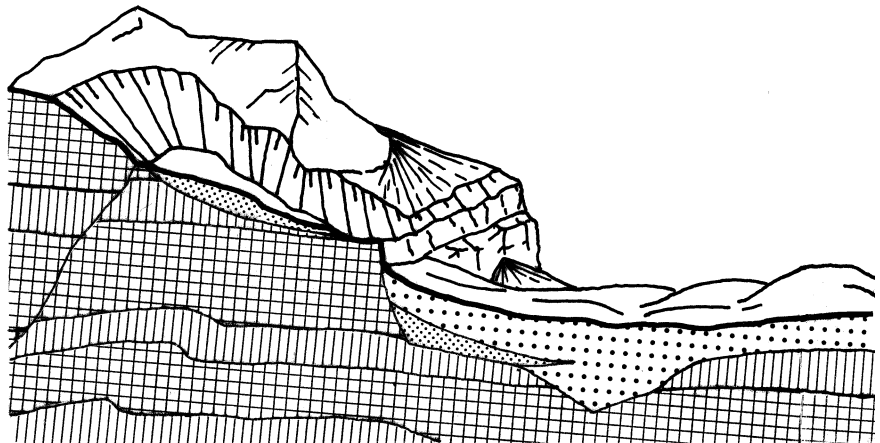
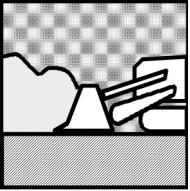


Bild 4.46
Bergsturz



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

44 Räumen und Deponieren

44.2.2 Felssturz

Absturz von Schutt oder einzelnen Felspartien. Die Bewegung ist bei feineren Komponenten rollend bis rutschend, bei Blöcken zum Teil sprunghaft. Die Schuttkegel sind im obersten Teil steil und feinkörnig, im untersten grob und mit Blöcken durchsetzt, zudem oft durch Bäche verschwemmt.

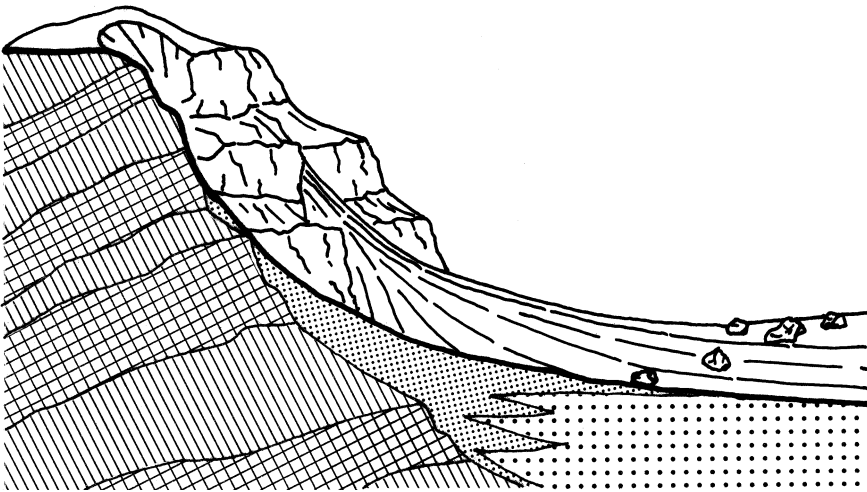


Bild 4.47
Felssturz

44.2.3 Erdrutsch

Abrutschen von Lockergesteinen auf Grund innerer Erosion. Die unterhöhlten Lockergesteine brechen und rutschen, oft nach langen, extremen Nässeperioden. Die durchnässten Feinsande und Silte werden zu einem flüssigen Brei und bilden breite, flache Schuttkegel (Versaarungen). Aktive Rutschungen weisen weitgeschwungene Abrissborde auf.

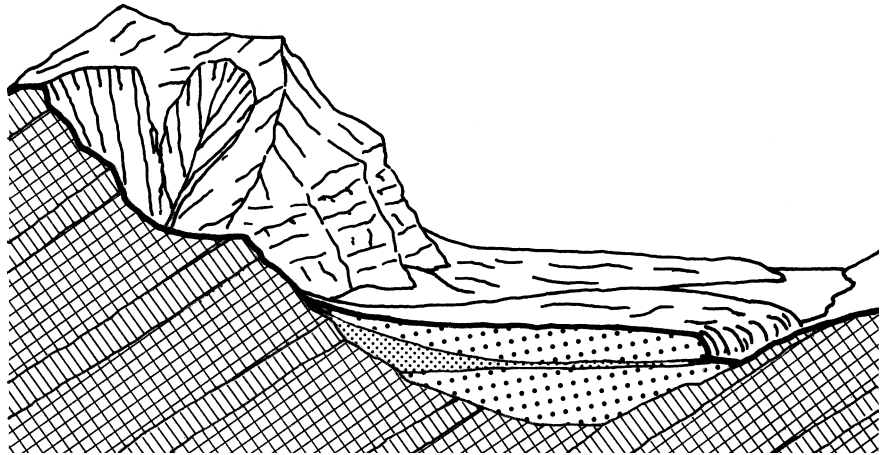
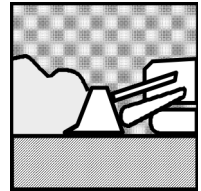


Bild 4.48
Erdbeben

44.2.4 Murgang

Bei extremen Wasserverhältnissen können sich in wenig stabilen Hängen grosse Massen von Schutt (lehmig-steiniges Lockergestein, aufgelockerter Fels) lösen und wasserdurchtränkt talwärts fließen. Murgänge bestehen aus einem Gemisch verschiedener Korngrößen und mitgerissenem Material (Bäume usw.). Der Abriss bildet sich meist scharfkantig aus.

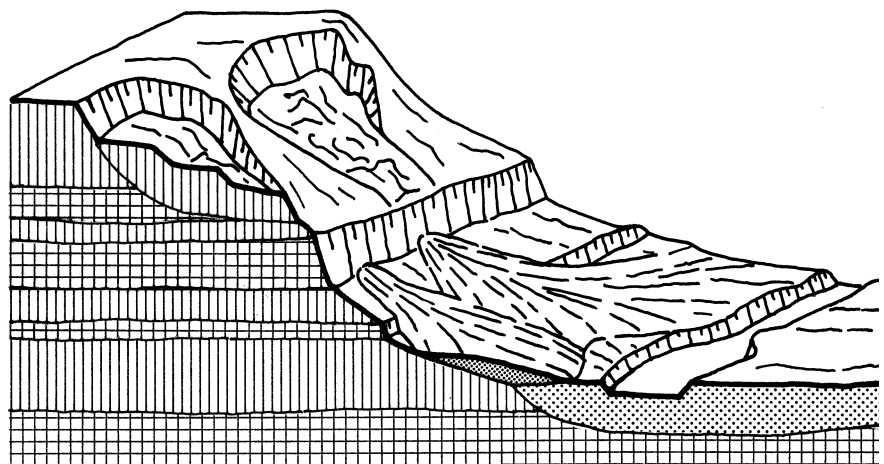
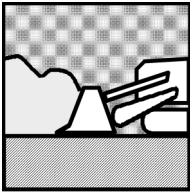


Bild 4.49
Murgang



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

44 Räumen und Deponieren

44.2.5 Schneelawine

Je nach Aufbau und Stabilität der Schneedecke wirken bei Lawinen einzelne Schichten oder der gewachsene Boden als Gleithorizonte. Der Lawinenkegel besteht aus einer kompakten Schneemasse und ist meistens mit Geröll, Holz oder Trümmern durchmischt.

44.2.6 Überschwemmung

Hochwasser können über die Ufer treten oder Dämme einreißen. Mitgeführtes Geröll und Schwebstoffe lagern sich auf den überschwemmten Flächen ab (Versaarungen). Das Schwemmmaterial besteht aus Feinschutt, Kies, Sand und Schlamm. Es ist stark durchnässt und trocknet bei hohem Feinkorngehalt nur langsam aus.

44.3 Räumen von Verschüttungen

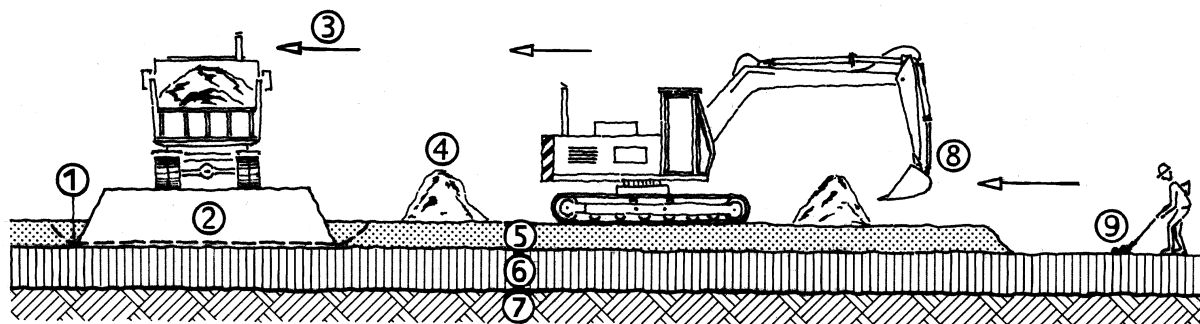


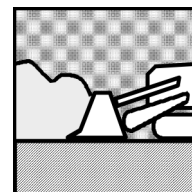
Bild 4.50

Räumen grossflächiger Auflandungen

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| ① Geotextil | ⑥ Humus ~ 30 cm |
| ② Transportpiste | ⑦ Unterboden |
| ③ Auflad auf Lastwagen | ⑧ sorgfältiger Abtrag |
| ④ Zwischenlager | ⑨ Nacharbeiten |
| ⑤ Versaarung 5 bis 40 cm | |

Baueinsatz im Katastrophenfall Räumen und Deponieren

4
44



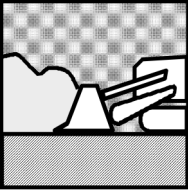
¹Um Räumgut in unwegsamem Gelände wegzuschaffen, ist der Bau von Transportpisten, Lade- und Wendepätzen notwendig und deshalb frühzeitig in die Planung einzubeziehen (→ Teil 3, Kapitel 34).

Kriterium	Vorgehen	Bemerkungen
Allgemein	Räumgut mit Bagger oder Ladeschaufel aufladen und entfernen	1. Priorität: Räumen von Verkehrswegen
Geringe Bodenbefahrbarkeit	wenn möglich warten bis der Boden abgetrocknet, befahrbar und baggerfähig ist	evtl Einsatz von Moorraupen
Erschwerte Zugänglichkeit	in steilen Geländen oder Böschungen ist der Einsatz von Schreitbaggern vorteilhaft; Zufahrtspisten erstellen	
Felsblöcke	Sprengen oder mit Abbauhammer zerkleinern	Ausführung nur durch Sprengberechtigten mit Ausweis
Baumstämme, Äste	mittels Kettensägen zerkleinern und mit Seilzügen aus dem Räumgut herausziehen	Holz immer separat entsorgen
Versaierungen	Abtrag von Hand oder mit Kleinbagger; Humus vor Vermischung und Verdichtung schützen	→ Bild 4.50
Lawinen, Schneerutsch	mit Schneepflügen und -schleudern räumen (Einsatzvorbehalt bei Durchmischung mit Baumstämmen, Steinblöcken usw)	örtlichen Strassenunterhaltungsdienst beiziehen

Tabelle 4.37

Vorgehen bei Räumungsarbeiten

²Die Entwässerungsschächte von verschlammten Strassen sind nach der Räumung auf ihre Funktion hin zu prüfen und gegebenenfalls zu spülen oder auszupumpen.



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

44 Räumen und Deponieren

44.4 Räumen von Gebäuderümmern

44.4.1 Räumgut

Räumgut besteht hauptsächlich aus Gebäude- und Anlageresten. Gebäuderümmern (Baumaterialien) können mit Inneneinrichtungen, Geräten aus der Haustechnik, Lagergut (fest, flüssig, gasförmig) sowie Abfällen und Tierkadavern vermischt sein. In der Regel sind nach Sturm-, Explosions-, Brand- und Erdbebenschäden nur reine Gebäudereste anzutreffen. Bei Überschwemmungen, Murgängen, Bergstürzen, Rutschungen und Lawinen sind Schlamm-, Schutt- und Geröllmassen oft mit Gebäuderesten durchmischt.

44.4.2 Vorgehen

- Absperren: Gefahrenbereiche müssen abgesperrt und Schaulustige ferngehalten werden; Plünderungen und Kehrreichtourismus verhindern;
- Leitungen: Werkleitungen (Elektro, Gas, Wasser, Telefon), die zum Gebäude führen, unterbinden lassen und ausgeführte Arbeiten kontrollieren;
- Bewilligung: ausgenommen in Notfällen dürfen Trümmer, insbesondere Gebäudeteile, erst abgeräumt werden, wenn die Genehmigungen der zivilen Einsatzleitung vorliegen. Sollten Rettungen noch nicht abgeschlossen sein, sind den Anweisungen der Rettungsorganisationen strikte Folge zu leisten;
- Sicherheit: die Einsturzgefahr der Gebäude ist abzuklären. Entsprechende Sicherungsmassnahmen, wie Abstützungen, Fixierungen von Gebäudeteilen usw, sind anzuordnen (→ Kapitel 43);
- Abbruch: Abbruch sorgfältig vornehmen. Grosse und lange Trümmerteile werden vor Ort zerkleinert und mit Hebegerät oder Baggerschaufel entfernt. Einreissen, Schleifen und Schieben der Trümmer sollte vermieden werden;
- Sortierung: anfallendes Material sofort sortieren, Wertgegenstände werden zugunsten des Eigentümers dokumentiert, inventarisiert und gesichert;
- Räumung: lange Bauteile, Holz und wieder verwertbares Material der Trümmer werden zuerst entfernt; Restmasse wird zerkleinert und aufgeladen.

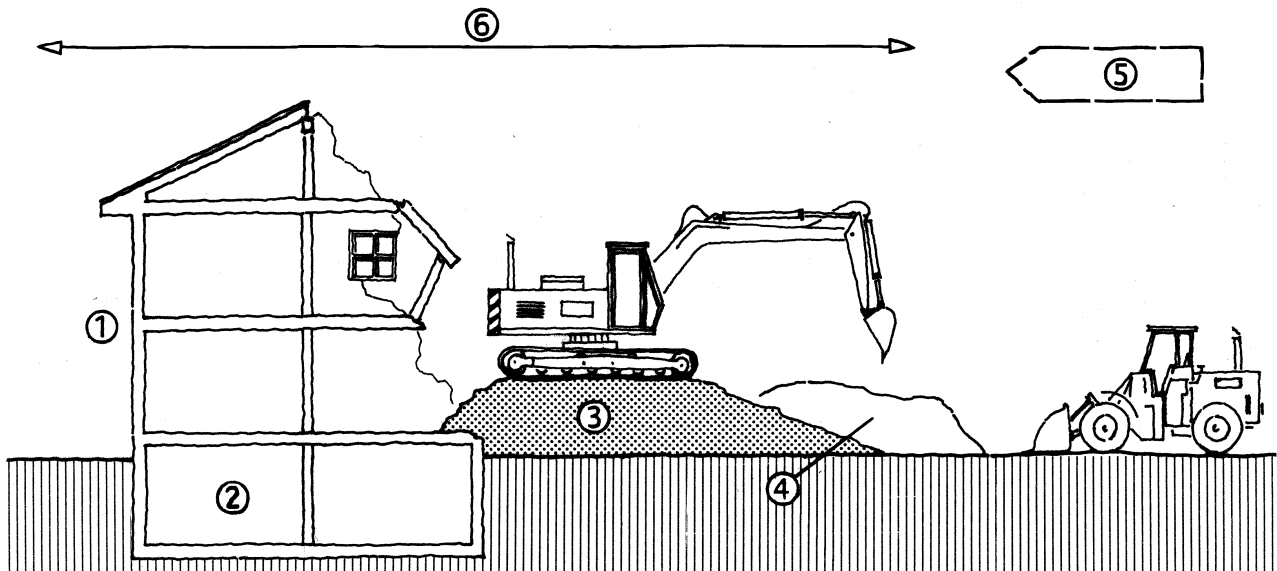
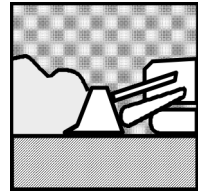


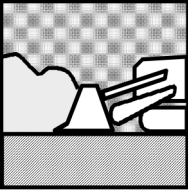
Bild 4.51

Abbruch und Räumen von Gebäudeteilen

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| ① Einsturzgefahr | ④ zerkleinerter Gebäudeschutt |
| ② Kellerdecke, Einsturzgefahr | ⑤ nur von einer Seite arbeiten |
| ③ Rampe aus Trümmern | ⑥ Gefahrenbereich |

Achtung:

- Kellerdecken nur befahren, wenn die Tragfähigkeit Gewähr leistet ist;
- Gefahr für Maschinisten und Hilfspersonal durch herabfallende Bauteile beachten;
- Gefahrenbereich der Baumaschinen beachten;
- grosse obenliegende Trümmerteile auf Lastwagenbrücke sichern, keine Transportverluste;
- Objektbeobachter als Sicherung für die Arbeitenden.



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

44 Räumen und Deponieren

44.5 Materialseparierung (Materialtriage)

¹Nach entsprechenden Ereignissen müssen die zu räumenden Materialien entsorgt oder wiederverwendet werden. Dabei sind folgende Regeln zu beachten:

- die entsprechenden Umweltschutzverordnungen müssen unbedingt beachtet werden;
- die Gefahrenstoffe müssen sofort sortiert werden;
- Materialien entsprechend der weiteren Verwendung oder der Entsorgungsmöglichkeiten erfassen. Der Einsatz von Gebinden, wie Container oder Mulden, ist empfehlenswert. Über die Entsorgungswege entscheidet die zivile Einsatzleitung;
- Erdmaterial mit geringem Anteil an Trümmern oder Fremdstoffen kann vor Ort zu Schüttzwecken verwendet werden;
- ist beim Aufräumen eine Separierung aus zeitlichen Gründen nicht möglich, muss dies im Zwischenlager oder an der Entsorgungsstelle vorgenommen werden.

²Das Räumgut wird in fünf Gruppen unterteilt:

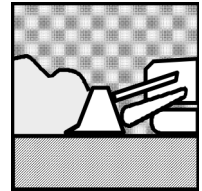
44.5.1 Gefahrenstoffe

- Sonderabfälle; Sprengstoffe, radioaktive Abfälle;
- alle Chemikalien, undefinierbare Flüssigkeiten, Konzentrate;
- flüssige Brennstoffe, Schmiermittel, Motoren- und Getriebeöle;
- Geräte mit Gefahrenstoffen, wie Gefriergeräte, evtl Elektronikabfälle;
- Kadaver und Schlachtabfälle.

Gefahrenstoffe müssen als solche erkannt werden. Sie erfordern eine sorgfältige Bergung und spezielle Entsorgung. Die Leitung dieser Arbeiten liegt bei der zivilen Einsatzleitung.

44.5.2 Rottematerial

- Kehricht, Sperrgut, vermischte Haushaltmaterialien;
- organische Gewerbe- und Industrieabfälle, wie Papier, Verpackungen, Kunststoffteile, Reifen;



- Bausperrgut aus Abbrüchen, Inneneinrichtungen, Kleingeräte;
- Grünabfälle, Pflanzen, Tiermist, Kleinkadaver;
- Astwerk, Schwemmholz, Abbruch und Abfallholz;
- Klärschlamm, organische Schlämme.

Verrottbares Material muss aus Geruchsgründen der endgültigen Entsorgung zugeführt werden.

44.5.3 Wertstoffe

- Wiederverwendbares Gerät, Mobiliar, Lagergut in unbeschädigtes und beschädigtes Material separieren;
- Metalle sortieren (Eisen, Aluminium und Buntmetalle);
- Brennholz (Holz generell zu Notheizzwecken);
- Altgeräte, Automobile, diverse Elektronikabfälle;
- Papier, so weit wiederverwendbar;
- Flaschenglas.

Wertstoffe zur Weiterverarbeitung vorbereiten. Geräte sorgfältig behandeln und geschützt lagern.

44.5.4 Inertstoffe

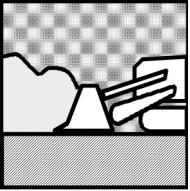
Inertstoffe sind reaktionsträge Stoffe, die sich an chemischen Reaktionen nicht beteiligen, wie:

- Mauerwerk, Ziegel, Beton, Stahlbeton, Belag, nicht separierter Konstruktionsstahl, Schrott;
- Bauglas, inertes Industriegeschütt (Giessand, Rohstoffe);
- Inertstoffschlämme, schlammiges Schwemmmaterial;
- Trümmerschutt mit wenig Holz.

44.5.5 Aushub, Schüttmaterialien

- Sauberes Schütt- und Schwemmmaterial nach dem Verwendungszweck separieren;
- Steine, Blöcke;
- wenig Wurzelstöcke, Fall- und Schwemmholz.

Schlamm in eigens errichteten Schlammtrichtern lagern.



4

Baueinsatz im Katastrophenfall

44

Räumen und Deponieren

44.6 Seitliche Deponie und Zwischenlagerdeponie

¹Solange Entsorgungsort und Materialdestination nicht definiert sind, können erste grosse Räumungen mit seitlicher Deponierung vorgenommen werden.

²Zwischenlager werden von der zivilen Einsatzleitung zugewiesen. Die Planung und die Vorbereitungsarbeiten müssen durch Spezialfirmen ausgeführt werden.

44.7 Maschinen für Räumungsarbeiten

¹Für Räumungsarbeiten müssen vielseitige und leistungsstarke Baumaschinen eingesetzt werden. Tabelle 4.38 gibt einen Überblick über die Einsatzmöglichkeiten gängiger Baumaschinen für Räumungsarbeiten.

²Um einen effizienten Einsatz der Baumaschinen zu erreichen, sollten nur routinierte Maschinisten als Bedienungspersonal eingesetzt werden, welche den speziellen Aufgaben gewachsen sind.

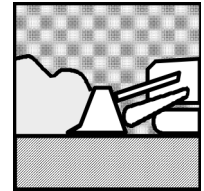
³Erforderliche Kleingeräte zur Unterstützung der Räumungsarbeiten sind zudem: Schaufeln, Pickel, Äxte, Kettensägen, Kompressoren, Abbauhämmer, Pumpen, Scheinwerfer für Nacharbeiten, diverses Seilmaterial, Kettenzüge, Winden, Seilzugapparate (Habegger), Abschrankungs- und Sicherungsmaterial.

⁴Eine ausreichende Strom-, Wasser- und Betriebsstoffversorgung ist sicherzustellen.

Baueinsatz im Katastrophenfall

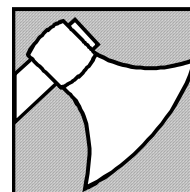
Räumen und Deponieren

4
44



Baumaschinen	Bevorzugter Einsatz	heben	räumen	transportieren	<15 m ³	<100 m ³	>100 m ³	Bemerkungen, Einschränkungen
Klein-Bagger 3 - 7 t, 250 l 	<ul style="list-style-type: none"> kleinere Aushub- und Räumarbeiten Nacharbeiten, enge Platzverhältnisse Materialdepot im Schwenkbereich schlecht befahrbare Böden 	X	X		X			Schreitbagger «Menzi Muck» für unebenes und unwegsames Gelände
Raupenbagger 12 - 20 t, 800 l 	<ul style="list-style-type: none"> grosse Aushub- und Räumarbeiten Materialdepot im Schwenkbereich schlecht befahrbare Böden 	X	X			X	X	Pneubagger für guten Baugrund, Moorraupen für nasse und wenig tragfähige Böden, mit Greifer und Abbauhammer ausrüstbar
Raupenlader 15 t, 1,5 m ³ 	<ul style="list-style-type: none"> grosse Räumungsarbeiten Planie- und Humusarbeiten mittelmässig befahrbare Böden Transportdistanzen bis 50 m 		X	X		X	X	wetterabhängig bei schlechtem Baugrund, Moorraupen für nasse und wenig tragfähige Böden, mit Ripper ausrüstbar; «Trax»
Pneulader 12 t, 2 m ³ 	<ul style="list-style-type: none"> grossflächige Räumungsarbeiten Schneeräumungen Räumungen auf Pisten und Strassen Transportdistanzen bis 120 m 		X	X		X	X	nur bei gut befahrbaren Böden «PLS»
Bulldozer 20 t 	<ul style="list-style-type: none"> grossflächiges Abstossen Planiearbeiten rippern Transportdistanzen bis 80 m 		X	X			X	kein Auflad möglich, nur abstossen
Pflug 4 - 8 t 	<ul style="list-style-type: none"> räumen von verschlammten oder schneeverschütteten Strassen 		X		X	X		für Lawinenräumungen mit Fräse ausrüstbar, mit Raupen oder Pneu
Klein-Dumper 3,5 t 	<ul style="list-style-type: none"> transportieren kleiner Kubaturen separieren von Räumgut Transportdistanzen bis 120 m 			X	X			nur bei gut befahrbaren Böden
Pnekran 20 t 	<ul style="list-style-type: none"> heben schwerer Lasten Hublasten bis 20 t (militärische Geräte) bis 200 t (zivile Geräte) 	X						Hublast abhängig von der Ausladung, nur bei gut befahrbaren Böden. Zufahrtsmöglichkeiten beschränkt

Tabelle 4.38 - Maschinen für Räumungsarbeiten



45 Arbeiten im Wald

45.1 Grundsätze

45.1.1 Übersicht

¹Waldarbeit im Sinne dieses Handbuches umfasst folgende Arbeiten:

- Fällen und Aufrüsten von Bäumen;
- Aufrüsten von gebrochenem und geworfenem Holz;
- Räumungsarbeiten: Wegräumen von Ästen (verbrennen, an Haufen werfen);
- Rücken von Holz (Transport des Holzes vom Fällort an die Strasse).

²Die Waldbrandbekämpfung ist nicht Gegenstand dieses Kapitels.

45.1.2 Anforderungen

¹Waldarbeit ist Facharbeit.

²Das Arbeiten mit Motorsägen, insbesondere in Ausnahmesituationen, ist für nicht ausgebildete Sägeführer und deren Umgebung lebensgefährlich.

³Aus diesem Grund finden sich hier keine entsprechenden Holzereianleitungen.

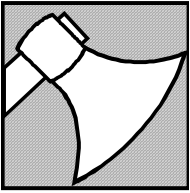
Wer darf welche Arbeiten ausführen?

a. Fällen und Aufrüsten von Bäumen (Normalfall):

- Forstwerte, Förster, gelernte Waldarbeiter;
- Landwirte und Gelegenheitsholzer mit Holzerkurs (Ausweis gemäss Waldgesetzgebung).

b. Fällen von Bäumen in Spezialfällen, sowie Aufrüsten von gebrochenem oder geworfenem Holz:

- Forstwerte, Förster, gelernte Waldarbeiter;
- erfahrene Landwirte mit Holzerkurs (Ausweis gemäss Waldgesetzgebung).



4
45

Baueinsatz im Katastrophenfall

Arbeiten im Wald

c. Motorsägenbenutzung für Räumarbeiten:

- Forstwarte, Förster, gelernte Waldarbeiter;
- Landwirte, Gelegenheitsholzer, Zimmerleute, Sägereiarbeiter, Bauhandwerker, Gärtner, die beruflich mindestens gelegentlich mit der Motorsäge arbeiten (nach erfolgter Instruktion und bestandener Prüfung, organisiert durch die Truppe und unter Beizug ziviler und militärischer Spezialisten).

d. Holzrücken:

- die Truppe hat keine geeigneten Mittel, um diese Arbeit auszuführen. Zweckmässigerweise werden dafür zivile Fachkräfte eingesetzt. Hilfskräfte aus der Truppe können mitarbeiten.

45.2 Unfallverhütung beim Aufrüsten von stehenden Bäumen

¹Die SUVA-Vorschriften und Richtlinien für das Arbeiten mit der Motorsäge haben auch bei militärischen Waldarbeiten ihre volle Gültigkeit.

²Vor Beginn der Waldarbeiten ist die beteiligte Truppe durch entsprechend ausgebildete Fachleute über Arbeitsabläufe, mögliche Gefahren, Schutzmittel und Sicherheitsbestimmungen eingehend zu instruieren.

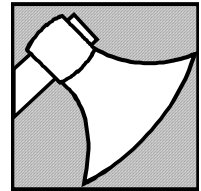
45.2.1 Betrieb und Wartung von Motorsägen

¹Es dürfen nur Motorsägen in einwandfreiem Zustand verwendet werden.

²Wartungsarbeiten, Arbeiten zur Behebung von Störungen sowie Reparaturen sind bei abgestelltem Motor vorzunehmen.

³In der Nähe von offenem Feuer dürfen kein Treibstoff eingefüllt und keine Wartungsarbeiten ausgeführt werden.

⁴Motorsägen mit Verbrennungsmotoren dürfen nicht in geschlossenen Räumen verwendet werden.



45.2.2 Verletzungsgefahr beim Gebrauch der Motorsäge

Die Schutzausrüstung muss beim Generalstab, Untergruppe Operationen, Koordinations- und Leitstelle Katastrophenhilfe VBS in 3003 Bern bestellt werden.

Persönliche Schutzausrüstung

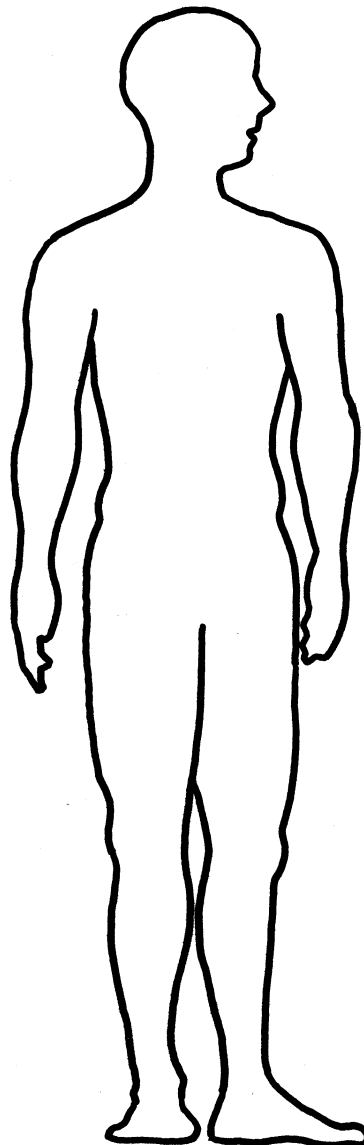
Helm
Gesichtsschutz
Gehörschutz

signalfarbene Arbeitsjacke
anliegende Kleider

Handschuhe

Beinschutz

Gamaschen, starkes Schuhwerk mit Stahlkappe und gleitsicheren Sohlen



Verletzungen in % bei der Holzhauerei

Kopf: 25 %

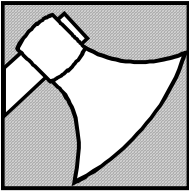
Rumpf: 13 %

Hände: 17 %

Beine: 28 %

Füsse: 9 %

Bild 4.52
Schutzausrüstung



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

45 Arbeiten im Wald

45.2.3 Handhabung und Arbeitstechnik

¹Vor Beginn der Schneidearbeit ist die Arbeitssituation zu beurteilen. Der Motorsägeführer hat auf einen sicheren Stand und einen geordneten Arbeitsplatz zu achten.

²Im Umkreis von 2 Metern von der zu startenden und laufenden Motorsäge darf sich ausser dem Motorsägeführer niemand aufhalten.

³Die Sägearbeiten sind in erster Linie mit dem unteren Teil des Schwertes, das heisst mit ziehender Kette auszuführen. Mit dem oberen Teil der Schwertspitze ist möglichst nicht zu schneiden.

⁴Das Arbeiten mit der Motorsäge über Schulterhöhe ist verboten.

45.2.4 Arbeitssicherheit beim Fällen von Bäumen

Um die zweckmässigen Massnahmen bezüglich Arbeitssicherheit zu treffen, sind im Normalfall zwei Begriffe von zentraler Bedeutung: der Fallbereich und der Gefahrenbereich. Die beiden Bereiche befinden sich in einem Kreis, welcher gedanklich um den zu fällenden Baum gezogen wird. Der Radius dieses Kreises beträgt die zweifache Länge der Baumhöhe.

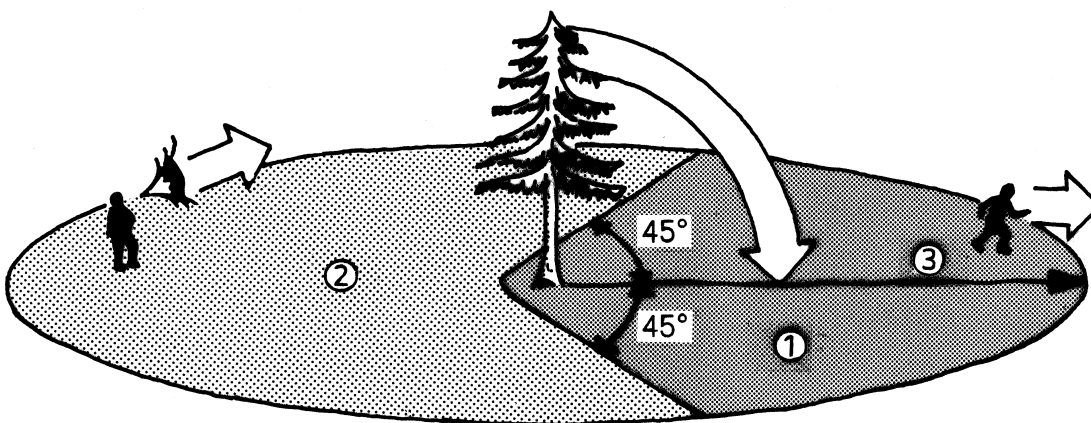
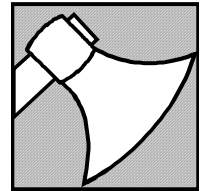


Bild 4.53
Fall- und Gefahrenbereich

- ① Fallbereich
- ② Gefahrenbereich
- ③ doppelte Baumlänge



a. Fallbereich

¹Der Fallbereich ist in zwei Sektoren eingeteilt:

- Ort direkt unter dem Baum (herabfallende Äste, Aufreißen oder Ausschlagen des Stammes) sowie 45° beidseits der Fällrichtung in doppelter Baumlänge;
- Fläche unter 45° beidseits der Fällrichtung mit Radius der doppelten Baumlänge.

²Während der Ausführung des Fällschnittes dürfen sich keine Personen im Fällbereich aufhalten.

b. Gefahrenbereich

¹Der Gefahrenbereich befindet sich im verbleibenden 270°-Sektor mit Radius der doppelten Baumlänge um den Baum.

²Folgende Vorkehrungen sind zu treffen:

- Personen im Gefahrenbereich vor dem Fällschnitt warnen;
- Arbeiten unterbrechen und den Baum beobachten, bis er auf dem Boden liegt;
- bleibt der Baum im Fallbereich hängen, können die Arbeiten nur im Gefahrenbereich fortgesetzt werden.

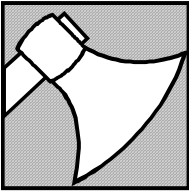
³Fall- und Gefahrenbereich sind bei schiefstehenden, hängenden oder gebogenen Bäumen entsprechend anzupassen. Der Fachmann kennt die entsprechenden Vorschriften.

45.2.5 Regeln beim Entasten

¹Etwa 40 % der Unfälle mit Motorsägen ereignen sich beim Entasten

²Folgende Regeln müssen beachtet werden:

- ruhig und überlegt arbeiten;
- vorausschauend arbeiten;
- aufrechte Körperhaltung;



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

45 Arbeiten im Wald

- rechtes Knie und Motorsäge am Stamm abstützen;
- immer auf sicheren Abstand achten;
- mögliche Spannungen der Äste erkennen;
- Säge in der Regel mit Vollgas ansetzen;
- nicht mit Schwertspitze sägen (Rückschlaggefahr);
- Daumen stets unter dem Griffbügel halten;
- Beine immer hinter dem Bügel der Motorsäge bewahren;
- sich nur mit stillstehender Sägekette fortbewegen.

45.2.6 Aufenthaltsbereich beim Holzrücken

¹Beim Verschieben von Holz darf sich niemand im Gefahrenbereich aufhalten. Beim Rücken darf sich niemand im Schwenkbereich der Last aufhalten.

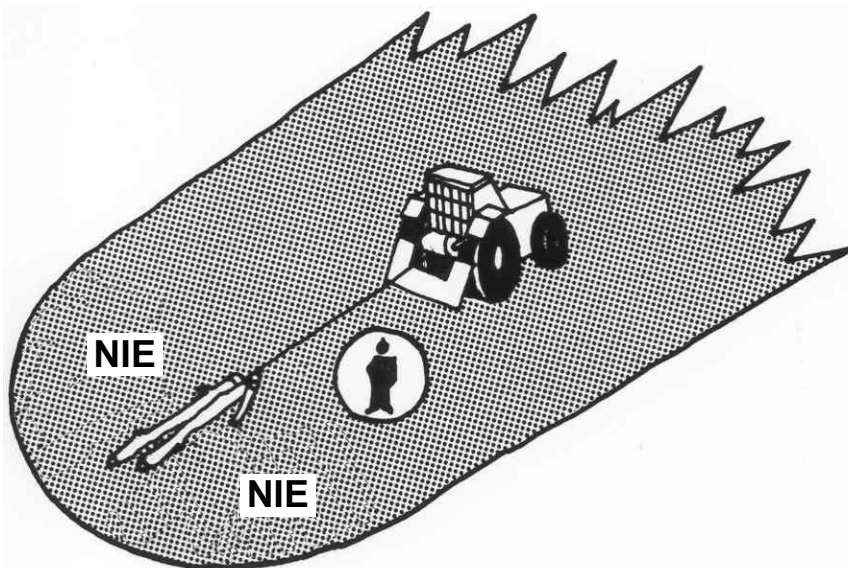
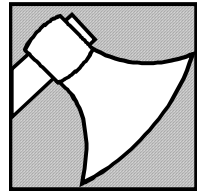


Bild 4.54
Schwenkbereich bei Rückarbeiten



²Bei Umlenkungen darf sich niemand im Seilwinkel befinden.

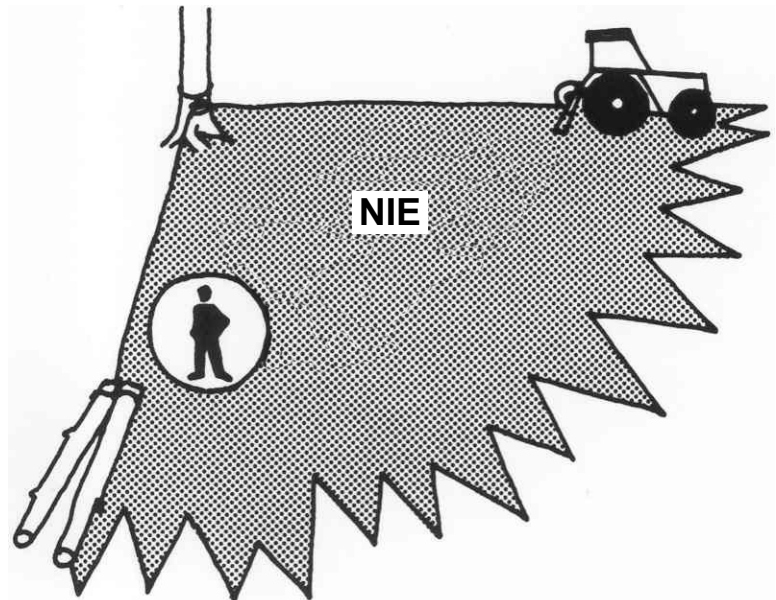
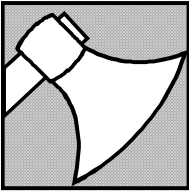


Bild 4.55
Umlenkung mit Seilwinkel



4
45

Baueinsatz im Katastrophenfall

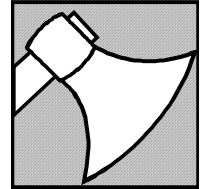
Arbeiten im Wald

45.2.7 Arbeitssicherheit in Kürze

Denken	jede Arbeit gründlich beurteilen. Erst denken, dann handeln. Die meisten Unfälle könnten durch Vorausdenken vermieden werden. Mitdenken - Vorausdenken!
Verfahren	sichere Arbeitsverfahren anwenden. Nur die notwendigsten Arbeiten in den Gefahrenbereichen ausführen. Bäume nach Stocktrennschnitt entzerren, ausserhalb der Gefahrenbereiche aufarbeiten
Organisation	nur notwendige Leute auf dem Arbeitsplatz einsetzen, Nicht zu nahe beieinander arbeiten. Sicherheitsdistanzen einhalten. Gefahrenbereiche meiden. Gegenseitige Verständigung sicherstellen
Mittel	nur zweckmässig und gut unterhaltene Arbeitsmittel verwenden. Nur sicherheitskonforme Forstmaschinen, keine Landwirtschaftstraktoren benützen. Motorsägen mit Handschutz und Kettenbremse verwenden
Wurzelstöcke	Wurzelstöcke vor Stocktrennschnitt besonders gründlich beurteilen. Wo nötig Wurzelstock sichern
Spannungen	Spannungen vor Trennschnitt gründlich beurteilen. Sicherste Arbeitsmethode wählen. Sorgfältiges, gefühlvolles Schneiden
Gefahrenbereiche	Gefahrenzone bei Wurzelstöcken, gespanntem Holz, im Bereich von bewegten Stämmen, Drahtseilen, Seilwinkeln, im Wirkungsbereich von Motorsägen, Forstmaschinen, Seilkrananlagen konsequent meiden
Drittpersonen	Drittpersonen sind vom Arbeitsplatz wegzuweisen
Schutzmittel	persönliche Schutzmittel verwenden: Helme, Gehörschutz, Gesichtsschutz, Handschuhe, signalfarbene Arbeitsbluse, Beinschutz, starkes Schuhwerk
Jederzeit - Sicherheit	ruhig und überlegt arbeiten. Übersicht und Ruhe bewahren. Leistungsdruck vermeiden. Auf Arbeitskollegen achten

Tabelle 4.39

Arbeitssicherheit in Kürze



45.3 Aufrüsten von geworfenen, gebrochenen Bäumen

¹Grundsätzlich gelten die gleichen Arbeitstechniken und Sicherheitsbestimmungen wie beim Fällen und Aufrüsten von stehenden Bäumen (→ Kapitel 45.2). Spezielle Probleme, die bei geworfenen, gebrochenen Bäumen auftreten können, werden nachfolgend dargestellt.

²Wichtig: diese Tätigkeit wird nur durch Fachleute ausgeführt (Waldarbeiter, Forstwarte, Förster).

45.3.1 Flächenwurf

Ausgangslage:

ausgedehnter Flächenwurf

Probleme/Gefahren:

- erschwerte Übersicht;
- unberechenbare Spannungen bei Trennschnitten;
- von Stöcken und Stämmen erdrückt zu werden;
- zwischen Stämmen eingeklemmt zu werden.

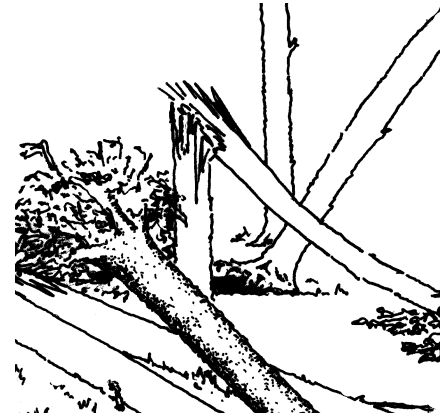


Bild 4.56

Sicheres Arbeiten:

- nur die notwendigsten Arbeiten im Gefahrenbereich ausführen;
- Arbeitsbeginn und Arbeitsrichtung in der Fallrichtung der Bäume wählen;
- Bäume nach Stocktrennschnitt entzerren und an einem sicheren Ort aufarbeiten;
- Stöcke und Spannungen beachten;
- Gefahrenbereiche möglichst meiden;
- Sicherheitsdistanzen einhalten;
- nur Forstmaschinen mit Fahrerschutz, Seilwinde, Rückenschild und Polterschild verwenden.

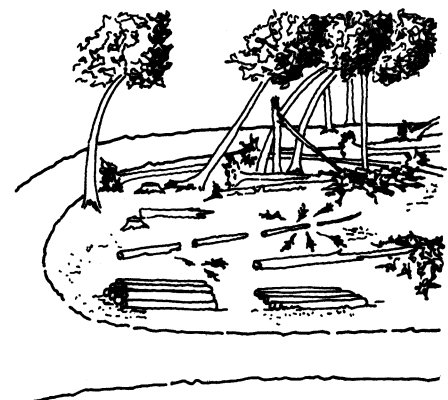
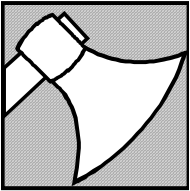


Bild 4.57



4
45

Baueinsatz im Katastrophenfall

Arbeiten im Wald

45.3.2 Stocktrennschnitt

Ausgangslage:

hoch aufragender Wurzelteller

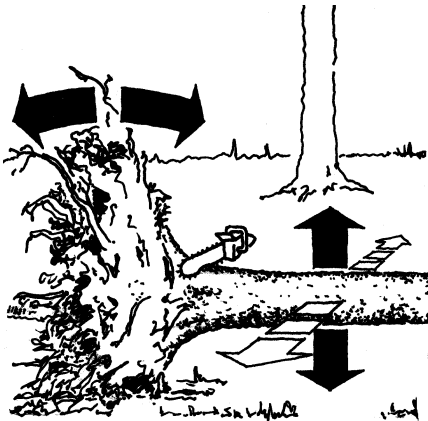


Bild 4.58

Probleme/Gefahren:

- Ausführen des Stocktrennschnittes;
- wo sind Zug- und Druckzonen?
- wie reagieren Stock und Stamm nach dem Trennschnitt;
- der Wurzelteller kann nachträglich kippen, abdrehen oder abrollen (sogar nach Stunden, Tagen oder Wochen).

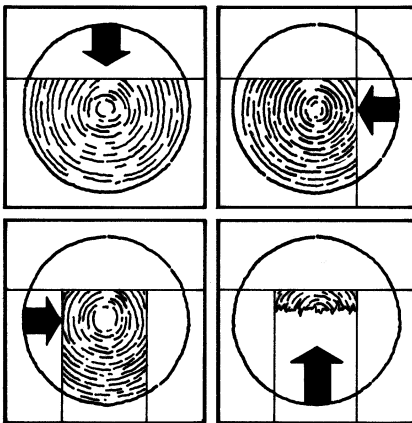
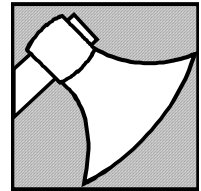


Bild 4.59

Sicheres Arbeiten:

- immer Druckzone zuerst durchtrennen;
- Wahl der sichersten Arbeitsmethode;
- einfache Stocksicherung mit Seilwinde oder Handseilzug;
- sicheres Ausführen des Stocktrennschnittes;
- Wurzelteller aus sicherer Distanz mit Seilwinde oder Handseilzug überziehen.



45.3.3 Wurzelteller am Hang

Ausgangslage:

überhängender Wurzelteller in Hanglage

Probleme/Gefahren:

- Ausführen des Stocktrennschnittes;
- enormer Druck des Wurzelstockes;
- unsichere Arbeitsposition;
- Reaktion von Stock und Stamm nach dem Trennschnitt?
- der Wurzelstock kann nachträglich kippen, abdrehen oder abrollen (sogar nach Stunden, Tagen oder Wochen).



Bild 4.60

Sicheres Arbeiten:

- gründliches Beurteilen von Wurzelstock, Druck- und Zugzonen;
- Wahl der sichersten Arbeitsmethode;
- Wurzelstock mit Seilwinde oder Handseilzug (Habegger) sichern;
- sichere Arbeitsstellung einnehmen;
- auf sicherer Seite stehen;
- sorgfältiges, gefühlvolles Sägen;
- Verhalten des Schnittes und des Wurzelstockes beobachten;
- Wurzelstock in sichere Lage bringen.

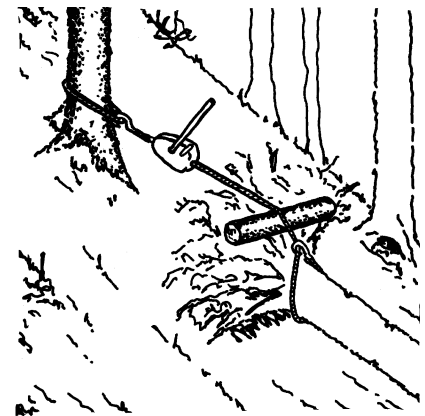
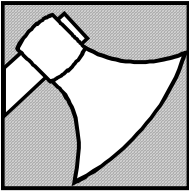


Bild 4.61



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

45 Arbeiten im Wald

45.3.4 Trennschnitt in gespanntem Holz

Ausgangslage:

eingeklemmter Stamm mit seitlicher Spannung

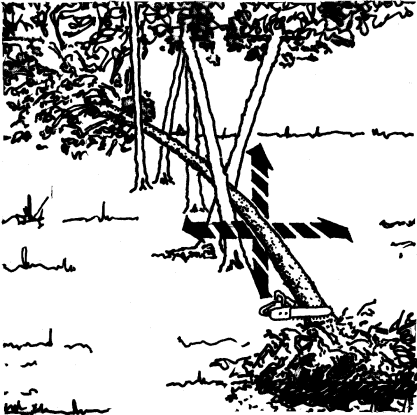


Bild 4.62

Probleme/Gefahren:

- Ausführen des Stocktrennschnittes;
- Aufspalten des Stammes;
- seitliches Ausschlagen des Stammes;
- unerwartete, plötzliche Reaktionen von Stamm und Wurzelstock;
- zwischen Stämme gequetscht und eingeklemmt zu werden.

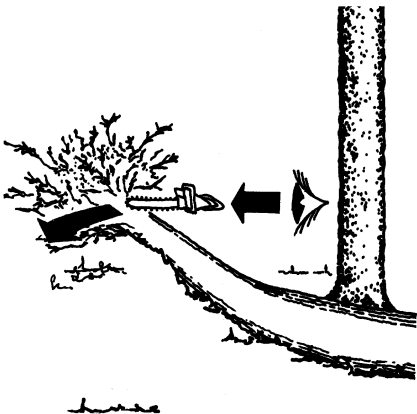
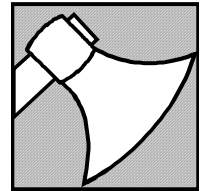


Bild 4.63

Sicheres Arbeiten:

- gründliches Beurteilen von Arbeitssituationen, Wurzelstock, Spannungen, Druck- und Zugzonen;
- Wahl der sichersten Arbeitsmethode;
- sichere Arbeitsstellung einnehmen;
- auf sicherer Seite stehen;
- sorgfältiges, gefühlvolles Sägen;
- Verhalten des Schnittes beachten;
- sofortiges Reagieren auf Druck oder Zug;
- in Extremfällen Stammpresse verwenden;
- evtl Sprengen.



45.3.5 Fällen von gebogenen Bäumen

Ausgangslage:

gebogene Bäume

Probleme/Gefahren:

- Ausführen des Fällschnittes;
- Aufspalten der Stammpartie;
- von aufspaltendem oder herunterstürzendem Stammteil getroffen zu werden.

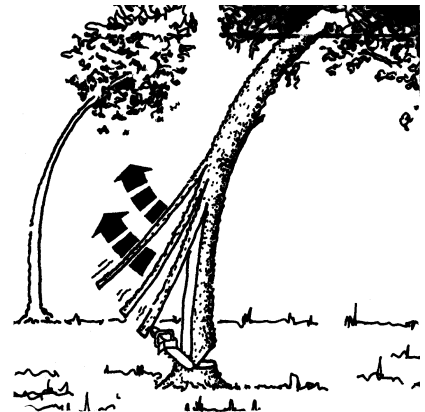


Bild 4.64

Sicheres Arbeiten:

- gründliche Beurteilung von Arbeitssituationen, Spannungen, Druck- und Zugzonen;
- Wahl der sichersten Fällmethode (Hänger- oder Stechschnitt);
- grosse Fallkerbe in Druckzone sägen bis über das Mark;
- Seiten tief einschneiden (Dreiecksschnitt);
- hoher Fällschnitt von Zugzone her;
- in Extremfällen Stammpresse verwenden;
- evtl Sprengen.

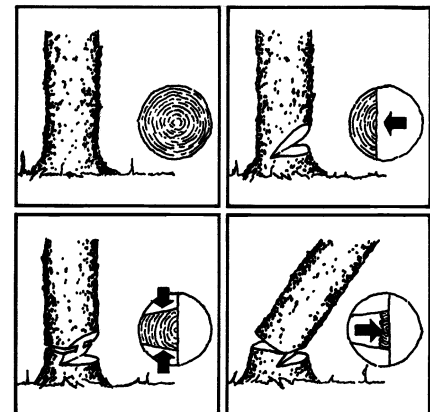
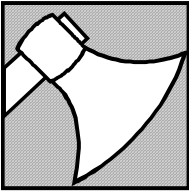


Bild 4.65



4

Baueinsatz im Katastrophenfall

45

Arbeiten im Wald

45.3.6 Hängengebliebene Bäume

Ausgangslage:

entwurzelter, hängen gebliebener Baum

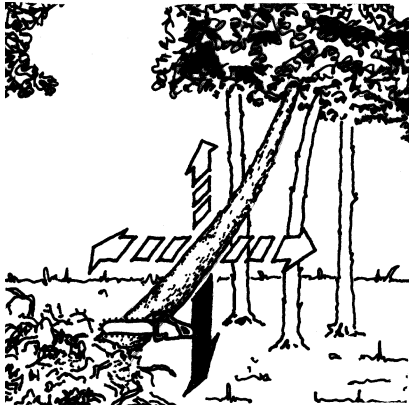


Bild 4.66

Probleme/Gefahren:

- Ausführen des Stocktrennschnittes;
- Baum zu Boden bringen;
- schlagartiges Reagieren von Stamm und Wurzelstock.

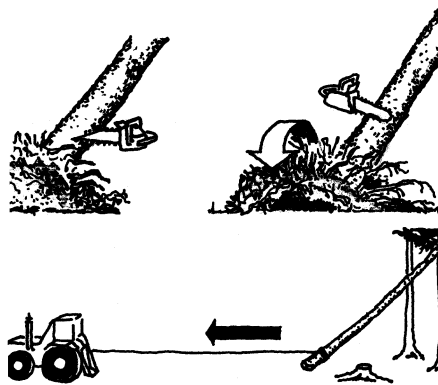
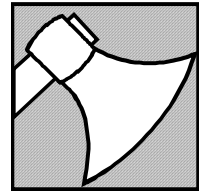


Bild 4.67

Sicheres Arbeiten:

- gründliches Beurteilen der Arbeitssituation;
- Wahl der sichersten Arbeitsmethode;
- Fallkerbe und Fällschnitt je nach Zugrichtung;
- Herunterziehen des Baumes mit Seilwinde oder Handseilzug;
- seitliches Herunterziehen;
- senkrecht Herunterziehen nur mit Umlenkrolle durchführen;
- alle Zugarbeiten aus sicherer Distanz ausführen;
- Gefahrenbereiche beachten;
- Seilwinkel meiden;
- evtl Sprengen.



45.3.7 Geknickte Bäume

Ausgangslage:

geknickter Baum

Probleme/Gefahren:

- Kronenteil zu Boden bringen;
- vom abreisenden, niederstürzenden Kronenteil getroffen zu werden;
- Fällen des Baumrestes.

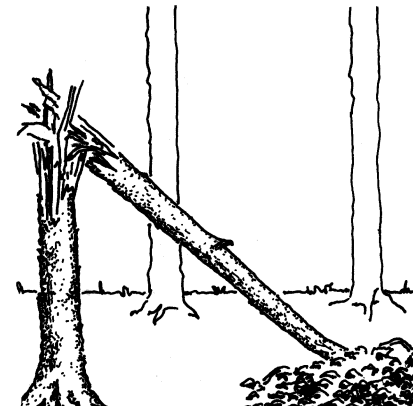


Bild 4.68

Sicheres Arbeiten:

- gründliches Beurteilen der Arbeitssituation;
- Wahl der sichersten Arbeitsmethode;
- wenn möglich, Kronenteil mit Seilwinde oder Handseilzug herunterreißen;
- bei starker Verbindung der Bruchstelle, Stamm seitlich fällen und mit Seilwinde oder Handseilzug umziehen;
- wenn nichts anderes möglich, Stamm in Druckrichtung fällen;
- Umziehen des Baumes immer aus sicherer Distanz mit Seilwinde oder Handseilzug.

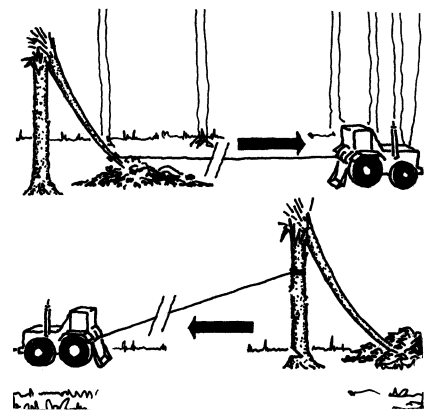
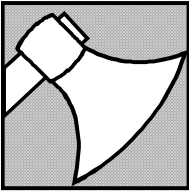


Bild 4.69



4
45

Baueinsatz im Katastrophenfall

Arbeiten im Wald

45.3.8 Fällen von Baumresten

Ausgangslage:

Baumreste

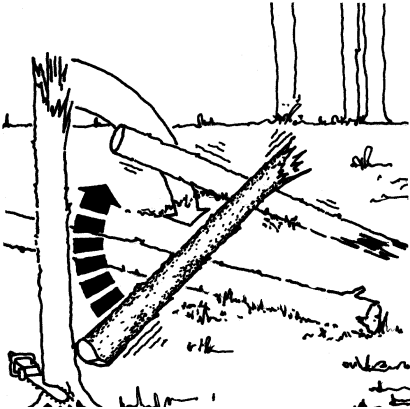


Bild 4.70

Probleme/Gefahren:

- Fällen der Baumreste;
- Hochspringen, seitliches oder rückwärtiges Ausschlagen der Baumreste beim Aufprall auf Boden, Stock, Stamm, Fels, Unebenheit, Hindernis;
- von Baumresten getroffen zu werden.

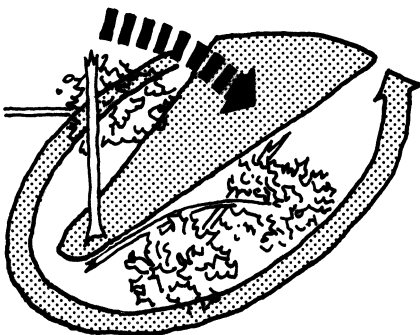
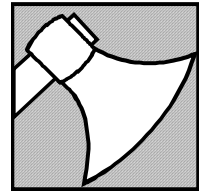


Bild 4.71

Sicheres Arbeiten:

- Baumreste wenn möglich nicht über Stämme oder andere Hindernisse fällen. Diese sind vor dem Fällen wegzuräumen;
- Reaktionen eines fallenden Baumrestes im Voraus abschätzen;
- während des Falls eines Baumes zurücktreten.



45.4 Sprengen

¹In extrem gefährlichen Situationen, in denen die Sicherheit des Motorsägeführers während der Arbeit nicht Gewähr leisten kann, ist Sprengen angebracht.

²Dies gilt im Speziellen bei:

- Bäumen, welche über Kanten herausragen;
- Bäumen und Stöcken, welche nicht gesichert werden können.

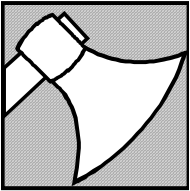
³Die Ausführung darf nur durch Sprengberechtigte mit Ausweis durchgeführt werden (→ Teil 5, Kapitel 55).

45.5 Räumen von Schadflächen

¹Diese Arbeiten sind nach den Anweisungen der Einsatzleitung auszuführen (was wird gemacht? Was wird nicht gemacht?). Da das Räumen vor allem aus Handarbeit besteht, sind vor Arbeitsbeginn genügend geeignete Werkzeuge wie Gertel, Äxte sowie Schutzhandschuhe zu besorgen.

²Folgende Punkte sind für die Arbeitssicherheit und Unfallverhütung zu beachten:

- Gruppengrösse 4 bis 6 Mann und 1 Motorsägeführer;
- grosse Flächen in Sektoren einteilen (evtl markieren) und den Gruppen zuweisen;
- am Hang streifenweise von unten nach oben arbeiten;
- am Hang darauf achten, dass die Arbeitskräfte immer auf der gleichen Höhe arbeiten;
- nur der Motorsägeführer arbeitet mit der Säge;
- persönliche Schutzmittel tragen;
- Sicherheitsbestimmungen bei der Motorsägebenuztung einhalten;
- evtl Geländebeobachter einsetzen.



4
45

Baueinsatz im Katastrophenfall

Arbeiten im Wald

45.6 Einsatz nach Waldbränden

¹Fäll-, Rüst- und Räumarbeiten nach Waldbränden sind ausschliesslich nach Anweisungen der Einsatzleitung auszuführen.

²Bei den oben erwähnten Arbeiten (zum Beispiel Fällen von verkohlten Bäumen) ist neben dem Einhalten der normalen Sicherheitsbestimmungen und Arbeitstechniken besonders zu beachten, dass die Standfestigkeit der Bäume geschwächt sein kann (verbrannte Wurzeln) und die Bäume plötzlich unkontrolliert umstürzen können.

45.7 Checklisten

Die folgenden Listen sind eine Gedankenstütze für den jeweiligen Verantwortlichen.

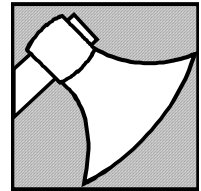
45.7.1 Rekognoszierung und Vorbereitung für den Kp Kdt/Bauchef

a. Vor der Rekognoszierung:

- | | |
|-----------------------------|--|
| Forstingenieur: | - Planung und Organisation von forstlichen Arbeiten, Holzeinmessen. |
| Förster: | - Planung und Organisation von forstlichen Arbeiten;
- Holzeinmessen und praktische Mithilfe. |
| Forstwart/Waldarbeiter: | - sämtliche forstlichen Arbeiten, vor allem Motorsägeführer, aber auch Equipenchef. |
| Holzerkurs-Absolventen: | - Ausweis verlangen;
- einfache Motorsägearbeiten;
- Unterstützung von Räumerequipen. |
| Ohne forstliche Ausbildung: | - Räumen (Äste);
- Wegunterhalt;
- Hilfsarbeiten;
- Beobachterfunktionen;
- nie Motorsägearbeiten. |

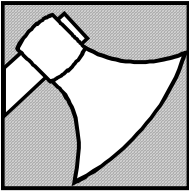
Baueinsatz im Katastrophenfall Arbeiten im Wald

4
45



b. Beim Rekognoszieren und bei Abspracherapporten:

Abspracherapport:	- Einsatz pro Arbeitsplatz oder Baustelle festlegen;
Arbeitsauftrag:	- genauer Auftrag; was wird, wo, wie gemacht (Plan); - Einsatzdauer.
Mittel:	- Anzahl Motorsägeführer; - Anzahl Räumer (Leistungsschätzung); - Material, Werkzeug (was, wie viel).
Logistik:	- Übernahme und Transport (wer liefert was, wann, womit, wohin); - Verpflegung, Sanitätsdienst; - Verbindungsmittel; - Werkzeuge und Maschinen; - Schutzausrüstung; - Schmier- und Treibstoffe; - Reparaturdienst und Notunterkunft usw.
Prüfung:	- durch die Einsatzleitung oder Truppe ist eine Prüfung für Motorsägeführer vorzubereiten und durchzuführen (→ Kapitel 45.1.2).
Sicherheit:	- Kompetenzen und Verantwortung klar festlegen; - Chef Sicherheit bestimmen (konkreter Auftrag); - notwendige Massnahmen festlegen; - Alarmorganisation (Notfallzettel, nächstes Telefon usw); - Helikopter-Landeplatz.
Ausweichprogramm:	- für wetterbedingte Arbeitsunterbrüche sind Alternativprogramme vorzubereiten (zum Beispiel Wegunterhalt, Brennholz rüsten usw).



4 Baueinsatz im Katastrophenfall

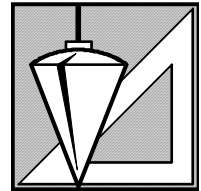
45 Arbeiten im Wald

45.7.2 Arbeitsvorbereitung (AVOR) für den Equipenchef

- Auftragsanalyse:
- was wird von mir erwartet?
 - was habe ich, was brauche ich noch?
- Einsatzplan:
- wer mit wem, wo, was, wann?
 - Ausrüstung bereitstellen, kontrollieren, zuteilen;
 - Transporte, Anmarschwege;
 - Arbeitszeiten, Pausen festlegen (Tagesplan).
- Versorgung:
- Verpflegung, Sanitätsdienst;
 - Treib- und Schmierstoffe, Reparaturdienst.
- Sicherheit:
- Motorsägeführer-Prüfung abgelegt und bestanden?
 - persönliche Schutzausrüstung auf Mann?
 - Absperrmassnahmen getroffen, Signalisation?
 - Helikopter-Landeplatz markiert?
 - Notfallzettel vorbereitet für jeden Mann? (Telefonnummern von KP, Einsatzleitung, Spital, Arzt, Polizei, Feuerwehr, REGA, usw);
 - Chef Sicherheit bestimmen, schriftlichen Auftrag formulieren.

45.7.3 Arbeitskontrolle während der Arbeit für den Equipenchef

- Sicherheitsbestimmungen:
- wird die persönliche Schutzausrüstung getragen?
 - werden die angeordneten Massnahmen befolgt, genügen diese?
 - nimmt der Sicherheitsverantwortliche seine Aufgaben wahr?
 - entstehen sicherheitswidrige Zustände (am Hang übereinander arbeiten, zu kleine Abstände usw)?
- Arbeitsorganisation:
- stimmen Flächen, Arbeitsvolumen und Kapazität überein?



51 Vermessung

51.1 Messen von Distanzen, Höhen und Winkeln

51.1.1 Distanzen

a. Daumensprung

Das Objekt wird mit ausgestrecktem Arm über den Daumen anvisiert und dann abwechselungsweise mit dem linken und rechten Auge betrachtet. Der Daumen «springt» bei dieser Betrachtungsweise um eine gewisse Strecke nach links oder rechts. Diese Strecke wird anhand des Objektes geschätzt und mit 10 multipliziert, was ungefähr die gesuchte Distanz ergibt.

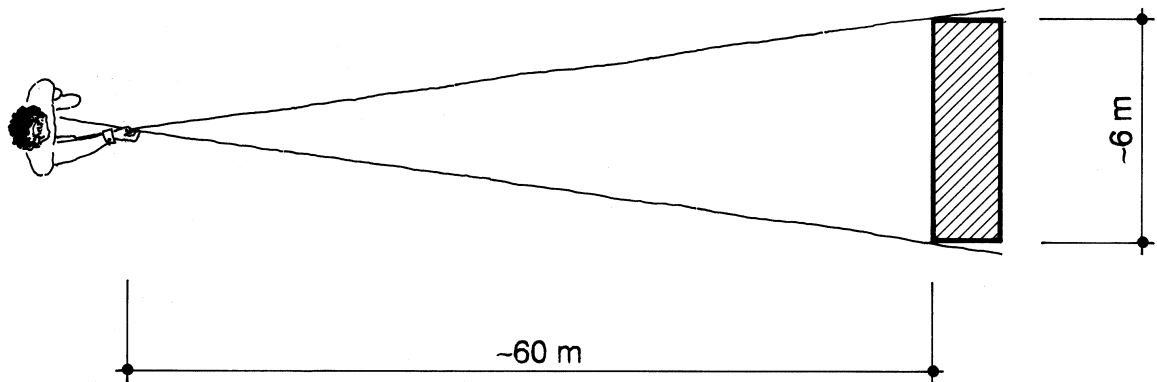
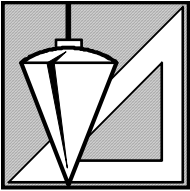


Bild 5.1
Daumensprung

b. Messband und Latte

¹Das Messband oder die Latte wird horizontal gehalten und die Distanz mit dem Schnurlot abgelotet.



5 Tipps und Kniffe

51 Vermessung

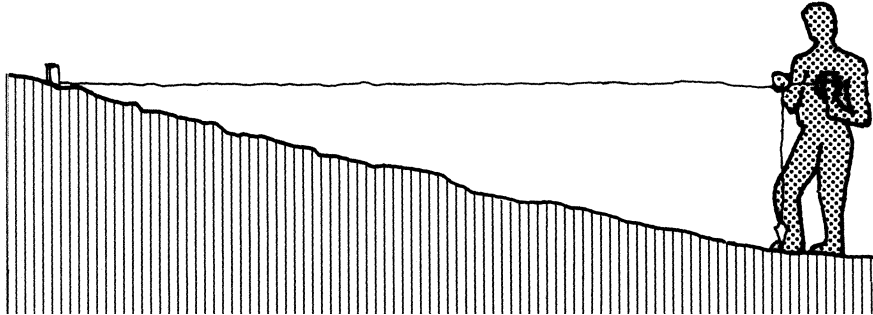


Bild 5.2
Messen mit Messband

²Zu empfehlen sind kurze Messbänder (20 bis 30 m) aus Stahl oder Glasfasern. Stahlbänder sind empfindlich gegen Knicken (nicht drauftreten!) und können rosten.

³Nicht längere Teilstrecken als 15 bis 20 m messen (Ungenauigkeit).

⁴Man täuscht sich leicht über Horizontallage, besonders bei leicht geneigtem Gelände (evtl Wasserwaage zu Hilfe nehmen).

c. Nivellierinstrument, Feldstecher

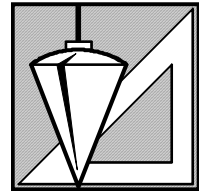
¹Die Strichplatte eines Nivellierinstruments oder Feldstechers weist neben dem zentrischen Strichkreuz zusätzliche Distanzstriche auf. Diese bestimmen auf dem im Gesichtsfeld erscheinenden Bild einen instrumentenspezifischen Höhenwinkel α in Form eines abgelesenen oder geschätzten Abschnitts A in der gesuchten Distanz D .

²Näherungsformel:
$$D = A \times \frac{1000}{\alpha}$$

³Beispiel Nivellierinstrument:

abgelesen: $A = 0,38$ m; Instrumentenkonstante $a = 10$

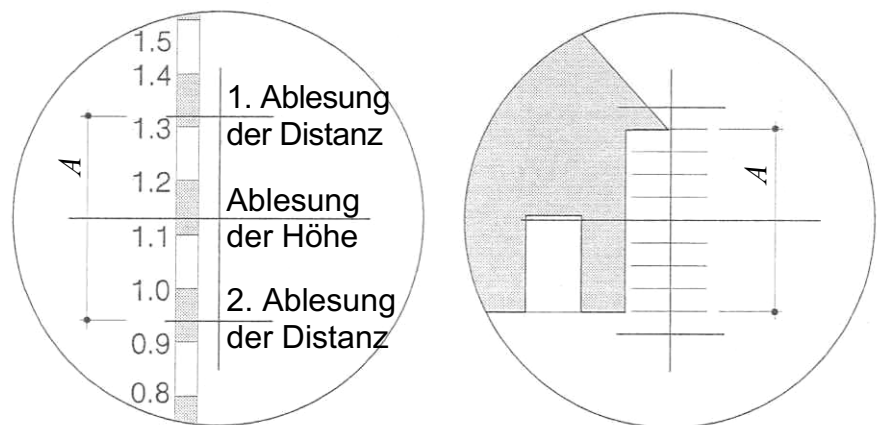
gesucht: $D = 0,38 \times \frac{1000}{10} = 38$ m



⁴Beispiel Feldstecher:

geschätzt: $A = 5 \text{ m}$; abgelesen: $\alpha = 8$

gesucht: $D = 5 \times \frac{1000}{8} = 625 \text{ m}$



a Nivellierinstrument

b Feldstecher

Bild 5.3

Bildausschnitt von Nivellierinstrument und Feldstecher

51.1.2 Höhen

a. Grobhorizontieren

Wird entlang dem Wasserspiegel in eine horizontal gehaltene Flasche (etwa zur Hälfte gefüllt) geblickt, kann die Horizontallage abgeschätzt werden.

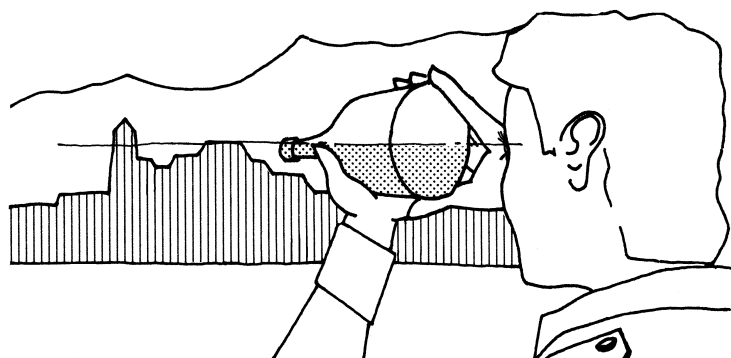
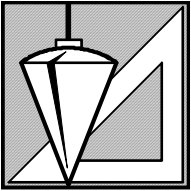


Bild 5.4

Horizontieren mit Flasche



5 Tipps und Kniffe

51 Vermessung

b. Staffeln

¹Staffeln ist zur Aufnahme des bestehenden Terrains bei Querprofilen und zuweilen auch bei Längenprofilen geeignet.

²Eine meist 3 bis 4 m lange, gerade Latte mit aufgesetzter Wasserwaage wird horizontal ausgerichtet. Zwischenhöhen des Geländeprofiles werden mit einem Doppelmeter oder einer Messlatte abgelesen. Die Messdaten werden am zweckmässigsten in tabellarischer Form fest gehalten.

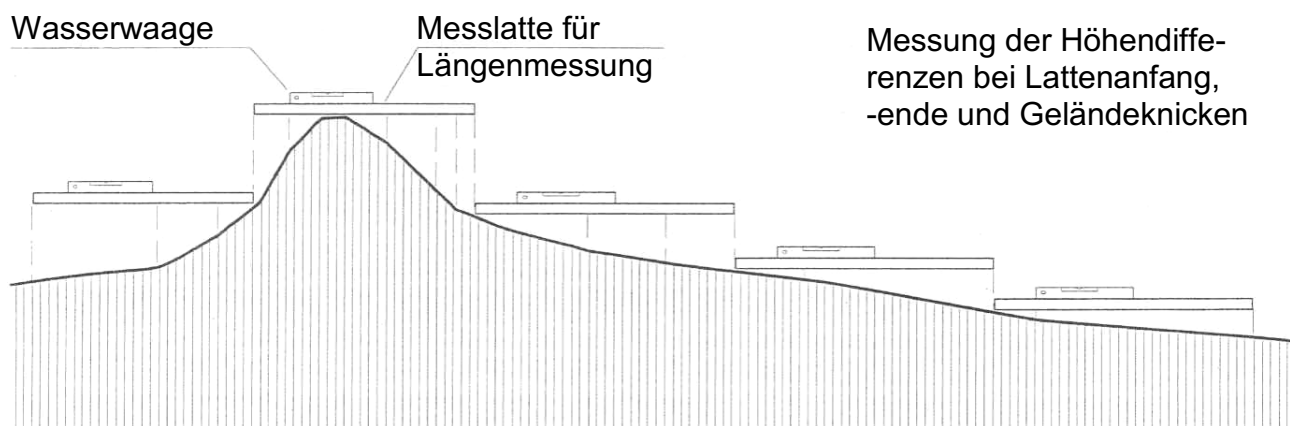
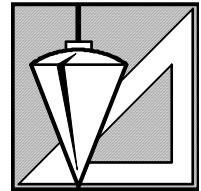


Bild 5.5
Staffeln

c. Nivellieren

¹Nivelliergeräte dienen der Höhenmessung und sind geeignet, um neue Höhenpunkte zu bestimmen oder um bestehende Höhen zu kontrollieren.

²Bei neueren Nivelliergeräten (so genannten Automaten) muss nur die Dosenlibelle durch die drei Fusschrauben grobhorizontiert werden. Bei älteren Geräten muss zusätzlich zur Grobhorizontierung vor jeder Ablesung mit Hilfe der Kippschraube die Röhrenlibelle feinhorizontiert werden.



³Praktische Tipps:

- Nivelliergerät sorgfältig behandeln;
- Messlatte auf grobe Mängel prüfen;
- Stativ gut eintreten, damit sich die Höhe nicht ändert;
- Nivellierprobe mindestens zu Tagesbeginn oder bei Beginn jeder Arbeit durchführen;
- Messlatte (zur Not auch Doppelmeter) immer bei Null anhalten;
- aus der Mitte zweier Punkte nivellieren;
- in schwierigem Gelände (zum Beispiel Bauschutt, Dammschüttung, steile Böschungen) Umsetzpunkte massiv verpflocken; nach versehentlich verschobener Höhenlage muss neu begonnen werden.

⁴Weiter gehende Angaben zu optischen Messgeräten und deren Bedienung sind dem Reglement 57.118 d «Vermessung» zu entnehmen.

51.1.3 Nordrichtung

Mittels einer Armbanduhr kann im Feld auch ohne Kompass sehr einfach die Nordrichtung bestimmt werden:

der kleine Zeiger wird auf die Sonne gerichtet. Die Winkelhalbierende zwischen dem kleinen Zeiger und 12 Uhr (bei Sommerzeit entsprechend 1 Uhr) zeigt nach Süden.

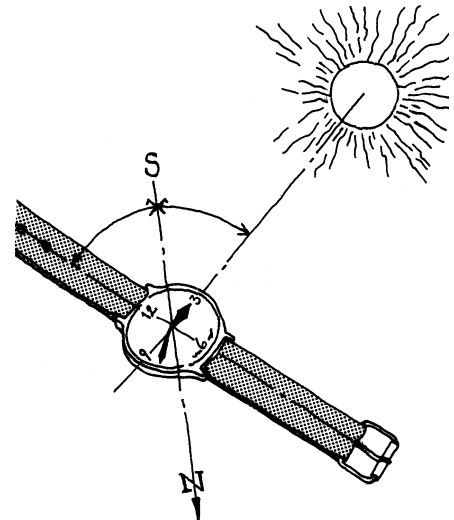
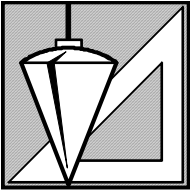


Bild 5.6
Bestimmung der Nordrichtung



5 Tipps und Kniffe

51 Vermessung

51.2 Abstecken

51.2.1 Geraden

¹Strecken oder Geraden sowie Zwischenpunkte können häufig durch Fluchten oder über Hilfskonstruktionen in unübersichtlichem Gelände bestimmt oder eingebunden werden.

²Die einfachste Methode ist das gegenseitige Einvisieren. Bei fehlender direkter Sichtverbindung zwischen den Punkten A und B können die Zwischenpunkte C und D zu Hilfe genommen werden. Das gegenseitige, wiederholte Einvisieren gestattet auch eine Einfluchtung, falls die Punkte A und B nicht zugänglich sind.

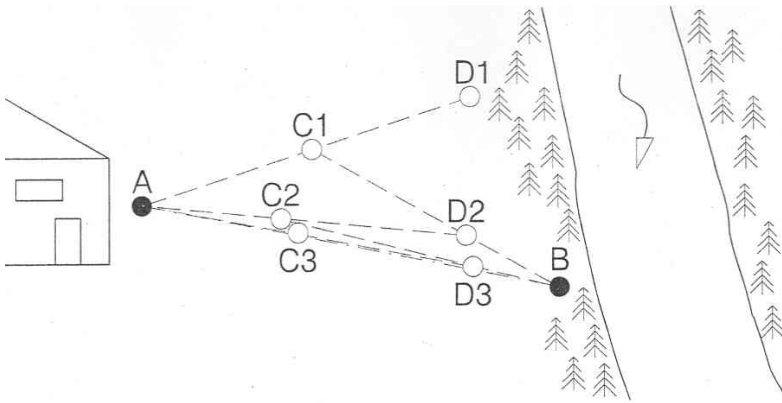
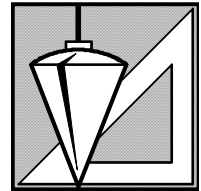


Bild 5.7
Gegenseitiges Einvisieren

³Als weitere Möglichkeit für die Bestimmung eines unbekanntes Punktes kann der Strahlensatz oder der Cosinussatz angewandt werden.



51.2.2 Rechte Winkel

a. Satz des Pythagoras

Über ein Dreieck mit dem Seitenverhältnis 3 : 4 : 5 können sehr einfach rechte Winkel bestimmt werden (→ Bild 5.8).

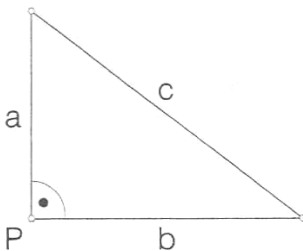


Bild 5.8

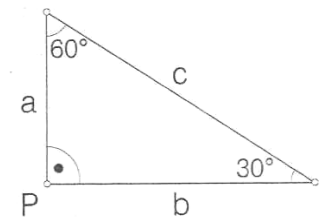


Bild 5.9

Konstruktion eines 90°-Winkels bzw eines 60°- oder 30°-Winkels

Spezialfall:

bei einem Verhältnis der Seiten von 0,5 : 0,87 : 1,0, ergeben sich Winkel von 30°, 60° und 90° (→ Bild 5.9).

b. Bogenschlag

¹Ist in einem Punkt P der Geraden g die Senkrechte zu errichten, sind von P aus auf der Geraden auf beide Seiten gleiche Strecken s abzutragen. Um diese beiden Punkte schlägt man Bogen mit beliebigem Radius r. Durch den Bogenschnittpunkt S und Punkt P auf g verläuft die gesuchte Senkrechte zur Geraden g.

²Zum Abtragen der Strecken kann ein Messband oder eine gewöhnliche, mit Knoten versehene Schnur verwendet werden. Um einen schleifenden Schnitt im Punkt S zu vermeiden, wählt man mit Vorteil $r \approx 1,5 s$.

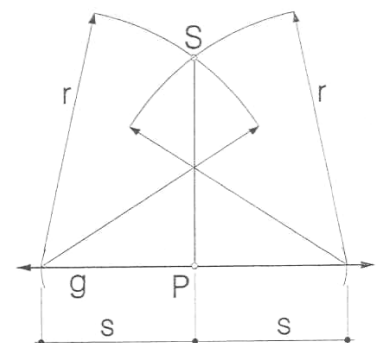
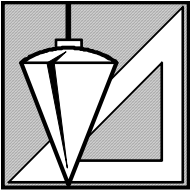


Bild 5.10
Bogenschlag



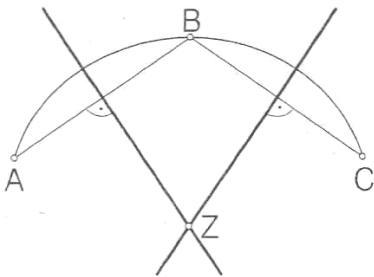
5 51 Tipps und Kniffe Vermessung

c. Pentaprisma

Man hält das Prisma im Abstand von etwa 20 cm vor ein Auge, sodass im Gesichtsfeld des Prismas ein rechter oder linker Fluchtstab (Jalon) zu sehen ist, welcher als Zielmarke dient. Die vom Auge des Beobachters über diese Zielmarke verlaufende Visurlinie steht senkrecht auf der Geraden «Prisma - Fluchtstab».

51.2.3 Kreisbögen

a. Konstruktion des Zentrums



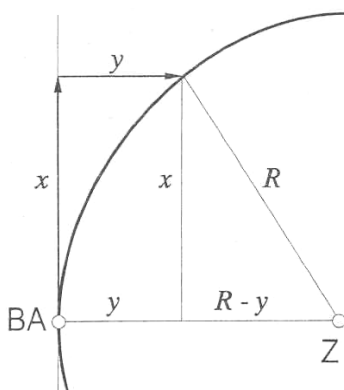
Konstruieren des Punktes Z mit den beliebigen Punkten A, B und C welche auf einem Kreisbogen gelegen sind:

- Errichten der Mittelsenkrechten zu den Sehnen AB und BC (→ Bild 5.11);
- im Schnittpunkt der Mittelsenkrechten liegt Z.

Bild 5.11

Bogenkonstruktion durch Zentrum

b. Bogenabsteckung mit der Tangente



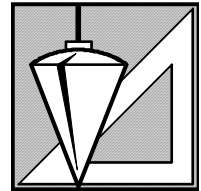
Bei dieser orthogonalen Absteckmethode, wird die Ordinate y im Abstand x auf der Tangente zum Berührungspunkt abgetragen. Als Messmittel genügen Messband und Pentaprisma.

Näherungsformel: $y \approx \frac{x^2}{2R}$ für $x \leq \frac{R}{10}$

genaue Formel: $y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$

Bild 5.12

Bogenkonstruktion durch Tangente



c. Absteckungen mit der Sehne

Für kleine Radien und kurze Bogenlängen gelangt diese Methode oft zur Anwendung.

Näherungsformel: $y \approx \frac{a \times b}{2R}$ für $a+b \leq R/4$

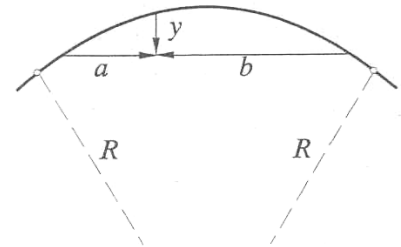


Bild 5.13
Bogenkonstruktion mit Sehne

51.3 Profilierung

¹Für die Profilierung im Weg- und Strassenbau dient das Querprofil als Arbeitsunterlage. Es enthält die Terrain- und die Projekthöhen der Achspunkte, die Fahrbahn-, Bankett- und Böschungsbreiten sowie die einzuhaltenden Quergefälle und Böschungsneigungen.

²Aus diesen Angaben lassen sich die zur Profilierung benötigten Absteckungsdaten errechnen. Als Instrumente gelangen Nivelliergerät und Messband zur Anwendung.

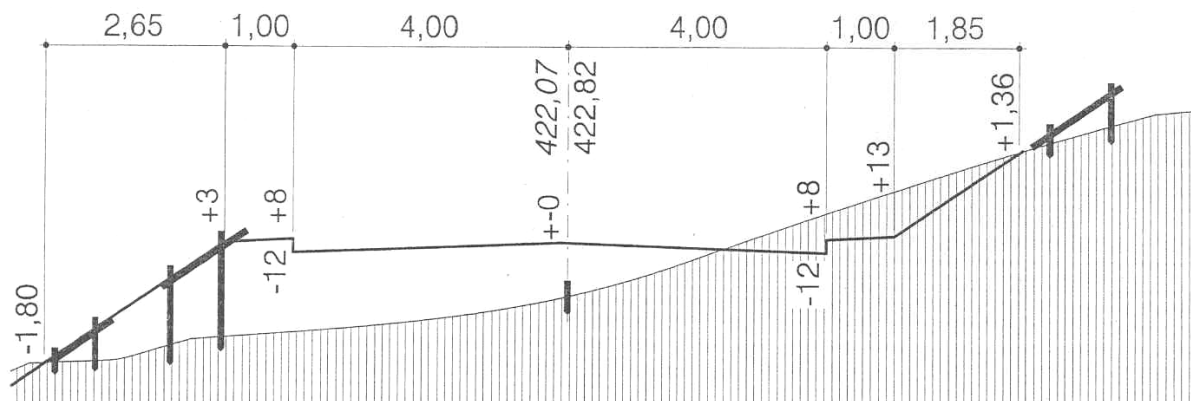
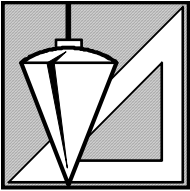


Bild 5.14
Querprofil



5 Tipps und Kniffe

51 Vermessung

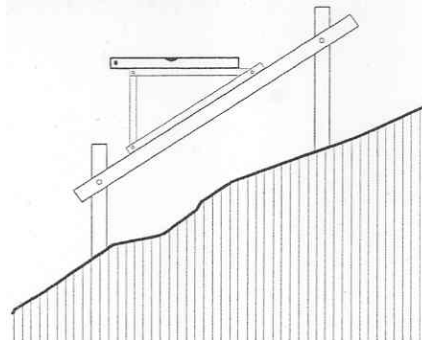


Bild 5.15
Böschungslehre

³Wo eine grössere Anzahl gleichförmiger Böschungen zu profilieren sind, kommen oft auch selbst gebaute Böschungslehren aus Dachlatten zum Einsatz. Die Lehre ist auf die Böschungslatte oder auf die bereits erstellte Böschung (Kontrolle für Baumaschinenführer) aufzulegen und mit einer Wasserwaage zu horizontieren.

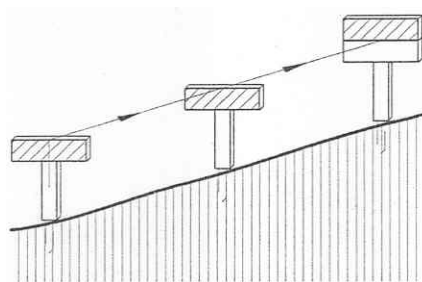


Bild 5.16
Visierkreuze

⁴Geraden mit konstanter Steigung können mit dem Nivelliergerät durch Abstecken der Einzelpunkte an Ort konstruiert werden. Schneller jedoch kommt man, zum Ziel, indem man nur Anfangs- und Endpunkt nach dieser Methode absteckt und die Zwischenpunkte mit Hilfe von Visierkreuzen höhenmässig einweist. Diese Arbeitsweise ist auch in einer Baugrube anwendbar.

51.4 Rückversicherung

¹Jede Vermessungsarbeit ist sinnlos, wenn die Punkte im Feld nicht dauerhaft versichert und während den Bauarbeiten geschützt werden.

²Damit die Punkte für den Geländeabtrag, für Dammschüttungen, für Foundationsschicht oder für Stützbauwerke weiterverwendet werden können, müssen sie ausserhalb des Baubereichs rückversichert werden.

³Die Lage und die Höhe des ursprünglichen Absteckungspunktes müssen mit Hilfe von Rückversicherungen rekonstruiert werden können.

⁴Für die Rekonstruktion des Absteckungspunktes muss Δx und Δh gemessen und festgehalten werden.

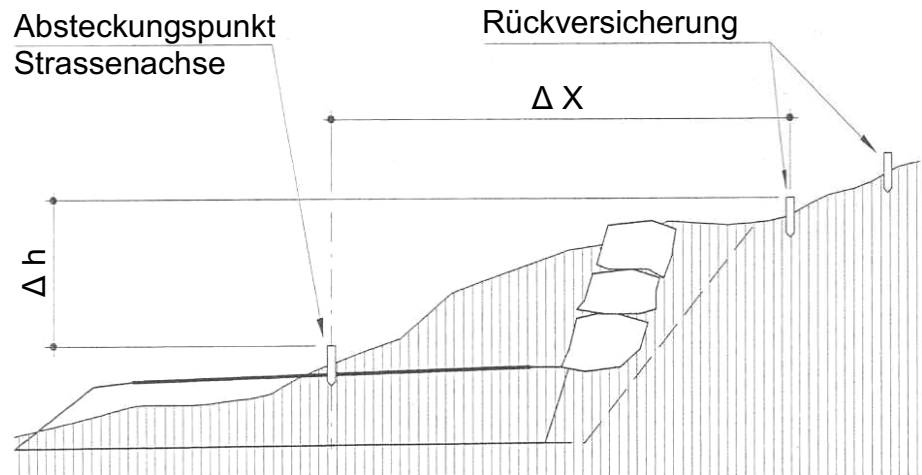
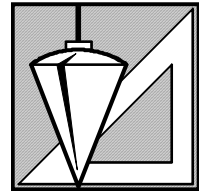


Bild 5.17
Rückversicherung

51.5 Schnurgerüst für Baugruben

¹Nach Markierung des Bauwerkgrundrisses auf der Terrainoberfläche (zum Beispiel mit Sägemehl) verlängert man die Grundrisseiteh über die geplante Baugrube hinaus und sichert die Verlängerungen mit Schnurgerüsten. Eine schnelle Wiederherstellung der Seiten ist durch Einhängen von Schnüren zwischen eingeschlagenen Nägeln möglich.

²Nach Fertigstellung der Baugrube werden die Schnurschnittpunkte auf die Baugrubensohle abgelotet.

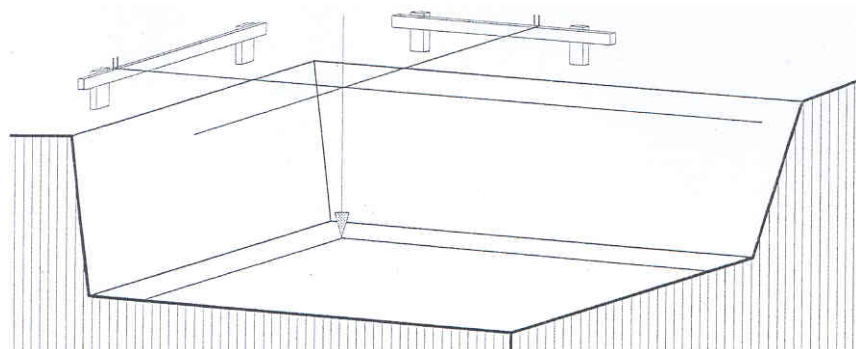
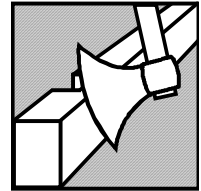


Bild 5.18
Schnurgerüst



52 Holz

52.1 Holzbearbeitung

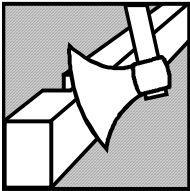
52.1.1 Werkzeuge und Hilfsmittel

Verfügbare Werkzeuge und Hilfsmittel vergleiche Geniesatz G1, Bestell-Liste Genie- und Baumaterial sowie Eisenwarenhandel und ortsansässige Zimmereibetriebe.

a. Handwerkzeuge

Werkzeugtyp	Bezeichnung	Verwendungszweck
Mess- und Reisswerkzeuge	Zimmermannsbleistift Doppelmeter, Messband Schrägmass Zimmermannswinkel	Anreissen
Sägewerkzeug	Gestellsäge, Fuchsschwanz Bundsäge	Quer-, Längs- und Schrägschnitte (Eignung je nach Zahnform) Zweimannssäge zum Abbinden
Schneidwerkzeug	Stossaxt Stemmeisen	Ausarbeiten von Versatzungen, Überblattungen und Zapfen Ausstechen von Löchern Einlassen von Klammern
Schlagwerkzeuge	Hammer, Spitzhammer Klopfholz, Handfäustel Beil, Schlägel	Nageln bei Stemmeisen bzw Spitzseisen zum Aufrichten
Bohrwerkzeug	Bohrwindel mit Bohrer	Bohren

Tabelle 5.1
Typische Handwerkzeuge für den Abbund



5 Tipps und Kniffe

52 Bearbeitung von Holz

b. Zimmerbock mit schräggestellten Beinen

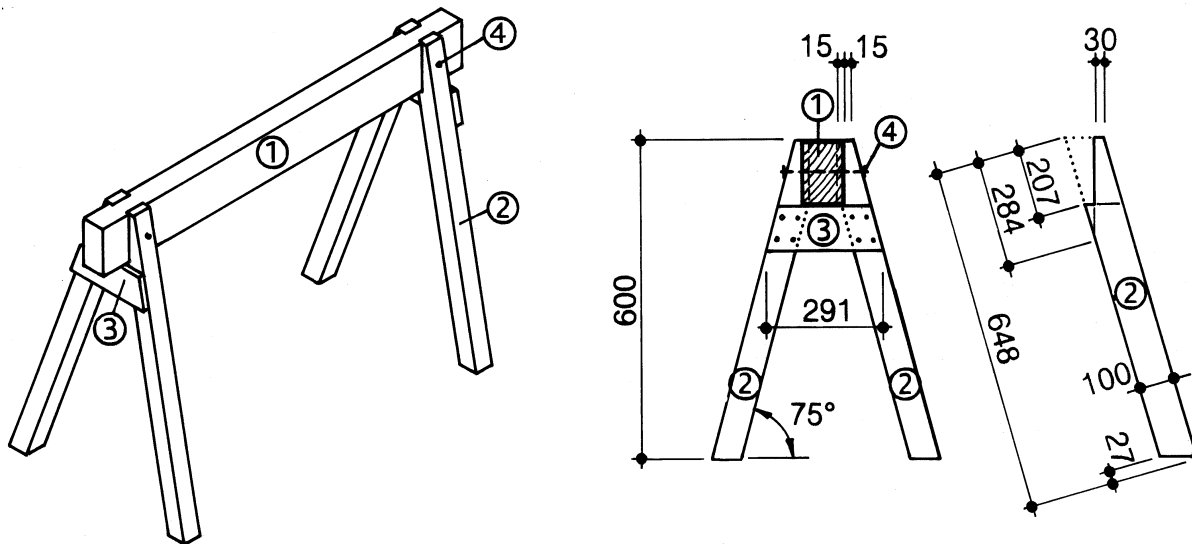


Bild 5.19
Längs- und Querprofil Zimmerbock

Bezeichnung	QS [cm]	Anzahl [Stk]	Länge [mm]
① Holm	12/16	1	1300
② Beine	10/10	4	~700
③ Querlaschen	3/12	2	~340
④ Bauschrauben mit Unterlagsscheiben	M12	2	~220
Nagel 3.1-80		16	

Tabelle 5.2
Material pro Zimmerbock

52.1.2 Zimmerei-Abbundmaschinen

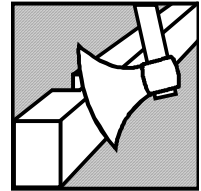
¹Verfügbare Maschinen vergleiche Bestell-Liste Genie- und Baumaterial sowie ortsansässige Zimmereibetriebe.

²Sicherheit:

- SUVA-Vorschriften;
- Schutzvorrichtungen (Spaltkeil, Schutzhaube usw) stets einsetzen;
- Zimmerei-Abbundmaschinen dürfen nur von speziell ausgebildeten Fachleuten verwendet werden.

Tipps und Kniffe Bearbeitung von Holz

5
52



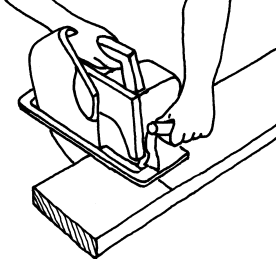
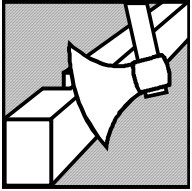
Werkzeugtyp	Verwendungszweck	Skizze
<p>Handkreissäge:</p> <ul style="list-style-type: none"> - verstellbare Schnitt-Tiefe - Schnitt-Tiefe < 8 cm - Schrägstellung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - Zuschneiden von Brettern und Platten 	
<p>Zimmerei-Handkreissäge:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schnitt-Tiefe < 20 cm 	<ul style="list-style-type: none"> - Bearbeitung von Balken, Sparren, Pfosten usw, vorwiegend für Querschnitte - Fräsen von Abblattungen, Zapfen und Kerven mit speziellen Fräsworkzeugen 	
<p>Zimmerei-Kettensäge:</p> <ul style="list-style-type: none"> - unverstellbare Schnitt-Tiefe < 33 cm - Schrägstellung möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausführen von Schrifterschnitten und Schlitzern 	
<p>Zimmerei-Bohrmaschine:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mit Bohrgestell für rechtwinklige Bohrlöcher - Schrägstellung möglich - Bohrtiefe < 40 cm - Schlangenbohrerdurchmesser: 10 - 30 mm 	<ul style="list-style-type: none"> - Bohren von Löchern für Schrauben und Dübel 	
<p>Kettenstemmer:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Schlitztiefe < 10 cm - Normalmasse Schlitzbreite und Kettenbreite = 4 cm 	<ul style="list-style-type: none"> - Ausstemmen von Zapfenlöchern 	

Tabelle 5.3
Zimmerei-Abbundmaschinen



5 Tipps und Kniffe 52 Bearbeitung von Holz

52.1.3 Abbinden und Aufrichten

Vorgehen zum Erstellen einer Konstruktion:

- Holz bereitstellen, kontrollieren und sortieren;
- Konstruktion falls erforderlich aufreißen und Risse auf die Hölzer übertragen;
- Hölzer auf Zimmerböcke legen, Muster anreißen bzw fertig reißen, Risse auf gleiche Teile übertragen, Teile bezeichnen;
- Bearbeitung der Teile (schneiden, bohren, stemmen, ausblatten, hobeln, Kanten brechen);
- imprägnieren;
- transportieren;
- aufrichten.

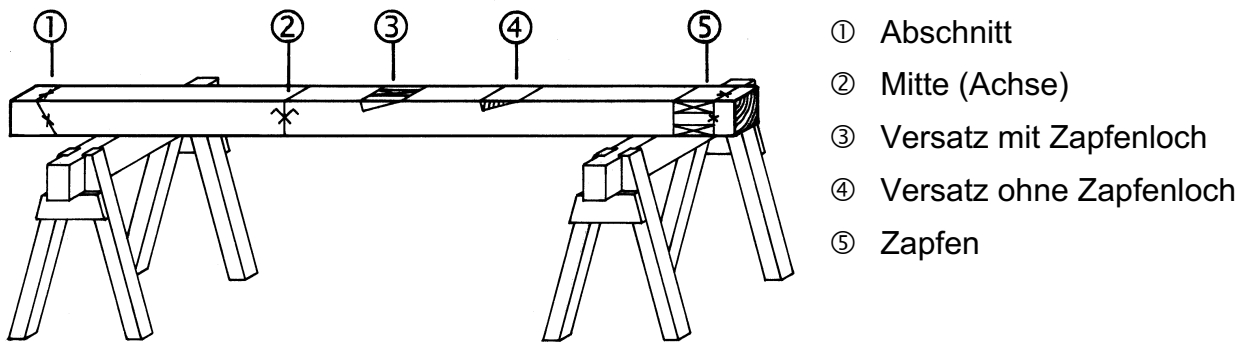


Bild 5.20
Bezeichnungen für den Abbund

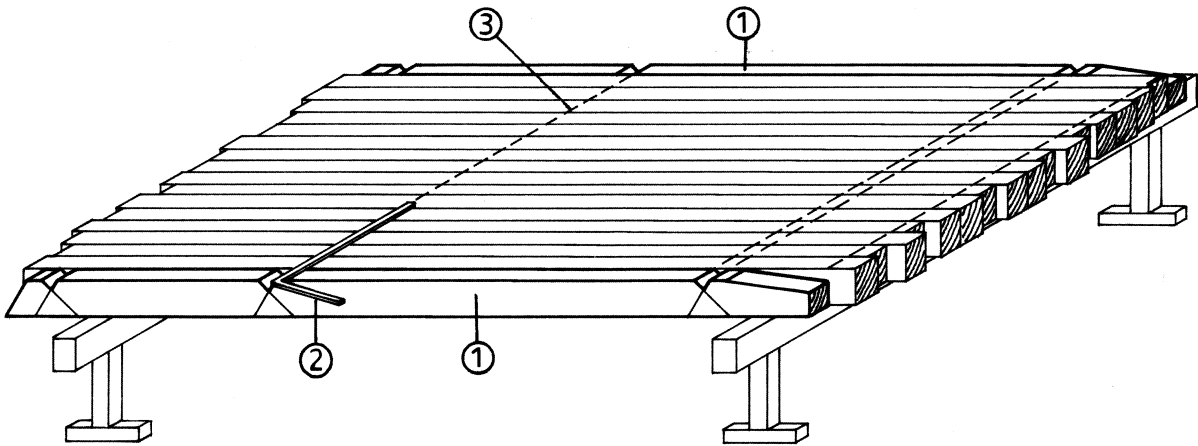
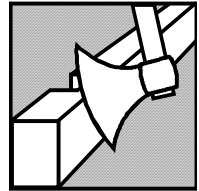
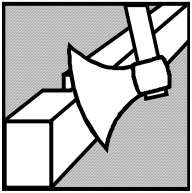


Bild 5.21
Übertragen der Risse von Mustern

- ① Muster
- ② Zimmermannswinkel
- ③ Winkelriss



5 Tipps und Kniffe 52 Bearbeitung von Holz

52.2 Einfache Zimmerarbeiten

52.2.1 Leiter

¹Falls keine andern Leitern verfügbar sind, kann in Ausnahmefällen eine Leiter aus Dachlatten QS 24/48 mm, Länge l bis 5 m, zusammengenagelt werden.

²Aufbau:

- Sprossen und Füllhölzer werden zwischen je zwei Holme genagelt;
- Sprossenabstand 25 bis 30 cm;
- Vernagelung mit Nägeln 2,8 bis 70 mm von einer Seite, falls kürzere Nägel verwendet werden von beiden Seiten vernageln.

³Sicherheit:

- Leitereinsatz vergleiche SUVA-Vorschriften;
- für die Holme und Sprossen sind fehlerfreie Stücke (ohne Äste und Schrägfaserigkeit) zu verwenden;
- für die Holme sind stets Teile mit der gesamten Länge l zu verwenden. Längsstöße sind nicht zulässig.

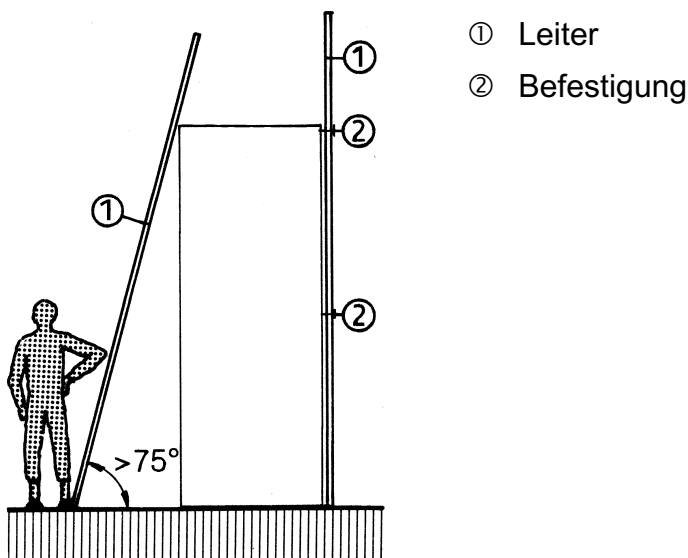
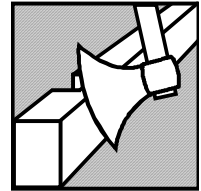


Bild 5.22
Einsatz der Leiter



- ① Holm 24/48 mm
- ② Sprosse 24/48 mm
- ③ Füllholz 24/48 mm

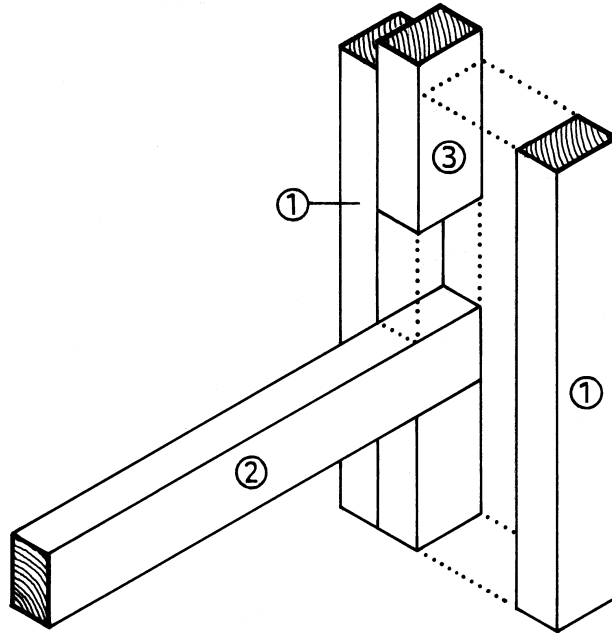


Bild 5.23
Aufbau der Leiter aus Dachlatten

- ① Holm 24/48 mm
- ② Sprosse 24/48 mm
- ③ Füllholz 24/48 mm
- ④ Nägel 2,8 - 70

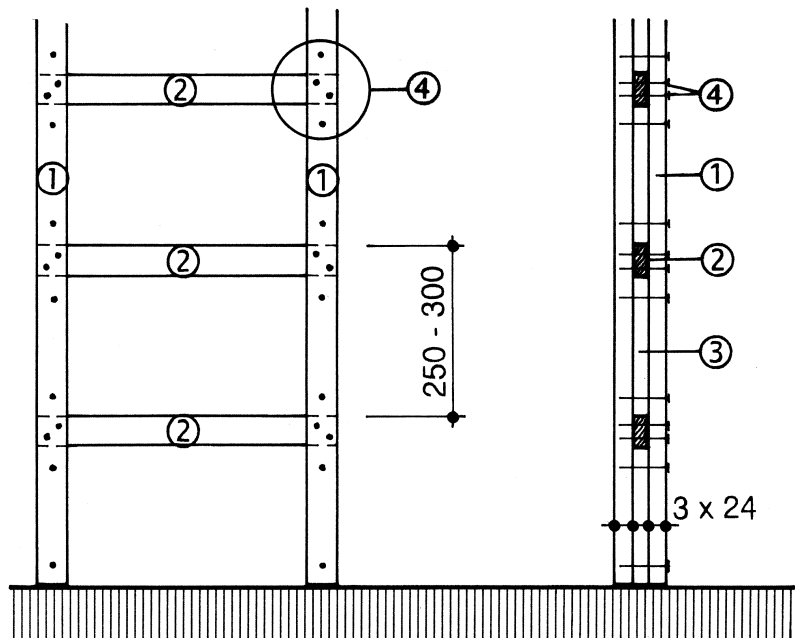
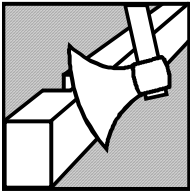


Bild 5.24
Vernagelung der Leiter



5 Tipps und Kniffe 52 Bearbeitung von Holz

52.2.2 Treppen

¹Treppen werden normalerweise mit Steigungswinkeln von 30 bis 35° erstellt.

²Für den Bau angenehm begehbarer Treppen sind die angegebenen Normalmasse für das Steigungsverhältnis, die Steigung und den Auftritt einzuhalten.

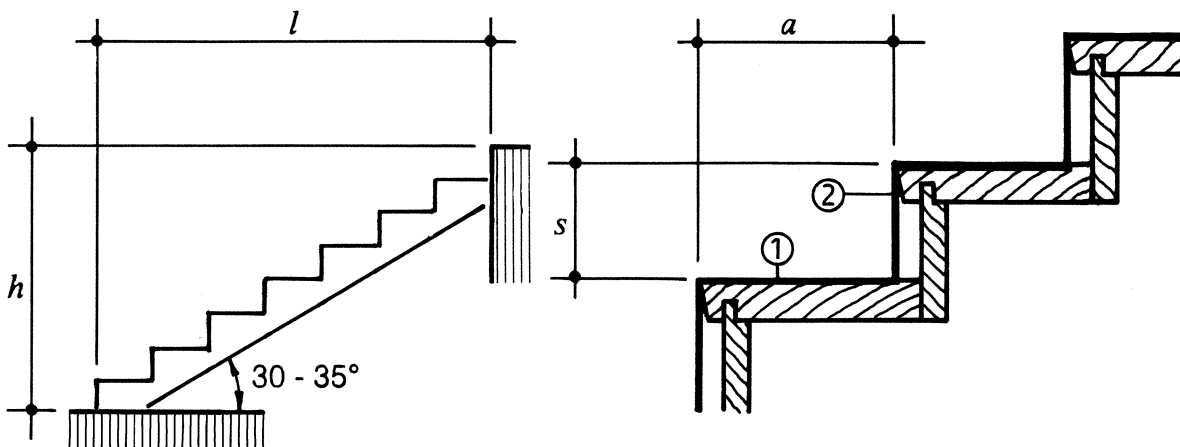


Bild 5.25

Lage und Masse der Treppe

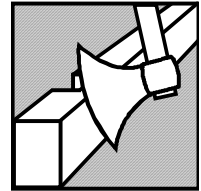
① Auftritt a

② Steigung s

Bezeichnung	Berechnung	Normalmasse
Steigungsverhältnis v	$v = 2 \times s + a$	$v = 59$ bis 64 cm
Steigung s	$s = h/n_s$	$s = 16$ bis 18 cm
Auftritt a	$a = l/n_A$	$a = 26$ bis 30 cm
Anzahl Steigungen n_s	$n_s \approx (2 \times h + l + 25 \text{ cm})/v$	
Anzahl Auftritte n_A	$n_A = n_s - 1$	
Trittbreite b		$b = 30$ bis 34 cm

Tabelle 5.4

Treppenabmessungen



a. Eingeschobene Treppe aus Brettern

Konstruktion:

- Treppenlänge: 5 Auftritte;
- Treppenbreite: 1 m;
- Wangen: 50 mm Bretter (Breite 20 cm);
- Tritte: 50 mm Bretter, mit Nägeln 4,0 bis 100 aufgenagelt;
- Füllhölzer: 30 mm Bretter (Breite 8 bis 10 cm), mit je sechs Nägeln 3,1 bis 80 aufgenagelt.

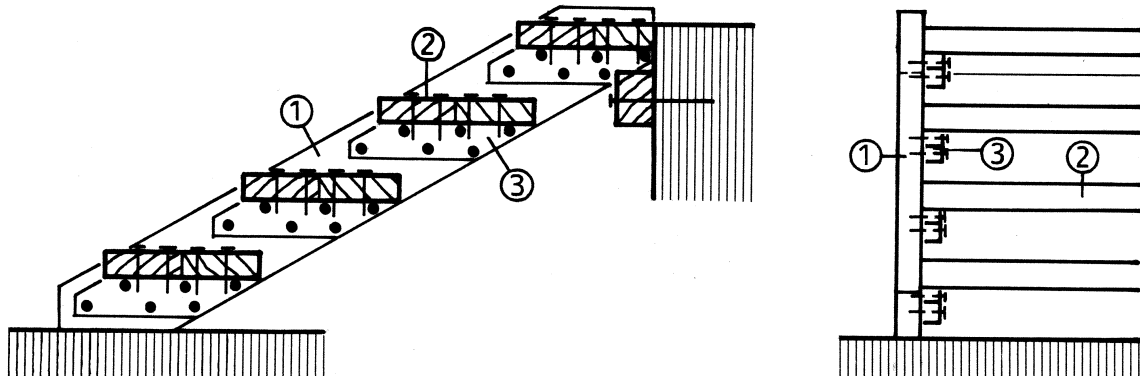


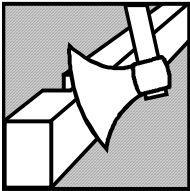
Bild 5.26

Eingeschobene Treppe

① Wange

② Tritt

③ Füllholz



5 Tipps und Kniffe

52 Bearbeitung von Holz

b. Aufgesattelte Treppe aus Kantholz und Brettern

Konstruktion:

- Treppenbreite: $< 1,5 \text{ m}$;
- Tragbalken: 2 bis 3 Stück;
Höhe $\approx 1/20 \times$ Spannweite; Breite $\approx 1/2 \times$ Höhe;
- Tritte: 50 mm Bretter, mit Nägeln 4,0 bis 100 aufgenagelt;
- Füllkeile: Kantholz (Breite wie Tragbalken),
auf Tragbalken mit je zwei Nägeln $2 \times 5,5$ bis 180 aufgenagelt.

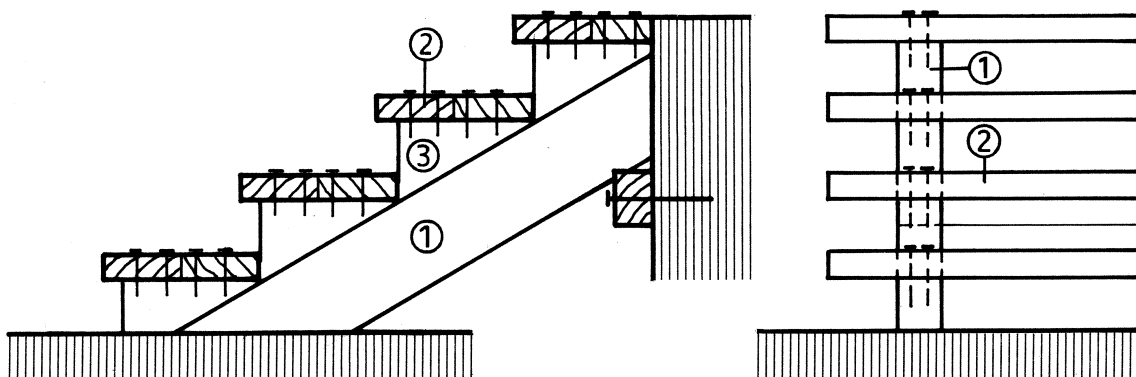


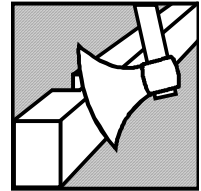
Bild 5.27

Aufgesattelte Treppe

① Tragbalken

② Tritt

③ Füllkeil



52.2.3 Brettertüre

Einfache Türe aus 30-er Brettern.

Konstruktion:

- Bretter: Dicke 30 mm, Breite > 10 cm, mit Querleisten verschraubt;
- Querleisten: Dicke 30 mm, Breite 8 bis 10 cm;
- Strebe: Dicke 30 mm, Breite 8 bis 10 cm; Strebe zeigt auf den unteren Kloben (auf Druck), Anschluss an Querleiste mit Versatz;
- Beschläge: Klobenbänder und Kastenschloss oder Stossriegel.

- ① Bretter
- ② Querleiste
- ③ Strebe

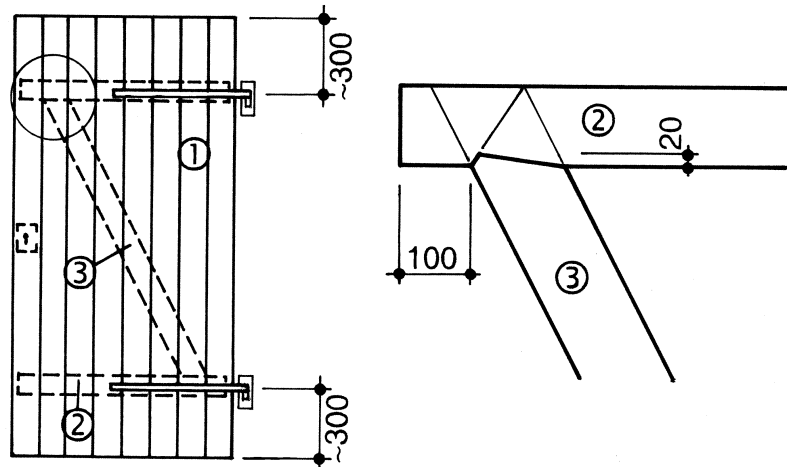


Bild 5.28
Brettertüre

- ① Kastenschloss
- ② Klobenband

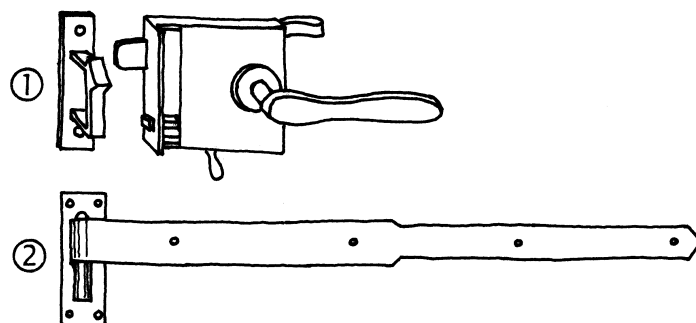
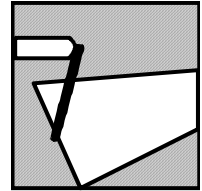


Bild 5.29
Beschläge



53 Mörtel und Beton

53.1 Mörtel

Mörtel besteht aus Sand, Wasser und Zement oder hydraulischem Kalk. Er wird vorwiegend für Mauerwerk aus künstlichen oder natürlichen Steinen verwendet. Durch die Beimischung von Kalk wird der Mörtel geschmeidiger und leichter verarbeitbar.

53.2 Beton

¹Beton ist ein Gemisch aus Zement, Wasser und Zuschlagstoffen, in der Regel Kiessand 0 bis 32 mm. 1 m³ Beton wiegt 2500 kg (25 kN).

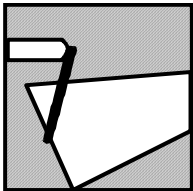
²Zement ist meist in Papiersäcken zu 50 kg erhältlich. Er muss gegen Verunreinigung und Feuchtigkeit geschützt werden.

³Als Zuschlagstoffe bewähren sich gewaschene Natursande und Kiese.

⁴Faustprobe zur Materialerkennung:

- man nimmt etwas Material in die Hand und achtet darauf, ob es bei kräftigem Pressen knirscht (reines Material) oder ob es sich klebrig und lehmig anfühlt (unreines Material);
- Lehm- oder Staubgehalt kann durch Reiben des Sandes zwischen beiden Händen festgestellt werden, indem je nach Grad der Verunreinigung die Hände beschmutzt werden;
- feuchte Zuschlagstoffe sollen, nachdem man sie in der Hand zu einem Klumpen formte, wieder zerfallen und auf der Hand keinen schmierigen Belag zurücklassen. Sie dürfen auch keinen Geruch nach Fäulnis erzeugen.

Beton wird mit so wenig Wasser wie möglich angemacht.



5
53

Tipps und Kniffe

Herstellung von Mörtel und Beton

53.3 Herstellung

a. Zusammensetzung

Die anteilmässige Zusammensetzung von Beton und Mörtel ist in den Tabellen 5.5 bis 5.7 dargestellt. Mit diesen Angaben können beliebige Mengen von Beton hergestellt werden.

	Wasser	Zement	Sand	Kies
Beton	1	2	4	8
Mörtel	1	2	8	--

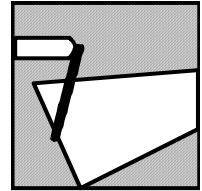
Tabelle 5.5
Mischverhältnisse

	1 m ³	1 m ³	0,25 m ³	1 Karrette
Betonkies	1650 kg	16 Karretten	4 Karretten	2/3 Karrette
Zement	300 kg	6 Sack	1,5 Sack	3 Schaufeln
Wasser	150 Liter	150 Liter	35 Liter	6 Liter

Tabelle 5.6
Benötigte Mengen

1 Schaufel	5 kg
15 Schaufeln	1 Karrette
1 Karrette (gestrichen voll)	60 Liter
16 Karretten	1 m ³
1 Liter Zement	1,25 kg
1 Liter Betonkies	1,80 kg

Tabelle 5.7
Praktische Massangaben



b. Handmischen

¹Zuerst wird Kiessand und Zement trocken durchgemischt, bis das Gemenge eine einheitliche Färbung aufweist. Beim weiteren Umschaufeln wird das Wasser allmählich beigegeben.

²Die einzelne Mischung sollte nicht mehr als $1/4 \text{ m}^3$ betragen.

Leistung: 2 Mann-Stunden/ m^3 ;

c. Maschinelles Mischen

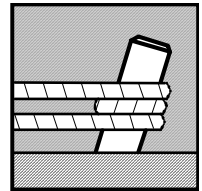
¹Zuerst wird Betonkies und Zement während einer Minute gemischt, dann Wasser beigegeben und etwa 2 bis 3 Minuten weiter gemischt. Zu kurzes oder zu langes Mischen wirkt sich ungünstig auf die Betoneigenschaften aus.

²Die Werkzeuge sind gründlich mit Wasser zu reinigen.

d. Betonieren

- Beton schichtweise in 20 bis 30 cm starke Lagen in die Schalung einbringen (maximale Schalungshöhe 2,50 m);
- eingebrachten Beton durch stampfen und stochern oder mit dem Vibrator schichtweise verdichten;
- etwa $2\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Mischen beginnt der Beton abzubinden (zu erhärten). Von diesem Zeitpunkt an darf der Beton nicht mehr gestört werden.

Leistung: 4 bis 5 Mann-Stunden/ m^3 .



54 Verankerungen

54.1 Baumverankerung

¹Einzelne Bäume oder ganze Baumgruppen sind günstige Fixpunkte für Verankerungen von Seilen. Das Seil sollte dabei so tief wie möglich am Stamm (höchstens 0,5 m über Boden) befestigt werden.

²Es empfiehlt sich, das um den Baum gewundene Seil mit Harthölzern zu unterlegen, um die Seilkraft auf eine grössere Baumfläche zu verteilen.

³Die zulässige Verankerungskraft an einem Baum kann der Tabelle 5.8 entnommen werden.

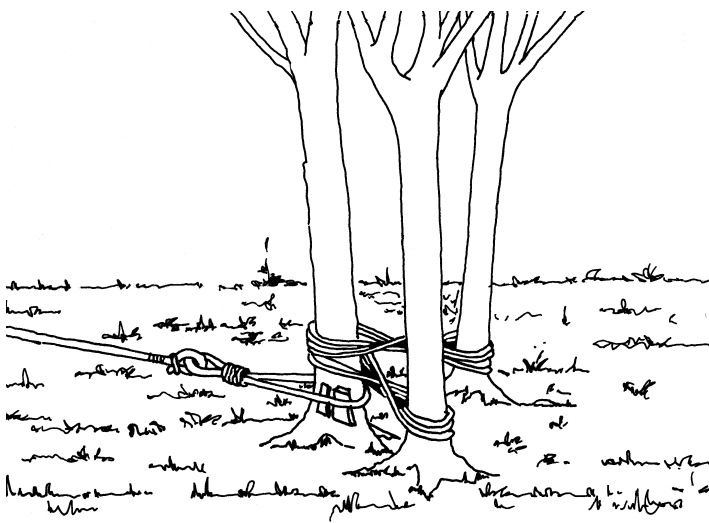
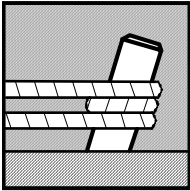


Bild 5.30
Baumverankerung

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

Tabelle 5.8
Zulässige Verankerungskraft an Bäumen



5 Tipps und Kniffe

54 Verankerungen

54.2 Pfahlverankerung

¹Mit Hilfe von Holzpählen können behelfsmässig sehr effiziente Verankerungen bewerkstelligt werden.

²Die Pfähle sollten etwa einen Durchmesser von $\varnothing \approx 12$ cm und eine Länge von $l \approx 150$ bis 200 cm aufweisen. Diese werden einzeln, zusammengebunden oder in einer bestimmten Gruppierung, mit einer leichten Neigung gegen die Krafrichtung, etwa einen Meter tief mit dem Vorschlaghammer oder mit einer Fällaxt in den Boden gerammt.

³Die zulässigen Verankerungskräfte sind der Tabelle 5.9 zu entnehmen.

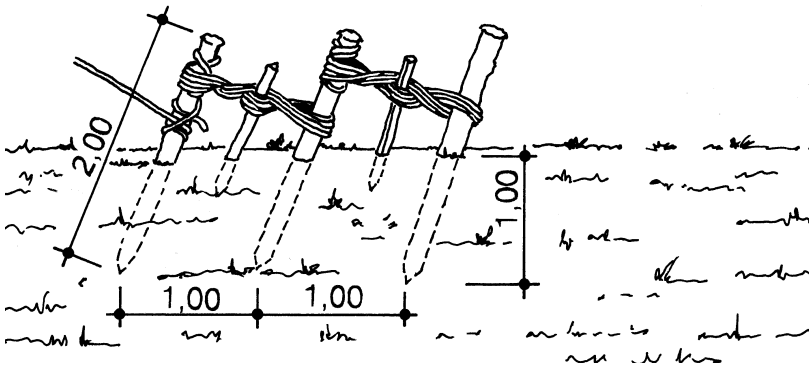


Bild 5.31
Pfahlverankerung: Kombination 1 - 1 - 1

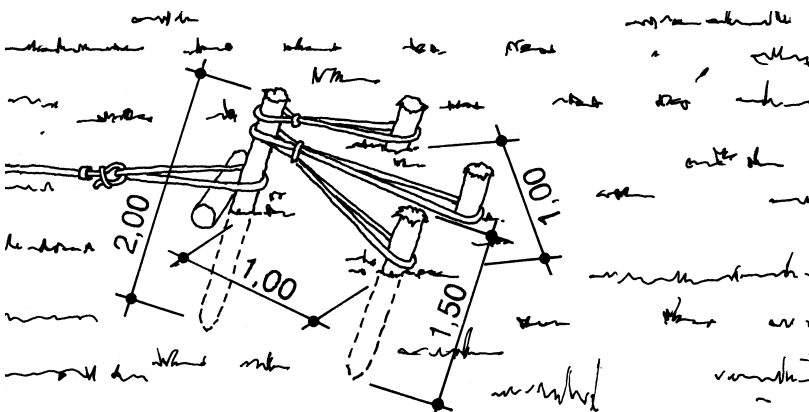


Bild 5.32
Pfahlverankerung: Kombination 1 - 3 x 1

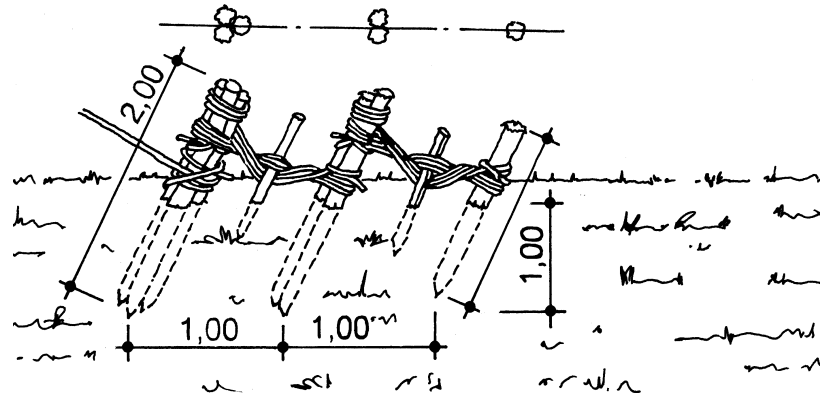
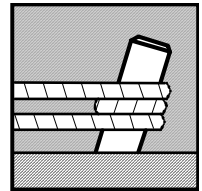
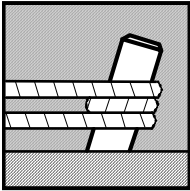


Bild 5.33
Pfehlverankerung: Kombination 3 - 2 - 1

Pfehlverankerung	Zulässige Verankerungskräfte in [kg]		Bild
	Festgelagerter steinig-lehmiger Boden	Weicher sandig-lehmiger Boden	
1 Pfehl	300	150	--
1 - 1 Pfehle	600	300	--
1 - 1 - 1 Pfehle	700	350	(→ 5.31)
1 - 2 - 1 Pfehle	800	350	--
1 - 3 -x 1 Pfehle	850	400	(→ 5.32)
2 - 1 Pfehle	900	400	--
3 - 2 - 1 Pfehle	1500	500	(→ 5.33)

Tabelle 5.9
Zulässige Verankerungskräfte von Pfehlverankerungen



5 Tipps und Kniffe

54 Verankerungen

54.3 Toter Mann-Anker

¹Bei Zugkräften von über 1,5 t eignen sich Pfahlverankerungen nicht mehr. Sind keine Bäume als Verankerungshilfe vorhanden, kann rechtwinklig zur Krafrichtung ein 2 bis 3 Meter langes Rundholz mit einem Durchmesser von $\varnothing \approx 20$ bis 30 cm einen Meter tief in den Boden verlegt werden.

²Die zulässige Verankerungskraft beträgt bei gut eingestampftem Rundholz ungefähr 2 bis 3 t.

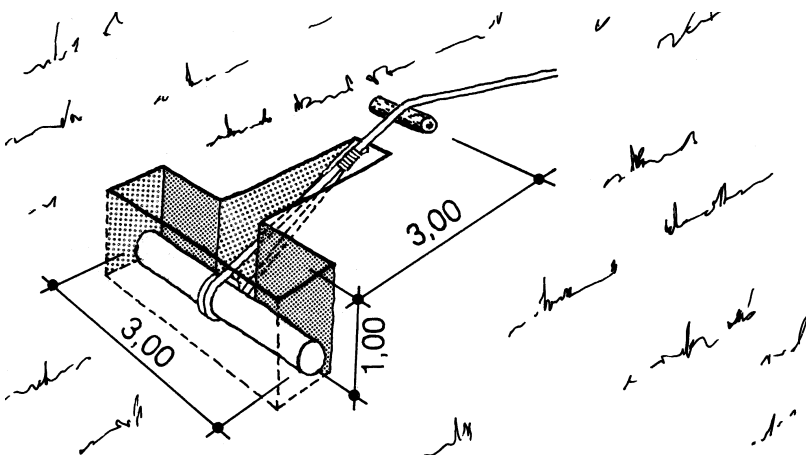


Bild 5.34
Toter Mann-Anker

54.4 Verankerungen an grossen Steinen

¹Felsblöcke dienen im coupierten Gelände oft auch als Fixpunkte für Verankerungen. Dabei muss besonders darauf geachtet werden, dass das Seil nicht abrutscht oder durchscheuert. Mit Hartholzkeilen oder Rundhölzern sind entsprechende Massnahmen zu treffen.

²Die zulässigen Zugkräfte dieser Verankerungsart sind in Tabelle 5.10 enthalten.

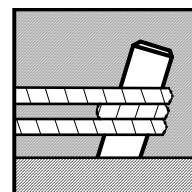


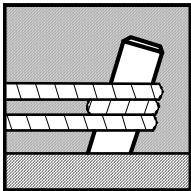
Bild 5.35
Verankerung an Felsblöcken

Steingröße	Zulässige Verankerungskraft in [t] bei verschiedenen Geländeneigungen		
	10 % Gefälle	horizontal	10 % Steigung
3 m ³	1,0	1,5	2,0
5 m ³	1,5	2,5	3,5
8 m ³	2,5	4,0	5,5

Tabelle 5.10
Zulässige Verankerungskraft an Felsblöcken

54.5 Seile

Nicht alle Seile können die gleiche Zugkraft aufnehmen. Eine Übersicht von zulässigen Seilkräften und Seilgewichten ist in Tabelle 5.11 enthalten.



5 Tipps und Kniffe

54 Verankerungen

Seildurchmesser in [mm]	Zulässige Seilkräfte in [kg]		
	Drahtseil	Hanfseil erdfarben	Kunststoffseil bunt oder weiss
8	950	--	--
10	1400	230	450
12	2150	300	600
16	3950	570	950
20	5550	750	1310

Tabelle 5.11
Zulässige Zugkräfte von Seilen

Vorsicht: Hanfseile nie um scharfe Kanten führen. Sie können schnell abscheuern und schliesslich reißen. Mit Kant- oder Rundhölzern kann das Seil um die Kanten gelenkt werden.

54.6 Knoten

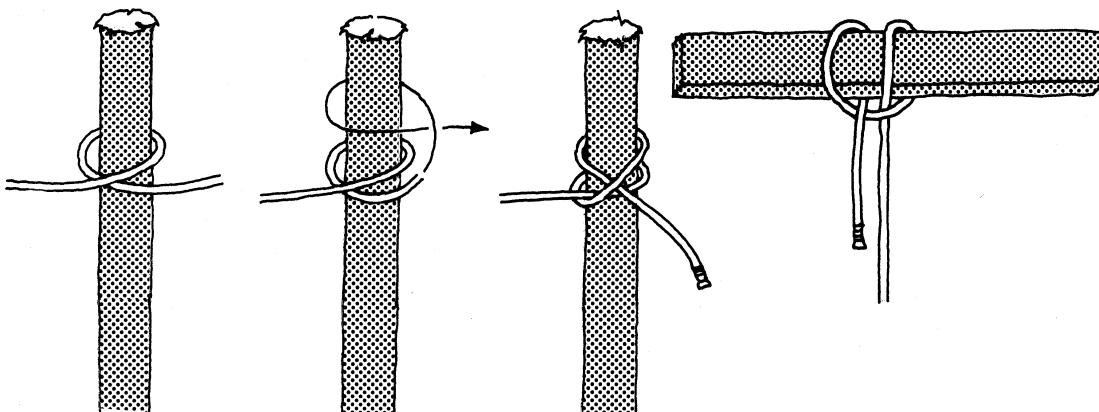


Bild 5.36
Mastwurf

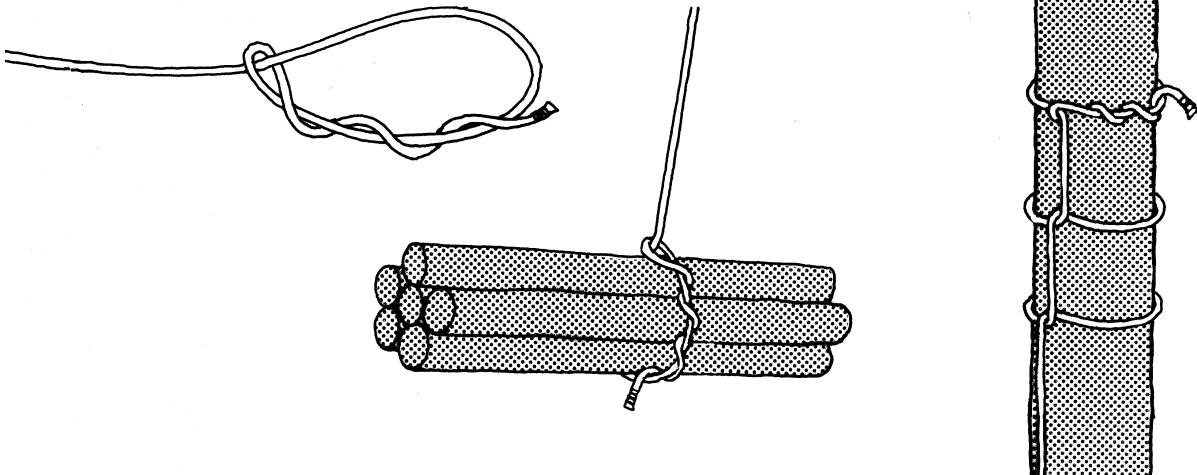
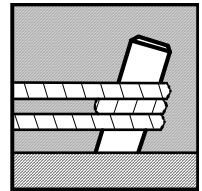


Bild 5.37
Maurerknoten mit Nasenbändern

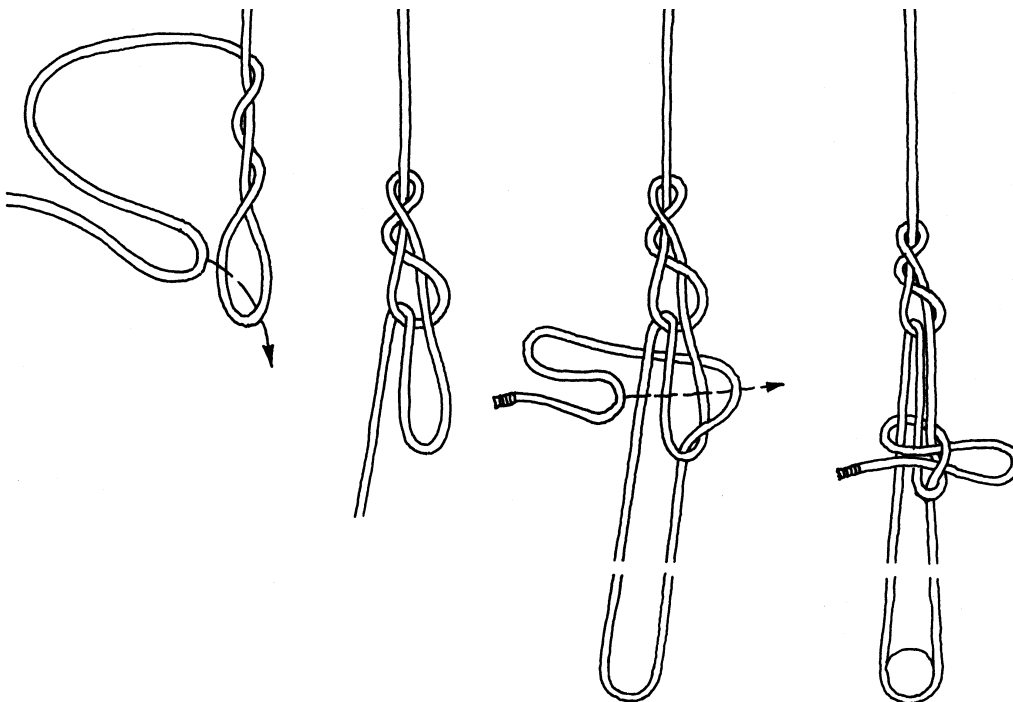
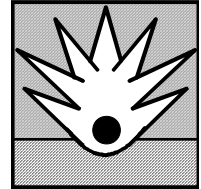


Bild 5.38
Fuhrmannsknoten



55 Spezielle Sprenganwendungen

55.1 Grundlagen

¹Sämtliche Sprengarbeiten sowie der Umgang mit Sprengmitteln (Sprengstoffe und Zündmittel) dürfen nur von sprengberechtigten Personen mit Ausweis (gemäss Sprengstoffgesetz) ausgeführt werden. Eventuelle Alternativmethoden sind zu berücksichtigen.

²Neben den zivilen Sprengverordnungen gelten folgende militärischen Reglemente:

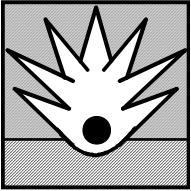
- Sicherheitsvorschriften (Reglement 57.12 d);
- Sprengdienst I (Reglement 57.13 d);
- Sprengdienst II (Reglement 57.10 d);
- Sprengen (Reglement 51.95 d).

³Der Erfolg einer Sprengung ist im Wesentlichen von der Genauigkeit des Bohrens, der optimalen Ladeberechnung (evtl Probesprengung) sowie von einer sorgfältigen Verdämmung abhängig. Dies erfordert eine genaue Arbeitsvorbereitung und eine seriöse Durchführung der Sprengung. Das oberste Ziel ist der Schutz von Personen und Sachobjekten.

⁴Allgemeine Sicherheitsbestimmungen:

- während der Arbeit mit Sprengmitteln besteht ein absolutes Rauchverbot;
- leicht entzündbare Flüssigkeiten (Treibstoffe) sind von Sprengmitteln fernzuhalten;
- der Sprengleiter ist verantwortlich, dass sämtliche Arbeiten mit Sprengmitteln fachmännisch ausgeführt werden, und dass sein Sicherheitsdispositiv den Bestimmungen genügt;
- die Sprengstelle ist abzusperren und Sprengwachen sind einzurichten;
- Sprengsignale (Vorwarnung, Zündung und Entwarnung) müssen bekannt gegeben werden.

⁵Auf der folgenden Seite zeigt die Grafik die Gefährdung durch Trümmerwurf einer nicht abgedeckten Sprengstelle.



5
55

Tipps und Kniffe Spezielle Sprenganwendungen



Bild 5.39
Wurfweiten

55.2 Vorgehen

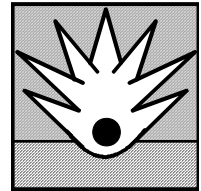
¹Für die Planung jeder Sprengung ist ein Sprengplan mit Bohr-, Lade- und Zündschema zu erstellen.

²Des Weiteren sind folgende Punkte abzuklären:

- Sprengimmissionen (Schalldruck, Schleudergut, Erschütterungen, Gasschwaden, Staub);
- Sprengemissionen auf Nachbarobjekte (Stabilitätsbeurteilung, Zustands- und Rissprotokolle, Schadenanfälligkeit, Sensibilität);
- Transportvorschriften (SDR/ADR) und Lagerung von Sprengmitteln;
- SUVA-Vorschriften und Richtlinien.

55.3 Ladeberechnungen

Bei den nachfolgenden Ladeberechnungen handelt es sich um Richtwerte. Die effektiven q -Werte (spezifischer Sprengstoffverbrauch) sind durch Probe- und Versuchssprengungen zu ermitteln.



55.3.1 Sprengen von Freisteinen

Steinblöcke sollten allseitig freigelegt werden. Beim Platzieren von mehreren Ladungen an einem Objekt muss die Zündung momentan (gleichzeitig) sein.

a. Auflegerladungen bei Freisteinen

Folgende Punkte sind beim Anbringen der Ladung zu beachten:

- Steinoberfläche reinigen und in einer Mulde anbringen;
- parallel zur Schichtung;
- evtl verdämmen.

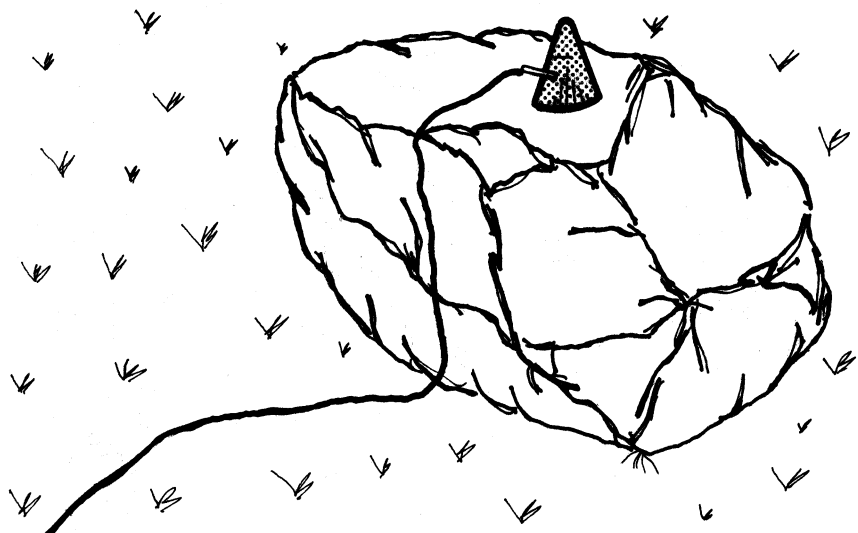


Bild 5.40
Ladungsanordnung für Auflegerladung

$$L = M \times q$$

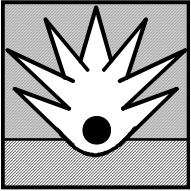
L = Ladung

M = Steinvolumen

q = spezieller Sprengstoffverbrauch

Gesteinsart	q-Wert [g/m ³]
Sandstein	150 - 400
Nagelfluh	150 - 500
Jurakalk	100 - 300
Alpenkalk	200 - 500
Granit/Gneiss	> 700

Tabelle 5.12
Spezifischer Sprengstoffverbrauch für Auflegerladungen bei Freisteinen



5
55

Tipps und Kniffe Spezielle Sprenganwendungen

b. Bohrlochladungen bei Freisteinen

Folgende Punkte sind beim Einbringen der Ladung zu beachten:

- Bohrlochtiefe etwa 2/3 der Steinhöhe;
- bei teilweise eingebetteten Steinen Bohrloch gegen das Erdreich verschieben.

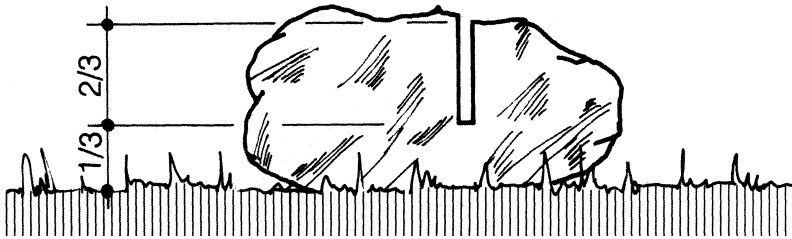


Bild 5.41

Bohrlochladung bei Freisteinen

Gesteinsart	q-Wert [g/m ³]
Sandstein	20 - 60
Nagelfluh	20 - 70
Jurakalk	20 - 50
Alpenkalk	30 - 70
Granit/Gneiss	90 - 120

$$L = M \times q$$

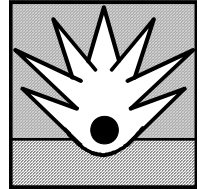
L = Ladung

M = Steinvolumen

q = spezieller Sprengstoffverbrauch

Tabelle 5.13

Spezifischer Sprengstoffverbrauch für Bohrlochladungen bei Freisteinen



55.3.2 Sprengen von Holz

Holz kann gesprengt werden, wenn sägen zu gefährlich ist (verkeilte Bäume verspannte Holzkonstruktionen usw). Die Lademenge ist bei Harthölzern allgemein bis zu 30 % zu erhöhen.

a. Trennen von Bäumen mit Auflegerladungen

Folgende Punkte sind beim Anbringen der Ladung zu beachten:

- Anwendung nur bei kleinen Durchmessern;
- Rinde entfernen;
- Ladung auf einen Drittel des Umfanges anbringen;
- evtl zusätzlich eine Sprengschnur 12 g/m für sauberen Schnitt anbringen;
- evtl verdämmen.

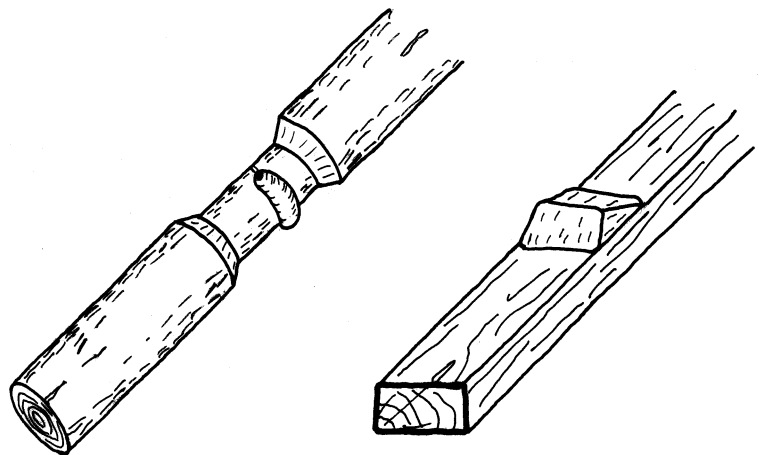
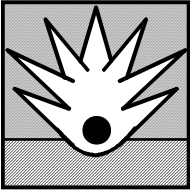


Bild 5.42
Trennen mit Auflegerladung

$$L [g] = \text{Querschnittsfläche [cm}^2\text{]}$$

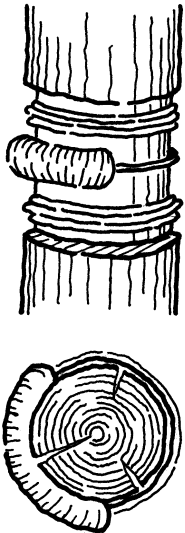
Die gleiche Formel gilt auch für das Trennen von Holzbalken.



5
55

Tipps und Kniffe Spezielle Sprenganwendungen

b. Fällen von Bäumen mit Auflegerladungen



Folgende Punkte sind beim Anbringen der Ladung zu beachten:

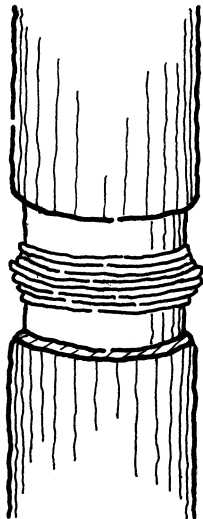
- Anwendung nur bei kleinen Durchmessern;
- Rinde entfernen;
- Ladung auf einen Drittel des Umfanges anbringen;
- Ladung auf der Fällrichtung platzieren;
- evtl zusätzlich eine Sprengschnur 12 g/m für sauberen Schnitt anbringen;
- evtl verdämmen.

$$L [g] = \text{Durchmesser} \times \text{Durchmesser} [cm^2]$$

Bild 5.43

Fällen mit Auflegerladungen

c. Trennen und Fällen von Bäumen mit Sprengschnur



Als weitere Möglichkeit kann eine Sprengschnur 12 g/m verwendet werden.

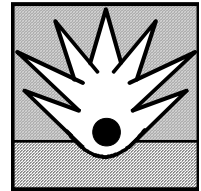
Folgende Punkte sind beim Anbringen der Sprengschnur zu beachten:

- Anwendung nur bei kleinen Durchmessern;
- Rinde entfernen;
- Anzahl Windungen satt und keilförmig anbringen.

$$L [\text{Anzahl Windungen}] = \text{Durchmesser} [cm]$$

Bild 5.44

Trennen und Fällen mit Sprengschnur



d. Trennen von Bäumen mit Bohrlochladungen

Folgende Punkte sind beim Einbringen der Ladung zu beachten:

- Anwendung bei grösseren Durchmessern;
- schräg gebohrte und versetzte Löcher;
- verdämmen.

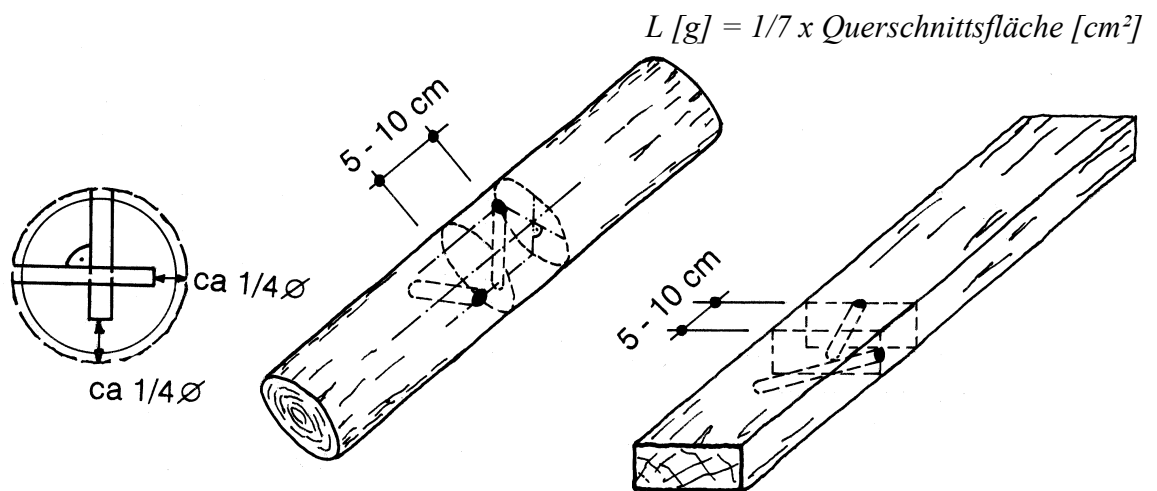
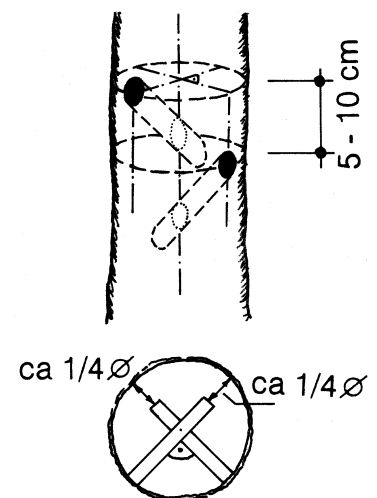


Bild 5.45
Trennen mit Bohrlochladungen

e. Fällen von Bäumen mit Bohrlochladungen

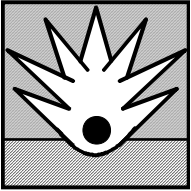
Folgende Punkte sind beim Einbringen der Ladung zu beachten:

- Anwendung bei grösseren Durchmessern;
- schräg abwärts gebohrte und versetzte Löcher;
- verdämmen.



$L [g] = 1/5 \times \text{Durchmesser} \times \text{Durchmesser [cm}^2]$

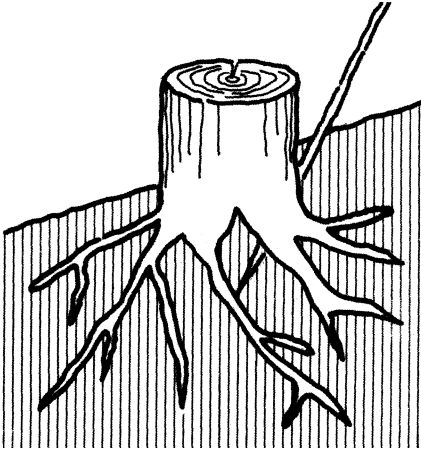
Bild 5.46
Fällen mit Bohrlochladungen



5
55

Tipps und Kniffe Spezielle Sprenganwendungen

f. Unterladen von Wurzelstöcken



Folgende Punkte sind beim Platzieren der Ladung zu beachten:

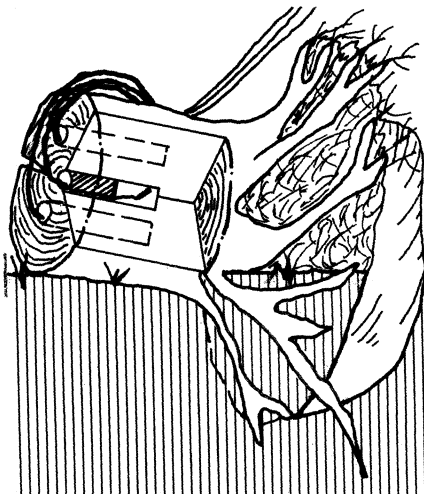
- Ladung zentrisch unter dem Stock anbringen;
- Lademenge bei Pfahlwurzeln und Frischholz bis 30 % erhöhen;
- bei grösseren Durchmessern mehrere momentane Ladungen anordnen;
- Steinwurf beachten.

$$L [g] = 100 \text{ g Sprengstoff pro } 10 \text{ cm Durchmesser}$$

Bild 5.47

Unterlegen von Wurzelstöcken

g. Teilen von Wurzelstöcken



Folgende Punkte sind beim Einbringen der Ladung zu beachten:

- Lademenge bei Hartholz und Frischholz bis 30 % erhöhen;
- mehrere Bohrlöcher empfehlenswert.

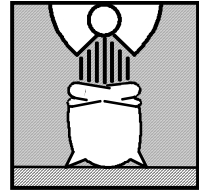
$$L [g] = 30 \text{ g Sprengstoff pro } 10 \text{ cm Durchmesser}$$

Bild 5.48

Teilen von Wurzelstöcken mit Bohrlochladungen

55.3.3 Sprengen von Gräben, Aushuben und Abträgen

Da es sich hierbei um grössere Sprengarbeiten mit aufwändigen Abklärungen und Vorbereitungen handelt, wird an dieser Stelle nicht darauf eingegangen. Wir verweisen auf die einschlägige zivile Literatur, zu der jeder Sprengberechtigte mit Ausweis Zugang hat.



56 Abfüllen von Sandsäcken

56.1 Grundlagen

¹Zur besseren Handhabung und Verarbeitung sollten Sandsäcke (Jute oder Plastik) nur zu $\frac{3}{4}$ gefüllt werden. Dies entspricht ungefähr $\frac{1}{30} \text{ m}^3$, $0,03 \text{ m}^3$ oder zwölf gut gefüllten Schaukeln Sand.

²Jutesäcke sind im trockenen Zustand besser im Gebrauch als Plastiksäcke, ihre Schutzwirkung verschlechtert sich aber bei Nässe. Sandsäcke aus Jute müssen vor Feuchtigkeit geschützt werden.

³Ein gefüllter Sandsack wiegt 50 bis 60 kg.

⁴Zur Herstellung einer Sandsackmauer sind etwa 18 Säcke pro m^2 Wand erforderlich (\rightarrow Bild 5.49). Dabei ist darauf zu achten, dass in der Wand keine Vertikalfugen entstehen. Zur besseren Stabilität der erstellten Mauer kann diese mit Zementmilch übergossen werden.

Zementmilch: ein Sack Zement und 1 m^3 Wasser vermischt.

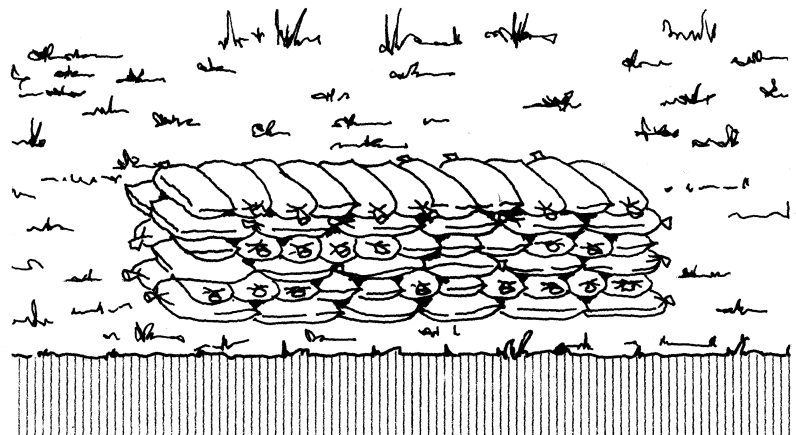
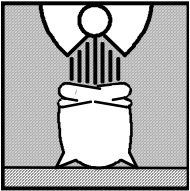


Bild 5.49
Sandsackmauer

Die Abmessungen von Sandsäcken sind der Tabelle 5.14 zu entnehmen.



5 Tipps und Kniffe

56 Behelfsmässige Sandsackabfüllanlage

Abmessungen von Sandsäcken in cm			
	Breite	Länge	Höhe
Leer	40	80	--
Gefüllt	30	70	14

Tabelle 5.14
Abmessungen von Sandsäcken

56.2 Abfüllen von Hand

¹Der Rand wird um zwei Holzstäbe gewickelt, um ein wirkungsvolles Füllen mit der Schaufel zu ermöglichen.

Leistung: etwa 6 Sandsäcke/Mann-Stunde

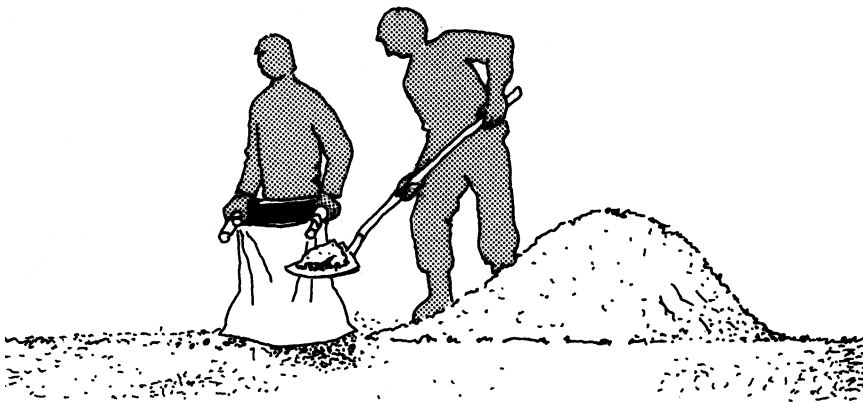


Bild 5.50
Handfüllung

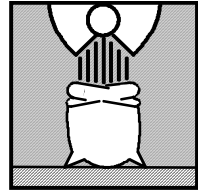
²Sind grössere Mengen Sandsäcke (> 100) behelfsmässig abzufüllen, kann man trichterförmige Hilfsgeräte einsetzen, die das Einfüllen erleichtern.

³Aus Holz können ohne grossen Aufwand zweckmässige Rutschen erstellt werden, welche ein rasches Füllen der Sandsäcke ermöglichen (→ Bild 5.51).

Tipps und Kniffe

Behelfsmässige Sandsackabfüllanlage

5
56



Dabei ist darauf zu achten, dass einerseits ein geeignetes Zu- und Abführen der Sandsäcke ermöglicht wird und andererseits der Neigungswinkel der Rutsche etwas über 30° beträgt, damit der Sand auch wirklich ins Rutschen kommt.

Leistung: etwa 10 Säcke/Mann-Stunde

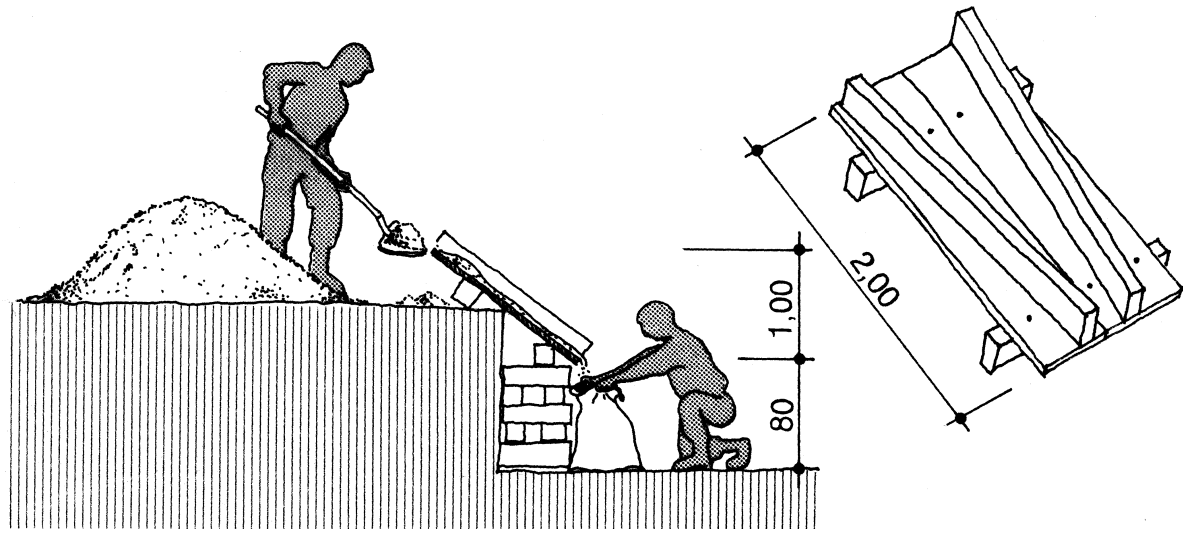


Bild 5.51
Sandsackabfüllen mit Rutschen

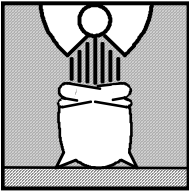
56.3 Abfüllen mit einem Umschlaggerät

¹Das Abfüllen einer sehr grossen Menge von Sandsäcken (> 5000) geschieht am besten zentral, wenn möglich in einem Kieswerk.

²Mit einem Pneulader werden vorhandene Betonumschlaggeräte oder Silos mit Sand beschickt und so die Säcke abgefüllt. Diese werden palettiert und mit Gabelstapler zum Transport auf Lastwagen und Anhänger verladen.

³Oft besteht auch die Möglichkeit vor Ort ein Umschlaggerät eines Baugeschäftes zu requirieren und dieses durch Lastwagen mit Sand füllen zu lassen.

⁴Unter dem Umschlaggerät kann auf geeigneter Höhe mit Paletten eine Plattform errichtet werden, welche die Abfüllarbeit erleichtert. Ist die Öffnung des Silos oder des Umschlaggerätes für das Füllen der Säcke zu gross, muss mit trichterförmigen Hilfskonstruktionen Abhilfe geschaffen werden.



5 Tipps und Kniffe

56 Behelfsmässige Sandsackabfüllanlage

Merke:

- Abfüllplatz im Detail planen;
- «idealer» Abfüllplatz: 1 Zug (etwa 20 Mann), 3 Silos, 1 Pneulader, 1 Gabelstapler;
- maximale Leistung: 35 Sack/Mann-Stunde;
- Transport möglichst palettiert;
- Tonnagen beachten (20 Sack = 1 Tonne = 1 Palette);
- Transport benötigt genaue Planung.

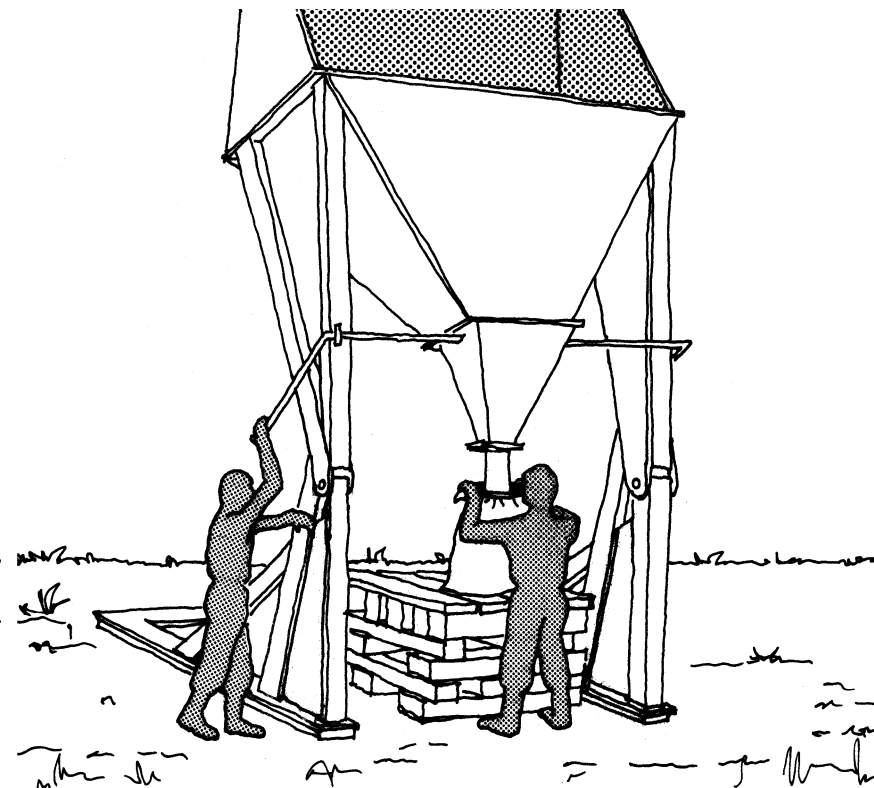
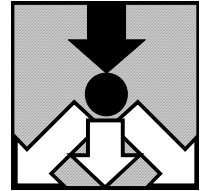


Bild 5.52
Umschlaggerät

56.4 Abfüllen mit einem Fahrmixer

¹Steht kein Umschlaggerät zur Verfügung, oder erlauben es die örtlichen Gegebenheiten nicht eines zu stellen, können grössere Mengen Sandsäcke vor Ort mit einem Fahrmixer abgefüllt werden.

²Diese mobile Art der Abfüllung eignet sich auch dort, wo Sandsäcke über eine längere Strecke bereitgestellt werden müssen.



61 Organisation im Katastropheneinsatz

61.1 Grundsätzliches

¹Der Einsatz militärischer Mittel für die Katastrophenhilfe im Inland wird in der Verordnung über die militärische Katastrophenhilfe im Inland (VKatal) vom 1. Januar 1997 geregelt.

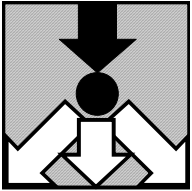
²Eine Katastrophe ist ein Ereignis, bei dem so viele Schäden und Ausfälle verursacht werden, dass die personellen und materiellen Mittel der betroffenen Gemeinschaft überfordert sind.

Militärische Mittel kommen namentlich in Frage für:

- die Rettung und den Schutz von Menschen und Tieren sowie allenfalls von Gütern;
- die Hilfeleistung an die Bevölkerung, die von der Umwelt abgeschnitten ist;
- die Verhütung der Ausdehnung des Katastrophengebietes sowie von Folgeschäden;
- die Mithilfe bei der notdürftigen Wiederherstellung der lebenswichtigen Infrastruktur;
- die Mithilfe bei Evakuationen.
- die Verstärkung oder Ablösung bereits eingesetzter ziviler Mittel.

³Die Einsätze der Truppe für die Katastrophenhilfe erfolgen nach dem Grundsatz der Subsidiarität. Sie werden so weit geleistet, als die zivilen Behörden ihre Aufgaben in personeller, materieller oder zeitlicher Hinsicht nicht selbst bewältigen können. Die Hilfe wird auf Gesuch der kantonalen Behörden hin geleistet. Davon ausgenommen ist die Spontanhilfe durch die Truppe.

⁴Die kantonalen Behörden richten ihre Hilfebegehren über die zuständige Territorialdivision/-brigade an den Führungsstab des Generalstabschef/Koordinations- und Leitstelle Katastrophenhilfe des VBS, 3003 Bern (Führungsstab GSC/KLK-VBS) oder, falls das zuständige Territorialkommando nicht erreichbar ist, direkt an den Führungsstab GSC/KLK-VBS.



6

Anhang

61

Grundsätze zur Organisation

⁵Die Truppen werden den zivilen Behörden zur Verfügung gestellt und in der Regel für den Einsatz dem für das Schadengebiet zuständigen Kommandanten der Territorialdivision/-brigade (Kommandant militärische Katastrophenhilfe) unterstellt. Dieser bestimmt den militärischen Einsatzleiter je Schadengebiet und koordiniert die Zusammenarbeit mit den zivilen Behörden auf Stufe Kanton. Die Mittel der Luftwaffe werden zugewiesen.

⁶Die zivilen Behörden erteilen dem zuständigen Truppenkommandanten den Auftrag nach Rücksprache mit dem VBS. Die zivilen Behörden tragen die Gesamtverantwortung; der Truppenkommandant führt die Truppe im Einsatz.

⁷Der Material- und Personalaufwand sowie die Erfahrungen der Truppe werden nach Beendigung des Einsatzes durch den eingesetzten Kommandanten im Schlussbericht zusammengefasst und der KLK-VBS gemeldet.

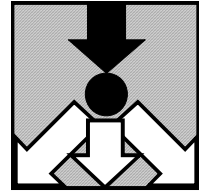
61.2 Organisation

Die Arbeiten werden durch die zivile Einsatzleitung, beispielsweise vertreten durch einen zivilen Einsatzleiter (Gesamteinsatzleiter), koordiniert.

61.2.1 Ziviler Einsatzleiter (Gesamteinsatzleiter)

Die wesentlichen Aufgaben des zivilen Einsatzleiters sind:

- klare Auftragsdefinitionen und Vergabe an unterstellte und zugewiesene Einsatzorganisationen wie Feuerwehr, Zivilschutz, Samariterverein, Truppen usw; Koordination zwischen den eingesetzten zivilen und militärischen Mitteln;
- bestimmen der Verantwortlichen auf den Schadenplätzen;
- Anträge an Behörden, Land- und Gebäudeeigentümer;
- ausreichende Instruktion der Hilfskräfte, allenfalls unter Beizug von (zivilen) Spezialisten.



61.2.2 Militärischer Einsatzleiter

Die wesentlichen Aufgaben des militärischen Einsatzleiters sind:

- Aufträge an unterstellte/zugewiesene Truppen und militärische Bauspezialisten;
- Koordination der Truppeneinsätze mit dem zivilen Einsatzleiter;
- Führung der eingesetzten Truppen;
- bestimmen der Schadenplatzkommandanten;
- Koordination der Versorgung mit Baumaterialien und Geräten;
- Anträge an den zivilen Einsatzleiter;
- Anträge an die vorgesetzte Kommandostelle;
- Schlussbericht.

61.3 Organigramm Führungsstab/Krisenstab

¹Je nach Ereignis (Fall) und Grösse des betroffenen Gebietes wird eine angepasste Organisation aufgezogen. Es ist kein generelles Organigramm anwendbar.

²Als Beispiel wird die Lösung des Krisenstabes der Stadt Brig (Unwetter 1993) als Teil der zivilen Einsatzleitung aufgezeigt:

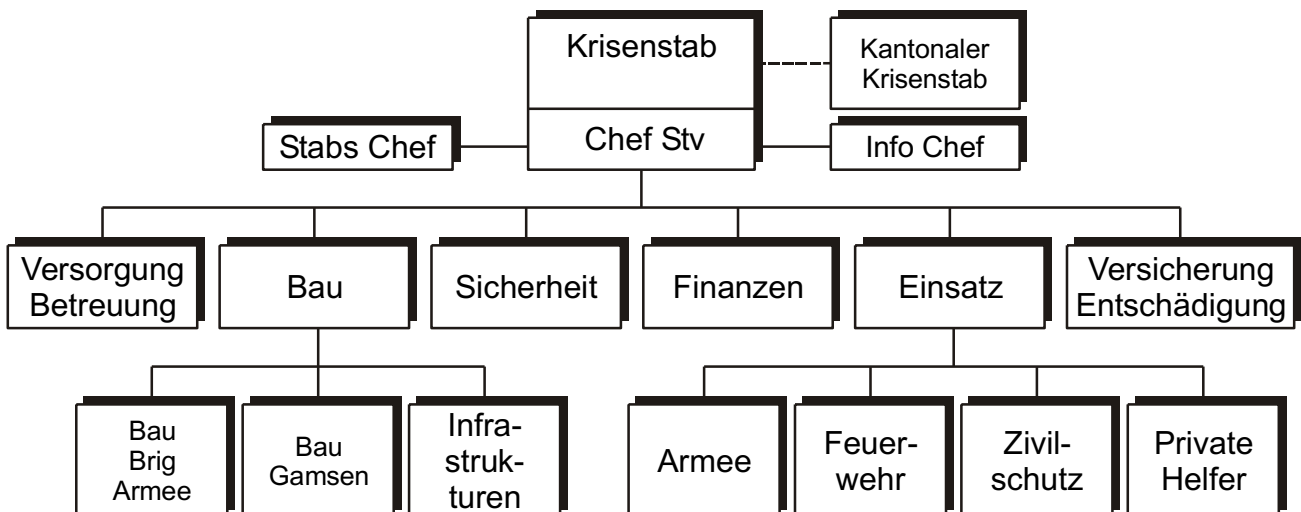
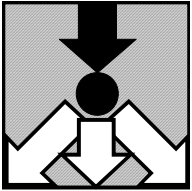


Bild 6.1

Organigramm Krisenstab, Unwetterkatastrophe Brig 1993



6

Anhang

61

Grundsätze zur Organisation

61.4 Wichtige Merkmale für den Bauchef

¹Für die Bauleitung von Schadenstellen gilt es, einige wichtige Punkte immer im Auge zu behalten:

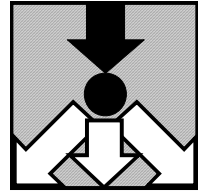
- Vorausplanung für:
 - nächsten Tag;
 - übernächsten Tag;
 - nächste Woche;
- zusätzliche Mittel frühzeitig beantragen;
- Sicherheitsaspekte beachten (militärische und zivile Normen);
- Arbeiten unter Anleitung von Fachleuten müssen gut instruiert werden;
- Kontinuität beim Truppeneinsatz bewahren: gute, eingewiesene und sorgfältig arbeitende Leute möglichst auf der gleichen Baustelle behalten.

²Das Schadengebiet muss vor und während den Bauarbeiten überwacht werden:

- Gefahrenstellen und Arbeitsplätze sichern;
- Gefahren und Restgefahren erfassen;
- Überwachungsdispositiv erstellen (Inhalt, Organisation, Instruktion des Personals);
- Journal führen (Rutschungsmessungen, Wasserstände, Pumpenleistungen, usw).

61.5 Einsatzkonferenz, Einsatzrapport und Schlussbericht (Formulare)

Nachfolgend sind drei Formulare «Einsatzkonferenz», «Einsatzrapport» und «Schlussbericht» als Vorlage dargestellt. Sie dienen zur Vorbereitung und raschen Erfassung von Katastropheneinsätzen sowie zum Erstellen einer Gesamtübersicht zuhanden der KLK-VBS nach Abschluss eines Katastropheneinsatzes.

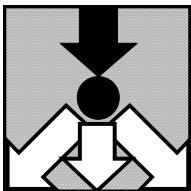


61.5.1 Einsatzkonferenz

An der Einsatzkonferenz werden die wichtigsten Beschlüsse für die Organisation und Mittelbeschaffung der Bauarbeiten gefasst.

Ereignis (Fall):	Datum:	Einsatzkonferenz
Traktanden: <ul style="list-style-type: none">a. Verantwortlichkeiten und Kompetenzen<ul style="list-style-type: none">• Gesamtleitung• lokaler Einsatzleiter und zivile Sachverständige• militärischer Einsatzleiter• Schadenplatzkommandant, Bauchef• eindeutiger Auftragb. Verbindungen<ul style="list-style-type: none">• Art der Verbindungen, Kontaktstellen und Kontaktadressen, Nachrichtenaustausch• Ort und Zeit der Rapporte (täglich)• Standorte KP zivil und militärischc. Information<ul style="list-style-type: none">• Kompetenzen zivil und militärisch• Zutrittsberechtigte, Ausweisformd. Zusätzliche Mittel<ul style="list-style-type: none">• Truppen und Spezialisten• Bau- und Spezialmaschinen, Geräte evtl inkl Bedienung: Menge, Bezugsort, Miete• Bau- und Sicherungsmaterialien: Menge, Qualität, Bezugsort, Bezahlung• Treibstoffe, Unterhaltsmaterial• Verpflegunge. Arbeiten<ul style="list-style-type: none">• Leitung, Verantwortlichkeiten• Aufgaben, Termine• Sicherheits- und Alarmmassnahmen• Arbeitsabnahmen, Übergabe bei Truppenwechsel• Fortgang der Arbeiten• Unterhalt• Übergabe an die zivilen Behörden, Verträge		

Tabelle 6.1
Einsatzkonferenz



6 Anhang

61 Grundsätze zur Organisation

61.5.2 Einsatzrapport

Auf dem Einsatzrapport werden Mittel und Geräte zusammengestellt.

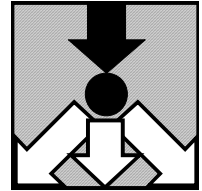
Ereignis (Fall):	Datum:	Einsatzrapport
------------------	--------	-----------------------

Fahrzeuge/Baumaschinen/Geräte	Truppeneigene			Durch Truppe eingemietet/bezahlt		
	Anzahl	Betrieb, total Stunden	Wartezeit, total Stunden	Anzahl	Betrieb, total Stunden	Wartezeit, total Stunden
Kranwagen						
Raupenladeschaufel						
Pneuladeschaufel						
Hydraulikbagger						
.....						
Geländewagen						
Kipper normal						
Kipper 3-Achser						
.....						
Kompressor						
Benzinkettensäge						
Motorspritze						
.....						
Helikopter						
Boote						
.....						

Material	m ³ , t	Franken	m ³ , t	Franken
Holz	m ³			
Beton	m ³			
Betonstahl	t			
Kies	m ³			
Sand	m ³			
.....				

Betriebsstoffe	von Truppe	von Zivilen	von Truppe	von Zivilen
Diesel	l			
Benzin	l			
Reinbenzin	l			
Schmiermittel	l			

Tabelle 6.2
Einsatzrapport

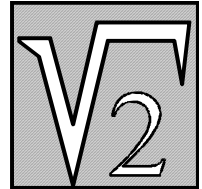


61.5.3 Schlussbericht

Der Schlussbericht wird als Gesamtübersicht zuhanden der Untergruppe Operationen, KLK-VBS, 3003 Bern erstellt.

Militärische Katastrophenhilfe	Schlussbericht															
1. Ereignis (Fall)/Datum																
2. Art und Umfang der Schäden																
3. Eingesetzte militärische Mittel <table style="width: 100%; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 15%;">3.1 Truppen</td> <td style="width: 40%;">.....</td> <td style="width: 45%;">durchschnittlicher Bestand gemäss Feldweibel AdA's</td> </tr> <tr> <td>3.2 Einsatzdauer</td> <td>.....</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.3 Baumaschinen</td> <td>.....</td> <td>Details gemäss Aufstellung</td> </tr> <tr> <td>3.4 Weitere Geräte</td> <td>.....</td> <td>Details gemäss Aufstellung</td> </tr> <tr> <td>3.5 Transporte</td> <td>.....</td> <td>Details gemäss Aufstellung</td> </tr> </table>		3.1 Truppen	durchschnittlicher Bestand gemäss Feldweibel AdA's	3.2 Einsatzdauer		3.3 Baumaschinen	Details gemäss Aufstellung	3.4 Weitere Geräte	Details gemäss Aufstellung	3.5 Transporte	Details gemäss Aufstellung
3.1 Truppen	durchschnittlicher Bestand gemäss Feldweibel AdA's														
3.2 Einsatzdauer															
3.3 Baumaschinen	Details gemäss Aufstellung														
3.4 Weitere Geräte	Details gemäss Aufstellung														
3.5 Transporte	Details gemäss Aufstellung														
4. Ausgeführte Arbeiten																
5. Erfahrungen/Anträge mit Begründung																
Ort:	Der Truppenkommandant															
Datum:	(Stempel)/Unterschrift															

Tabelle 6.3
Schlussbericht



62 Geometrische Tafeln

62.1 Flächeninhalt und Umfang

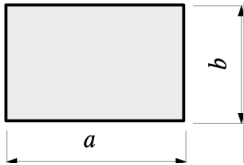
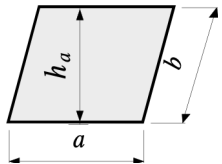
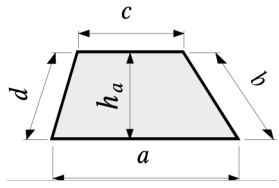
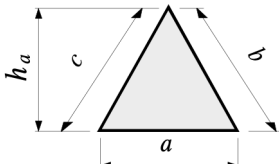
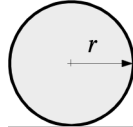
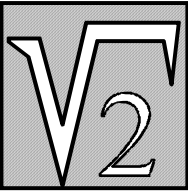
Form	Fläche	Umfang	Bild
Rechteck	$a \times b$	$2 \times (a + b)$	
Parallelogramm	$a \times h_a$	$2 \times (a + b)$	
Trapez	$\frac{h_a \times (a + c)}{2}$	$a + b + c + d$	
Dreieck	$\frac{a \times h_a}{2}$	$a + b + c$	
Kreis	$\pi \times r^2$	$2 \times \pi \times r$	

Tabelle 6.4



6 **Anhang**
62 **Mathematische Tabellen und Formeln**

62.2 **Rauminhalt und Oberfläche von Körpern**

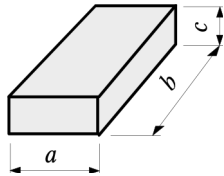
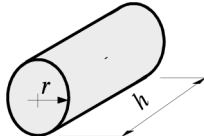
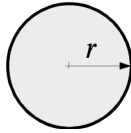
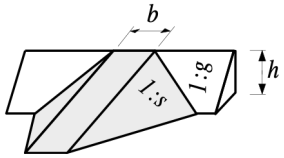
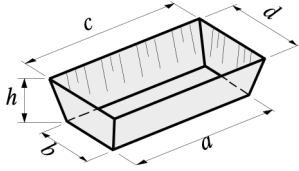
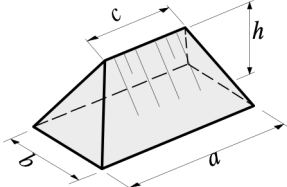
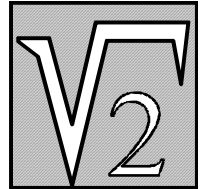
Form	Volumen	Oberfläche	Bild
Quader	$a \times b \times c$	$2x(axb + axc + bxc)$	
Zylinder	$\pi \times r^2 \times h$	$2 \times \pi \times r \times (r + h)$	
Kugel	$\frac{4 \times \pi \times r^3}{3}$	$4 \times \pi \times r^2$	
Rampe	$V = \frac{h_2}{6} (m - g) \left[3 \times b + 2 \times s \times h \times \frac{m - g}{m} \right]$		
Aushub	$V = \frac{h}{6} [ab + (a + c) \times (b + d) + cd]$		
Deponie	$V = \frac{b \times h}{6} [2a + c]$		

Tabelle 6.5



62.3 Trigonometrische Funktionen

a. Genaue Funktionswerte für einige Winkel

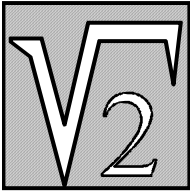
a	0°	30°	45°	60°	90°
sin α	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cos α	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
tan α	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	--
cot α	--	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0

Tabelle 6.6

Merke:

$\frac{\sqrt{3}}{3}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\sqrt{2}$	$\sqrt{3}$
0,58	0,71	0,87	1,4	1,7

Tabelle 6.7



6
62

Anhang
Mathematische Tabellen und Formeln

b. Rechtwinkliges Dreieck

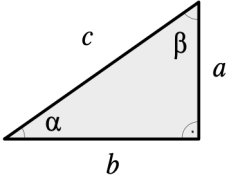
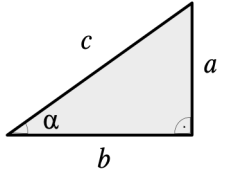
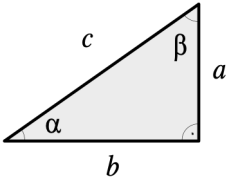
Pythagoras	$a^2 + b^2 = c^2$	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$	
Winkelsätze	$a = c \times \sin \alpha$ $a = b \times \tan \alpha$	$b = c \times \cos \alpha$ $b = a \times \cot \alpha$	
Winkelbeziehungen	$\sin \alpha = \frac{a}{c} \cos \beta$ $\tan \alpha = \frac{a}{b} \cot \beta$	$\cos \alpha = \frac{a}{c} \sin \beta$ $\cot \alpha = \frac{a}{b} \tan \beta$	

Tabelle 6.8

c. Beliebiges Dreieck

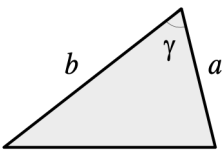
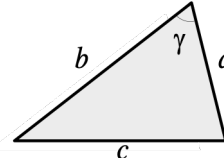
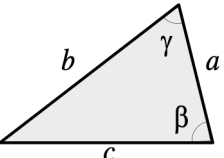
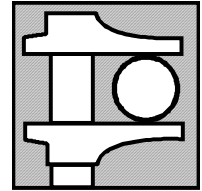
Flächeninhalt	$A = \frac{a \times b}{2} \times \sin \gamma$	
Sinussatz	$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma}$	
Projektionssatz	$a = b \times \cos \gamma + c \times \cos \beta$	

Tabelle 6.9



63 Statische Bemessungsgrundlagen

63.1 Nachweiskonzept

¹Das Nachweiskonzept für Verstärkungsmassnahmen beruht auf den Technischen Weisungen für den Schutzraumbau des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz, welche 1992 den einschlägigen SIA-Tragwerksnormen angepasst wurden. Für Schutzbauten ist nur ein Tragsicherheitsnachweis unter dynamischer Belastung zu erbringen; der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit entfällt. Nach demselben Konzept erfolgt auch der Nachweis der Tragfähigkeit eines bestehenden Bauteils.

²Der Nachweis wird auf dem Bruchniveau mit 1,0-facher Sicherheit geführt. Die Tragsicherheit gilt als erfüllt, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$S_d < R/\gamma_R$$

S_d : Bemessungswert der Beanspruchung (→ Kapitel 63.2)

R : Tragwiderstand unter dynamischer Belastung (→ Kapitel 63.3)

γ_R : Widerstandsbeiwert ($\gamma_R = 1,0$)

³Für zivile bzw friedensmässige Anwendungen sowie für behelfsmässige Infrastrukturbauten sind die Nachweise mit den Sicherheitsfaktoren der entsprechenden (SIA-) Normen zu führen.

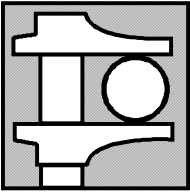
63.2 Beanspruchung

63.2.1 Statisches System

¹Die Beanspruchung wird ermittelt, indem ein zweckmässig angenommenes, statisches System mit den zu berücksichtigenden Einwirkungen belastet wird. Platten sind in Längs- und Querstreifen zu unterteilen und als Balken mit den entsprechenden Lastanteilen zu berechnen.

²Für die gängigen statischen Systeme von Balken und Platten sind in Kapitel 63.4.2 entsprechende Formeln für Biegemoment, Querkraft und Auflagerreaktion angegeben. Für konstante Balkenquerschnitte genügt ein Nachweis am Ort der höchsten Beanspruchung.

³Die Lagerung ist im Allgemeinen als gelenkig anzunehmen. Einspannungen dürfen nur dann berücksichtigt werden, wenn sie dauerhaft vorhanden sind. Behelfsstützen sind als Pendelstützen mit beidseitigem Gelenk zu betrachten.



63.2.2 Einwirkungen

¹Bei Verstärkungen von Decken und nicht erdberührten Wänden bestehender, nicht für militärische Zwecke errichteter Bauten, werden folgende Einwirkungen angenommen:

- statische Druckbelastung aus der Wirkung konventioneller Waffen (500 kg Flugzeug-Bombe, 20 m Abstand) oder
- A-Waffen mit Luftstosswirkungen im Bereich von 0,3 bar (1 Megatonne am Boden detonierend, Abstand 5 km) oder
- eine Trümmerlast nach dem Einsturz des ganzen Gebäudes.

²Diese Einwirkungen basieren auf realistischen Annahmen. Die erforderlichen Verstärkungen sind im Allgemeinen mit den zur Verfügung stehenden Mitteln und mit vernünftigem Aufwand ausführbar.

³Im Sinne der SIA-Norm 160 sind diese Einwirkungen als aussergewöhnlich zu betrachten; demzufolge ist der Lastfaktor gleich 1,0 zu setzen. Die statischen Ersatzlasten werden in Abhängigkeit der dynamischen Belastung sowie der Verformbarkeit der Bauteile festgelegt zu:

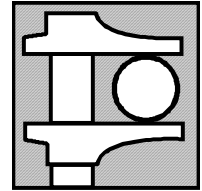
$$q_d = (g_m + q_r) + \varnothing \times q_{acc}$$

$g_m + q_r$:	Eigen- und Auflasten der Decke:	$g_m + q_r$	= 12,0 kN/m ² *)
q_{acc} :	aussergewöhnliche Einwirkung:	q_{acc}	= 30,0 kN/m ²
\varnothing :	dynamischer Beiwert für Verstärkungen:	\varnothing	= 2,0

*)Dieser Mittelwert gilt für Normalfälle und entspricht 20 bis 25 cm Beton sowie einer allfälligen Sandsack- oder Erdüberdeckung von rund 30 cm zur Sicherstellung eines genügenden Strahlenschutzes (→ Teil 2, Kapitel 23.1). Für Spezialfälle sind Raum- und Flächenlasten verschiedener Materialien in Kapitel 63.4.3 angegeben.

⁴Für die Bemessung der Deckenverstärkungen ergibt sich in der Regel eine totale Einwirkung von:

$$q_d = 12 + 2,0 \times 30 = 72 \text{ kN/m}^2$$



63.3 Tragwiderstand

63.3.1 Geometrische Querschnittswerte

Der Tragwiderstand ist mit den effektiv vorhandenen geometrischen Querschnittswerten zu ermitteln. Zur Berechnung von Querschnittsflächen sowie Trägheits- und Widerstandsmomenten sind in Kapitel 63.4.4 Formeln für verschiedene Querschnitte und Tabellen für Kant- und Rundholz sowie gängige Stahlprofile aufgeführt.

63.3.2 Baustoffkennwerte

Die Baustoffkennwerte basieren auf den einschlägigen SIA-Normen 161, 162 und 164 unter Berücksichtigung des Festigkeitszuwachses infolge dynamischer Einwirkung für den Bruchzustand.

a. Holz

¹Wegen der beschränkten Auswahlmöglichkeit wird mit den Werten der Festigkeitsklasse FK III gerechnet. Für Stützen soll möglichst Rund- oder quadratisches Kantholz und für Träger rechteckiges Kantholz verwendet werden.

²Bei einem Lastdauerbeiwert für dynamische Belastung von 2,0 betragen die rechnerischen Bruchspannungen für:

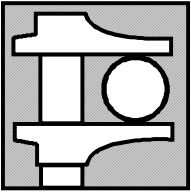
Nadelholz: $\sigma_{d,||}$ = 17,0 N/mm² (Druck und Biegung parallel zur Faser)

Nadelholz: $\tau_{d,||}$ = 2,5 N/mm² (Schub aus Querkraft senkrecht zur Faser)

Nadelholz: $\sigma_{d,\perp}$ = 4,0 N/mm² (Querdruck senkrecht zur Faser)

Hartholz: $\sigma_{d,\perp}$ = 8,0 N/mm² (Querdruck senkrecht zur Faser)

³Für Balken und Stützen wird Nadelholz verwendet. Hartholz wird nur für Brettunterlagen verwendet, die auf Querdruck senkrecht zur Faser beansprucht werden (zum Beispiel Kopf- und Fussplatten bei Stützen).

**b. Stahl**

Die Fließgrenze unter dynamischer Beanspruchung ist beim Stahl 30 % höher als der Normalwert. Die Rechenwerte betragen:

Stahlsorte Fe E 235	f_y	= 305 N/mm ²	(Fließgrenze)
	τ_y	= 175 N/mm ²	(Schubfließgrenze)
Betonstahl S 500	f_y	= 600 N/mm ²	(Fließgrenze)

c. Beton

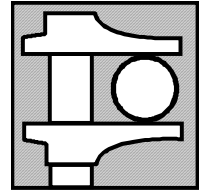
Beim Beton wird vom Mittelwert der Würfeldruckfestigkeit ausgegangen. Die Rechenwerte betragen:

Betonsorte B 35/25	f_c	= 30,0 N/mm ²	(Druckfestigkeit)
	τ_c	= 1,2 N/mm ²	(Schubspannungsgrenze)

d. Baugrund

Die maximale Bodenpressung beträgt das Vierfache der friedensmässig zulässigen Bodenpressung, jedoch nicht mehr als:

Lockergestein	σ	= 0,8 N/mm ²	(körnig oder bindig)
Molassefels	σ	= 1,2 N/mm ²	



63.3.3 Bemessungsformeln für Biegung und Querkraft

Bei horizontalen Balken sind folgende Nachweise zu erbringen (Bruchspannungen bzw Rechenwerte vergleiche in Kapitel 63.3.2):

a. Holz

- Biegung: $M_d < M_R = \sigma_{d,II} \times W_y$ (W_y : elastisches Widerstandsmoment)

- Querkraft: $V_d < V_R = \frac{2}{3} \times \tau_{d,II} \times A$ (A : Querschnittsfläche)

b. Stahl

- Biegung: $M_d < M_R = f_y \times Z_y$ (Z_y : plastisches Widerstandsmoment)

- Querkraft: $V_d < V_R = \tau_y \times A_w$ (A_w : Stegfläche)

c. Beton

Bei Betonträgern gilt:

- Biegung: $M_d < M_R = 0,9 \times f_y \times d \times A_s$ (A_s : Querschnitt Biegebewehrung)

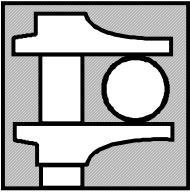
- Querkraft: $V_d < V_R = \frac{A_{sw} \times f_y}{s} \times 0,9 \times d$ (A_{sw} : Querschnitt Schubbewehrung)

(d : statische Höhe, s : Stababstand)

bei Betonplatten gilt:

- Biegung: $m_d < m_R = 0,9 \times f_y \times d \times A_s$ (A_s : Biegebewehrung)

- Querkraft: $v_d < v_R = 0,5 \times \tau_c \times d$ (d : statische Höhe)



63.3.4 Knicken

¹Alle behelfsmässigen Stützen sind auf Knicken zu untersuchen. Mit schlanker werdendem Querschnitt und zunehmender Länge nimmt die Traglast der Stützen ab. Die Ermittlung der Knicklast von behelfsmässigen Holz- und Stahlprofilstützen erfolgt gemäss SIA-Norm mittels Knickspannungskurven.

²Die Knickspannungen σ_K sind in Abhängigkeit der Schlankheit λ_K festgelegt (→ Bild 6.2). Sie gelten nur bei zentrischer Beanspruchung und für baupraktisch gerade Stäbe mit konstantem Querschnitt.

³Die massgebende Schlankheit λ_K ergibt sich aus der Knicklänge l_K dividiert durch den Trägheitsradius i_Z in der schwächeren Richtung.

$$\lambda_K = l_K / i_Z$$

⁴Die Knicklänge l_K entspricht im Normalfall der Spriesshöhe. Werte für den Trägheitsradius können aus der Tabelle in Kapitel 63.4.4 herausgelesen werden. Für behelfsmässige Abstützungen sind die Schlankheiten zu begrenzen.

⁵Der Nachweis für Knicken ist erbracht, wenn (A : Querschnittsfläche):

a. Holz $N_d < N_K = \sigma_K \times A$ Schlankheit $\lambda_K < 100$

b. Stahl $N_d < N_K = \sigma_K \times A < 0,8 \times f_y \times A$ Schlankheit $\lambda_K < 200$

Für Behelfsstützen kann die Knicklast N_K für verschiedene Knicklängen direkt anhand der Diagramme bestimmt werden (→ Teil 2, Kapitel 22.5).

c. Beton

Das Knicken der bestehenden Betonstützen wird bei Deckenverstärkungen nicht massgebend, weil die Behelfsstützen vor den Betonstützen versagen.

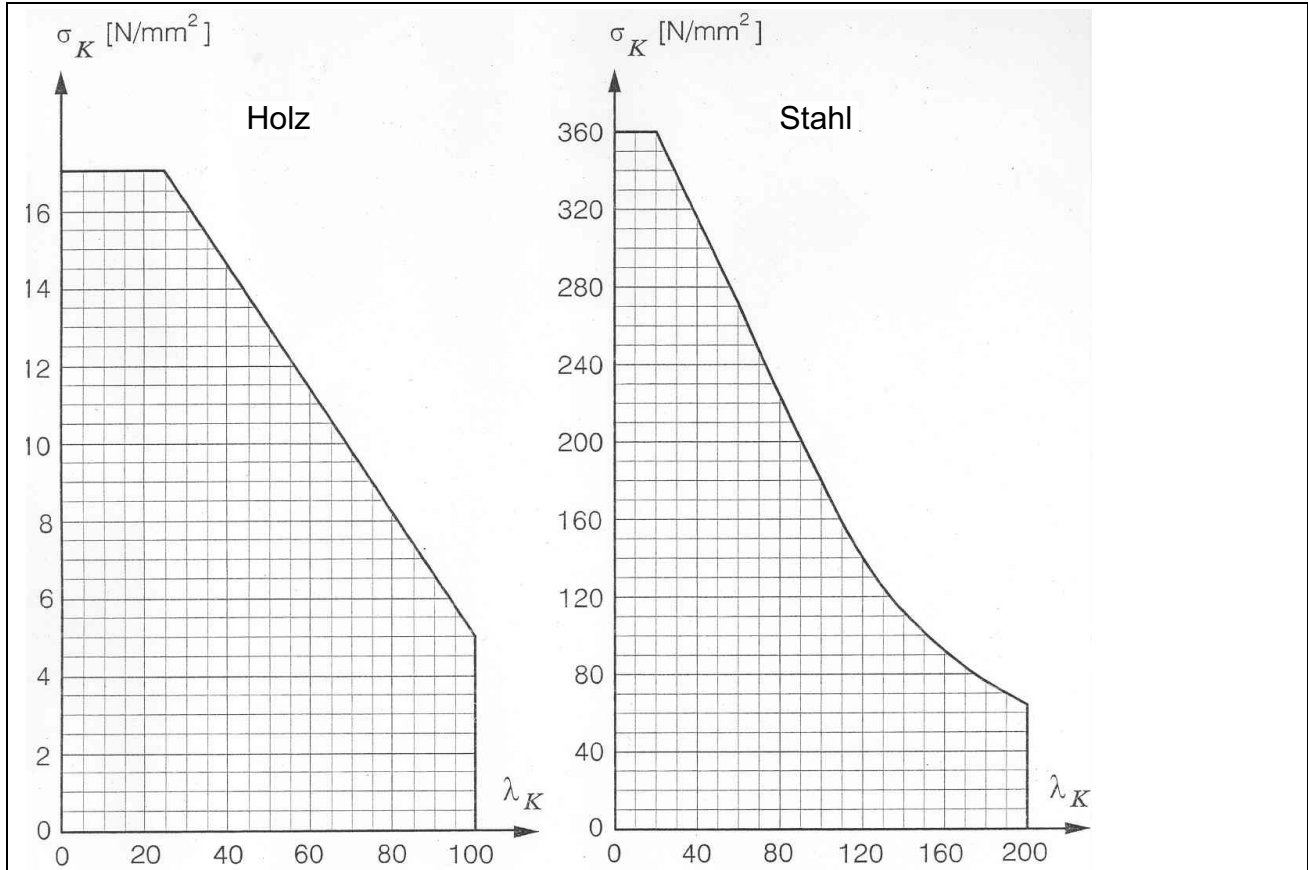
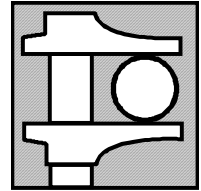
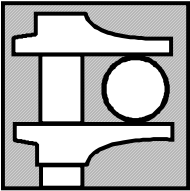


Bild 6.2
Knickspannungskurven für Holz FK III und Baustahl Fe E 235



63.3.5 Durchstanzen

¹Bei der Abstützung dünner Betondecken in niedrigen Räumen kann Durchstanzen massgebend werden, sodass der für Knicken erforderliche Stützenquerschnitt vergrössert werden muss.

²Der Durchstanzwiderstand im Kraffteinleitungsbereich ist einerseits vom Querschnitt des Stützenkopfes und andererseits von der Dicke der Betonplatte abhängig. Mit zunehmendem Stützenquerschnitt und zunehmender Plattenstärke vergrössert sich der Widerstand. Er beträgt:

$$V_R = \tau_c \times u \times d$$

mit V_R : Durchstanzwiderstand

τ_c : Rechenwert der Schubspannungsgrenze $\tau_c = 1,2 \text{ N/mm}^2$

u : massgebender Stützenumfang

- runde Stützen

$$u = \pi (\varnothing + d + h')$$

- rechteckige Stützen

$$u = 2(a + b) + \pi(d + h')$$

d : mittlere Statische Höhe

$$d = h - 40 \text{ mm}$$

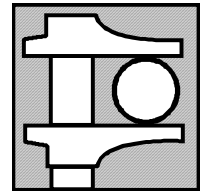
h : Stärke der Betonplatte

h' : Stärke der Brettunterlage

$$h' = 50 \text{ mm}$$

³Die Formel für V_R berücksichtigt, dass im Normalfall die Betondecke im Durchstanzbereich einer behelfsmässigen Abstützung keine obere Bewehrung aufweist.

⁴Für Rund- und Kantholzstützen kann der Durchstanzwiderstand für verschiedene Deckenstärken direkt anhand der Diagramme bestimmt werden (→ Teil 2, Kapitel 22.5).



63.4 Hilfstabellen

63.4.1 Bezeichnungen

Generell:

f	Baustoff-Festigkeit	[N/mm ²]
σ, τ	Bemessungs-, Schubspannung	[N/mm ²]
n	Anzahl	[Stk]
\varnothing	dynamischer Beiwert	

Geometrie:

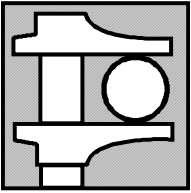
a, b, c, d	Querschnittsabmessungen	[m]
b	Breite	[m]
d	statische Höhe	[m]
e	Abstand	[m]
h	Höhe, Stärke	[m]
l	Länge, Spannweite	[m]
r, \varnothing	Radius, Durchmesser	[m]
u	Umfang	[m]

Kräfte, Momente:

H, N	Horizontal-, Normalkraft	[kN]
M	Biegemoment	[kNm]
Q	Einzelkraft	[kN]
R	Tragwiderstand	[kN, kNm]
S	Beanspruchung, Schnittkraft	[kN, kNm]
V	Querkraft	[kN]
g, q	verteilte Eigenlasten und Einwirkungen	[kN/m ²]

statische Werte:

A	Querschnittsfläche	[mm ²]
I	Trägheitsmoment	[mm ⁴]
W, Z	Widerstandsmoment	[mm ³]
i	Trägheitsradius	[mm]



6 Anhang

63 Statische Bemessungsgrundlagen

Abkürzungen:

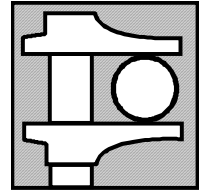
a, i	aussen, innen
acc	aussergewöhnlich
c	Beton
d	Bemessungswert
K	Knicken
m	Mittelwert
s	Betonstahl
R	Widerstand
w	Steg
y	Stahlfliessen
$, \perp$	parallel, senkrecht

63.4.2 Statische Systeme

Die angegebenen Formeln gelten für horizontale Träger und Platten mit vertikaler Belastung. Für vertikale Träger mit horizontaler Belastung ist die Anwendung der Formeln nur dann zulässig, wenn Knicken infolge verschwindend kleiner Vertikallast nicht massgebend werden kann.

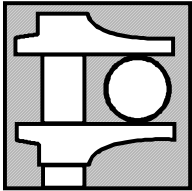
	$B = V_{\max} = q \times l$	$M_B = -\frac{q \times l^2}{2}$
	$B = V_{\max} = Q$	$M_B = -Q \times l$

Tabelle 6.10
Auskragende Träger



	$A = B = V_{\max} = \frac{Q}{2}$	$M_{\max} = \frac{Qxl}{4}$
	$A = V_A = Qx \frac{b}{l}$ $B = V_B = Qx \frac{a}{l}$	$M_{\max} = \frac{Qxaxb}{l}$
	$A = B = V_{\max} = Q$	$M_{\max} = Qxa$
	$A = B = V_{\max} = \frac{qx l}{2}$	$M_{\max} = \frac{qx l^2}{8}$
	$A = V_A = \frac{qx l}{6}$ $B = V_B = \frac{qx l}{3}$	$M_{\max} = \frac{qx l^2}{15,59}$
	$A = B = V_{\max} = \frac{qx l}{2} \left(1 - \frac{c}{l} \right)$	$M_{\max} = \frac{qx l^2}{24} \left(3 - 4 \frac{c^2}{l^2} \right)$

Tabelle 6.11
Einfache Balken



6 Anhang

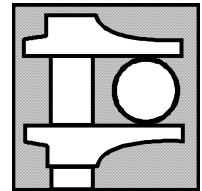
63 Statische Bemessungsgrundlagen

	M_{\max} M_B A B V_{\max}	$0,070 q \times l^2$ $-0,125 q \times l^2$ $0,375 q \times l$ $1,250 q \times l$ $-0,625 q \times l$	$0,156 Q \times l$ $-0,188 Q \times l$ $0,313 Q$ $1,3754 Q$ $-0,688 Q$
	M_{\max} M_B A B V_{\max}	$0,080 q \times l^2$ $-1,100 q \times l^2$ $0,400 q \times l$ $1,100 q \times l$ $-0,600 q \times l$	$0,175 Q \times l$ $-0,150 Q \times l$ $0,350 Q$ $1,150 Q$ $-0,650 Q$
	M_{\max} M_B A B C V_{\max}	$0,077 q \times l^2$ $-0,107 q \times l^2$ $0,393 q \times l$ $1,143 q \times l$ $0,929 q \times l$ $-0,607 q \times l$	$0,170 Q \times l$ $-0,161 Q \times l$ $0,339 Q$ $1,214 Q$ $0,892 Q$ $-0,661 Q$

Tabelle 6.12
Durchlaufträger

	<p>frei aufliegender Plattenstreifen mit $p = p^1 + p^2 = \text{konstant}$</p> $p_1 = p \frac{l_2^4}{l_1^4 + l_2^4} \text{ [kN/m']}$ $p_2 = p \frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4} \text{ [kN/m']}$
--	---

Tabelle 6.13
Rechteckige Platten

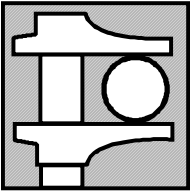


63.4.3 Raum- und Flächenlasten

Baustoffe	Raumlast [kN/m ³]
Baustahl (Walzprofile)	78
Beton	25
Nadelholz	5
Laubholz	8
Natursteinmauerwerk	27
Backsteinmauerwerk	18
Zementsteinmauerwerk	22
Kalksandsteinmauerwerk	20
Gasbetonteile	7
Bituminöse Beläge	24
Kiessand	20
Schotter	18
Erde nass	21
Schnee nass	4
Kohle geschüttet	9
Zement (in Säcken)	12
Papier (in Rollen)	15
Getreide geschüttet	8
Kartoffeln, Zuckerrüben	7
Salz	12

Bedachungstypen, Verkleidungsarten	Flächenlast [kN/m ²]
Stahlprofilbleche, Dicke 0,8 mm	0,12
Eternitdach mit Doppeldeckung	0,30
Tonziegeldach	0,65
Verglasung inklusive Rahmenkonstruktion	0,35

Tabelle 6.14
Raum- und Flächenlasten



6
63

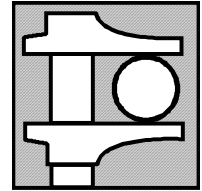
Anhang Statische Bemessungsgrundlagen

63.4.4 Trägheits- und Widerstandsmomente

Querschnitt	Fläche	Trägheitsmoment	Widerstandsmoment	Trägheitsradius
	$A = b \times h$	$I_y = \frac{b \times h^3}{12}$ $I_z = \frac{b^3 \times h}{12}$	$W_y = \frac{b \times h^2}{6}$ $W_z = \frac{b^2 \times h}{6}$	$i_y = 0,29 \times h$ $i_z = 0,29 \times h$
	$A = \pi \frac{d^2}{4}$	$I = \pi \frac{d^4}{64}$	$W = \pi \frac{d^3}{32}$	$i = \frac{d}{4}$
	$A = \pi \frac{d_a^2 - d_i^2}{4}$	$I = \pi \frac{d_a^4 - d_i^4}{64}$	$W = \pi \frac{d_a^4 - d_i^4}{32 \times d_a}$	$i = \sqrt{\frac{d}{4}}$

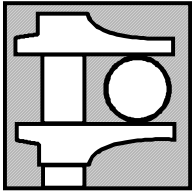
Tabelle 6.15

Formeln für verschiedene Querschnitte



Profil	A mm ² x10 ³	AW mm ² x10 ³	I_Y mm ⁴ x10 ⁶	Z_Y mm ³ x10 ³	i_Y mm	I_Z mm ⁴ x10 ⁶	Z_Z mm ³ x10 ³	i_Z mm	Masse kg/m
INP 80	0,757	0,289	0,78	22,8	32,0	0,063	5,0	9,1	5,94
INP 100	1,060	0,419	1,71	39,8	40,1	0,122	8,1	10,7	8,34
INP 120	1,420	0,573	3,28	63,6	48,1	0,215	12,4	12,3	11,1
INP 140	1,820	0,749	5,73	95,4	56,1	0,352	17,9	14,0	14,3
INP 160	2,280	0,948	9,35	136	64,0	0,547	24,8	15,5	17,9
INP 180	2,790	1,170	14,5	187	72,0	0,813	33,3	17,1	21,9
INP 200	3,340	1,420	21,4	250	80,0	1,17	43,6	18,7	26,2
INP 220	3,950	1,680	30,6	324	88,0	1,62	55,7	20,2	31,1
INP 240	4,610	1,970	42,5	412	95,9	2,21	70,0	22,0	36,2
HEA 100	2,120	0,440	3,49	83,0	40,6	1,34	41,2	25,1	16,7
HEA 120	2,530	0,530	6,06	119	48,9	2,31	58,9	30,2	19,9
HEA 140	3,140	0,685	10,3	173	57,3	3,89	84,7	35,2	24,7
HEA 160	3,880	0,858	16,7	246	65,7	6,16	118	39,8	30,4
HEA 180	4,530	0,969	25,1	324	74,5	9,25	157	45,2	35,5
HEA 200	5,380	1,170	36,9	430	82,8	13,4	204	49,8	42,3
HEA 220	6,430	1,390	54,1	568	91,7	19,5	271	55,1	50,5
HEA 240	7,680	1,640	77,6	744	101	27,7	352	60,0	60,3
HEB 100	2,600	0,540	4,50	104	41,6	1,67	51,0	25,3	20,4
HEB 120	3,400	0,708	8,64	165	50,4	3,18	81,0	30,6	26,7
HEB 140	4,300	0,896	15,1	246	59,3	5,50	120	35,8	33,7
HEB 160	5,430	1,180	24,9	354	67,8	8,89	170	40,5	42,6
HEB 180	6,530	1,410	38,3	482	76,6	13,6	231	45,7	51,2
HEB 200	7,810	1,660	57,0	642	85,4	20,0	306	50,7	61,3
HEB 220	9,100	1,940	80,9	828	94,3	28,4	394	55,9	71,5
HEB 240	10,60	2,230	112,6	1050	103	39,2	499	60,8	83,2

Tabelle 6.16
Stahlprofile: statische Werte

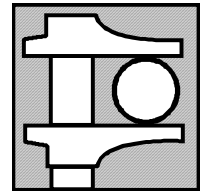


6 Anhang

63 Statische Bemessungsgrundlagen

Typ cm	b mm	h mm	A mm ² x10 ⁶	I_Y mm ⁴ x10 ⁶	W_Y mm ³ x10 ⁶	i_Y mm	I_Z mm ⁴ x10 ⁶	W_Z mm ³ x10 ⁶	i_Z mm
10/10	100	100	10,0	8,33	0,167	28,9	8,33	0,167	28,9
10/12	100	120	12,0	14,4	0,240	34,6	10,0	0,200	28,9
10/14	100	140	14,0	22,9	0,327	40,4	11,7	0,233	28,9
10/16	100	160	16,0	34,1	0,427	46,2	13,3	0,267	28,9
12/12	120	120	14,4	17,3	0,288	34,6	17,3	0,288	34,6
12/14	120	140	16,8	27,4	0,392	40,4	20,2	0,336	34,6
12/16	120	160	19,2	41,0	0,512	46,2	23,0	0,384	34,6
12/18	120	180	21,6	58,3	0,648	52,0	25,9	0,432	34,6
14/14	140	140	19,6	32,0	0,457	40,4	32,0	0,457	40,4
14/16	140	160	22,4	47,8	0,597	46,2	36,6	0,523	40,4
14/18	140	180	25,2	68,0	0,756	52,0	41,2	0,588	40,4
14/20	140	200	28,0	93,3	0,933	57,7	45,7	0,653	40,4
16/16	160	160	35,6	54,6	0,683	46,2	54,6	0,683	46,2
16/18	160	180	28,8	77,8	0,864	52,0	61,4	0,768	46,2
16/20	160	200	32,0	107	1,07	57,7	68,3	0,853	46,2
16/22	160	220	35,2	142	1,29	63,5	75,1	0,939	46,2
18/18	180	180	32,4	87,5	0,972	52,0	87,5	0,972	52,0
18/20	180	200	36,0	120	1,20	57,7	97,2	1,08	52,0
18/22	180	220	39,6	160	1,45	63,5	107	1,19	52,0
18/24	180	240	43,2	207	1,73	69,3	117	1,30	52,0
20/20	200	200	40,0	133	1,33	57,7	133	1,33	57,7
20/22	200	220	44,0	177	1,61	63,5	147	1,47	57,7
20/24	200	240	48,0	230	1,92	69,3	160	1,60	57,7
20/26	200	260	52,0	293	2,25	75,1	173	1,73	57,7
22/22	220	220	48,4	195	1,77	63,5	195	1,77	63,5
22/24	220	240	52,8	253	2,11	69,3	213	1,94	63,5
22/26	220	260	57,2	322	2,48	75,1	231	2,10	63,5
22/28	220	280	61,6	402	2,87	80,8	248	2,26	63,5

Tabelle 6.17
Kantholz: statische Werte



\varnothing mm	A mm ² x10 ³	I mm ⁴ x10 ⁶	W mm ³ x10 ⁶	i mm	\varnothing mm	A mm ² x10 ³	I mm ⁴ x10 ⁶	W mm ³ x10 ⁶	i mm
100	7,85	4,91	0,098	25,0	220	38,0	115	1,05	55,0
120	11,3	10,2	0,170	30,0	240	45,2	163	1,36	60,0
140	15,4	18,9	0,269	35,0	260	53,1	224	1,73	65,0
160	20,1	32,2	0,402	40,0	280	61,6	302	2,16	70,0
180	25,4	51,5	0,573	45,0	300	70,7	398	2,65	75,0
200	31,4	78,5	0,785	50,0	320	80,4	515	3,22	80,0

Tabelle 6.18
Rundholz: statische Werte

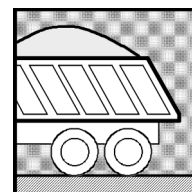
63.4.5 Umrechnen von Einheiten

¹Das vorliegende Bauhandbuch ist auf SI-Einheiten aufgebaut. Die Basiseinheiten sind Meter [m] und Newton [N].

²Zum besseren Verständnis seien im Folgenden die wichtigsten Umrechnungsfaktoren gegenüber früher gebräuchlichen Einheiten aufgeführt:

















Größen	SI-Einheit	Metrische Einheit
Kraft	1 N	0,1 kg
	1 kN	100 kg
Moment	1 kNm	0,1 mt
Spannung	1 N/mm ²	10 kg/cm ²
	1 kN/m ²	0,1 t/m ²
Druck	1 N/mm ²	10 ⁶ Pa
		10 at
		10 bar

Tabelle 6.19
Einheiten



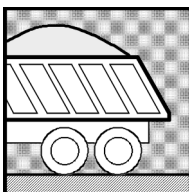
64 Lade- und Transportkapazitäten

64.1 Ladepkapazitäten

Fahrzeugtyp	Gesamtgewicht [kg]	Nutzlast [t]	Ladebrücke			Fahrzeugabmessungen		
			Länge	Breite	Höhe	Länge	Breite	Höhe
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Pferde und Maultiere 	500	0,12	--	--	--	2,50	1,60	2,30
Puch 4 x 4 	3'000	0,80	1,60	1,00	1,26	4,63	1,70	2,08
Pinzgauer 4 x 4 	2'950	1,00	2,10	1,59	0,80*	4,20	1,77	2,16
Pinzgauer 6 x 6 	3'500	1,50	3,03	1,59	0,80*	4,95	1,76	2,18
Bucher Duro 4 x 4 	5'900	2,20	3,72	1,75	1,55	6,01	1,96	2,55
Unimog 66 	3'050	1,00	1,48	1,50	--	3,50	1,73	2,07
Unimog S 	4'400	1,50	2,95	1,94	1,50	4,90	2,01	2,74
Steyr 4 x 4 	8'600	3,04	3,60	2,20	1,87	6,04	2,30	3,24
2 DM/2 VM 	12'000	4,90	4,10	2,18	1,74	7,37	2,30	3,20
2 DM Kipper 2,5 m ³ 	12'000	5,00	3,71	2,18	--	7,07	2,30	2,88
Saurer 4 x4 Kipper 3,5 m ³ 	12'000	5,00	4,10	2,08	--	6,41	2,32	2,75
6 DM 4 x 4 	16'000	6,00	5,00	2,35	1,90	7,70	2,50	3,47**
Henschel 7,3 t 	17'000	7,30	5,00	2,35	--	8,15	2,50	3,14
Henschel 8,2 t 	18'000	8,20	5,00	2,35	--	8,15	2,50	2,85
10 DM 6 x 6 	22'000	10,00	6,20	2,35	1,90	8,90	2,50	3,47**
D330 Kipper 7,0 m ³ 	25'000	11,50	4,00	2,17	0,88	8,17	2,47	3,02

*mit abgeklappten Seitenbänken; **Blachengestell kann um 0,27 m abgesenkt werden
Nutzlasten für Helikopter: Alouette III etwa 500 kg/Super Puma etwa 2500 kg

Tabelle 6.20
Fahrzeugtypen und deren Abmessungen



6 Anhang

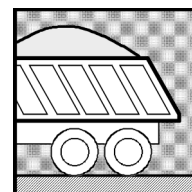
64 Ladekapazitäten

Anhängertyp		Gesamtgewicht	Nutzlast	Ladebrücke			Fahrzeugabmessungen		
				Länge	Breite	Höhe	Länge	Breite	Höhe
				[kg]	[t]	[m]	[m]	[m]	[m]
0,35 t, 1-achsig		600	0,35	1,80	0,96	--	2,86	1,45	1,08
0,47 t, 1-achsig		750	0,47	1,78	1,04	--	3,06	1,53	1,50
Infanterieanhänger		5'350	3,50	4,50	1,80	--	6,56	1,93	1,75
Anhänger 5,7 t		8'000	5,70	5,00	2,23	1,80	5,00	2,30	3,02
Anhänger 8,7 t		12'000	8,70	5,99	2,42	1,87	5,99	2,50	3,38
Plattformanhänger		26'700	20,30	5,40	2,70	--	9,09	2,70	2,90

Tabelle 6.21
Anhängertypen und deren Abmessungen

Baumaschinentyp		Gesamtgewicht	Löffelinhalt	Fahrzeugabmessungen		
				Länge	Breite	Höhe
				[kg]	[l]	[m]
Schreitbagger (zum Beispiel «Menzi Muck»)		7'500	300	8,40	2,10	2,60
Pneu-Bagger	mit Tieföffel mit Spitzhammer 	15'500 16'200	800 --	9,10	2,50	3,20
Raupenbagger	mit Tieföffel 3-Gelenk-Arm 	19'700	900	9,00	2,59	2,95
Raupenbagger	mit Tieföffel und 2-Gelenk-Arm 	19'500	900	11,12	2,60	3,03
Raupenbagger	mit Teleskoparm 	15'200	500	6,25	2,68	3,02
Pneuladeschaufel (PLS)		11'000	1900	6,90	2,50	3,10
Raupenladeschaufel (Trax)		14'400	2000	6,30	2,19	3,08
Raupenbagger	mit Dozerblatt ohne Dozerblatt 	19'700	--	5,28 4,05	3,44 2,50	3,15

Tabelle 6.22
Militärische Baumaschinen und deren Abmessungen



¹Für den Abtransport des Aushubmaterials ist mit den entsprechenden Auflockerungsfaktoren das Volumen sowie mit dem Schüttgewicht das Ladegewicht zu bestimmen. Beide sind ausschlaggebend für die Wahl des Transportgerätes. Als günstiges Verhältnis zwischen Inhalt des Lade- und des Transportgefässes kann 1 : 4 bis 1 : 10 verwendet werden.

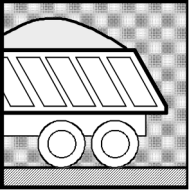
$$\text{Volumen lose} = \text{Auflockerungsfaktor} \times \text{Volumen fest}$$

$$\text{Ladegewicht} = \text{Inhalt Transportgefäss} \times \text{Schüttgewicht}$$

²Zu beachten ist, dass in jedem Fall das Ladegewicht nie grösser sein darf als die zulässige Nutzlast.

Material	Auflockerungs- faktor	Schüttgewicht lose
		[t/m ³]
Granit gut geschichtet	1,70 - 1,80	1,80
Basalt gut geschichtet	1,70 - 1,80	1,70
Sonstiger harter Fels	1,70 - 1,80	1,70
Kalkstein	1,70 - 1,80	1,50
Hochofenschlacke	1,70 - 1,80	1,50
Schiefer	1,65 - 1,75	1,60
Sandstein	1,65 - 1,75	1,50
Ton/Lehm trocken	1,45 - 1,55	1,20
Ton/Lehm feucht	1,45 - 1,55	1,50
Geröll	1,40 - 1,50	1,90
Bauschutt	1,40 - 1,50	1,90
Steinkohle	1,40 - 1,50	1,00
Gips	1,35 - 1,45	1,80
Erde trocken	1,30 - 1,40	1,30
Erde feucht	1,30 - 1,45	1,70
Sand trocken	1,15 - 1,25	1,40
Sand feucht	1,15 - 1,25	1,80
Kies trocken	1,15 - 1,25	1,30
Kies feucht	1,15 - 1,25	1,80
Kies nass	1,15 - 1,25	2,00
Humus	1,10 - 1,15	1,90

Tabelle 6.23
Auflockerungsfaktoren und Schüttgewichte



6 Anhang

64 Ladekapazitäten

³Muldenkipper oder -wechsler sind die gebräuchlichsten Transportgeräte für den Abtransport des Aushubmaterials. In Notfällen müssen auch andere Fahrzeuge verwendet werden, allerdings mit Berücksichtigung des erschwerten Entlads.

⁴Des Weiteren können auch Helikopter eingesetzt werden. Dabei ist zu beachten, dass der Einsatz wetter- und höhenabhängig ist. Nutzlasten: Alouette III etwa 500 kg, Super Puma etwa 2500 kg.

64.2 Transportkapazitäten

64.2.1 Zielsetzung

¹Die Transportkapazität hängt weithin vom optimalen Maschineneinsatz und von deren Organisation ab. So kann mit kurzen Lade-, Entlade- und Wartezeiten die Leistung erhöht werden. Es ist deshalb entscheidend, rechtzeitig mit einer seriösen Arbeitsvorbereitung Schwachstellen aufzuspüren und auszuschliessen. Dies gilt im Speziellen bei grösseren Ereignissen, bei denen eine Transport- und Verkehrsplanung unumgänglich wird, um Zeitverluste zu vermeiden.

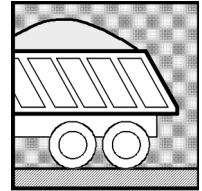
²Zu beachten sind:

- Lade- und Transportkapazitäten aufeinander abstimmen;
- geeignete Ladegeräte und Fahrzeuge verwenden;
- nächstgelegene Deponie berücksichtigen;
- evtl Verkehrsführungen und -regelungen mit der Polizei koordinieren;
- Strassenreinigung organisieren.

64.2.2 Vorgehen

¹Planung auf der Basis der aktuellen Situation:

- abzuführendes Volumen berechnen;
- Ladegeräte, abhängig von Bodenbeschaffenheit und geforderter Leistung (→ Tabelle 6.22) bestimmen;
- Deponierungsmöglichkeiten abklären;
- Transportgeräte bestimmen (→ Tabellen 6.20 und 6.21);
- detaillierte Berechnung der Ladezyklen und der benötigten Transportgeräte aufstellen oder



²Abschätzung mit Diagramm(→ Bild 6.3), welches auf folgenden Annahmen basiert:

- Wendemanöver 1 Minute;
- Entladezeit 4 Minuten;
- Material trocken, leicht lösbar;
- Auflockerungsfaktor 1,40;
- mittlere Fahrgeschwindigkeit je nach Transportdistanz von 5 bis 35 km/h.

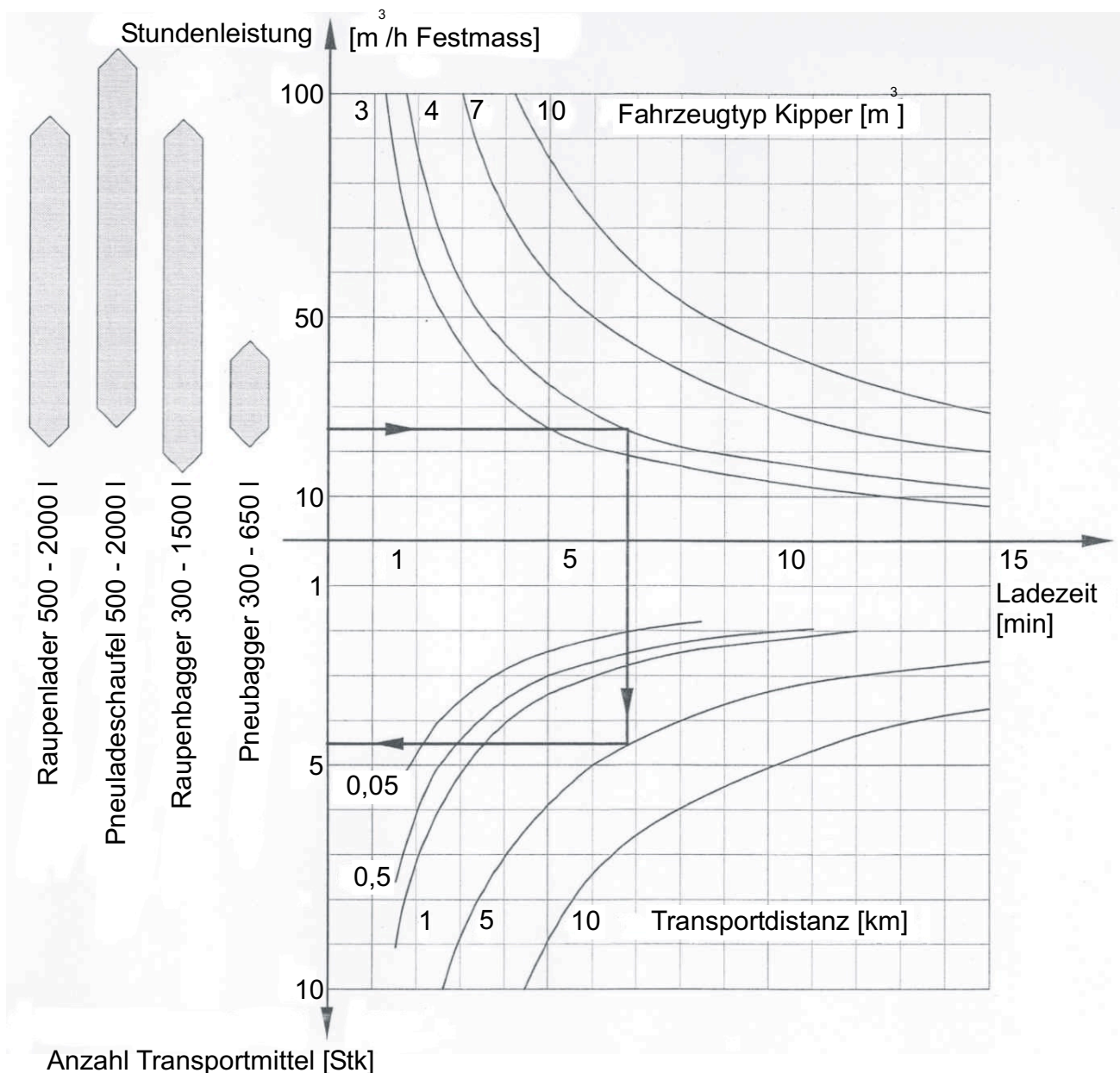
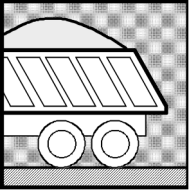


Bild 6.3

Transportmittelanzahl in Abhängigkeit der Ladeleistung und der Ladezeit



6 Anhang

64 Ladekapazitäten

³Beispiel: Maschineneinsatz für einen Grabenaushub:

vorhandenes Ladegerät: - Hydraulik-Bagger auf Pneu mit 500 l Löffelinhalt
 - direkter Auflad auf Lastwagen
 - Leistung etwa 25 m³/h (Festmass)

vorhandenes Transportgerät: 4-m³ Kipper

einfache Transportdistanz zur Deponie: 5 km

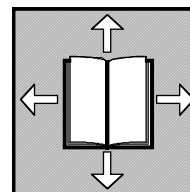
gemäss Diagramm → Ladezeit: 7 Minuten/Fuhr
 → 5 Kipper pro Ladegerät

64.2.3 Interpretation

¹Bei konstantem Einsatz des Ladegerätes wird eine durchschnittliche Ladezeit von 7 Minuten/LKW erreicht. Dies bedingt bei einer Transportdistanz von 5 km zur Deponie den Einsatz von insgesamt fünf Lastwagen. Diese Zahlen stellen nur eine grobe Schätzung dar, da zu viele objektbezogene Elemente einen Einfluss auf die Transportkapazität haben, wie zum Beispiel:

- optimaler Löffelinhalt;
- Leistung des Maschinisten;
- räumliche Verhältnisse;
- Witterung;
- Fahrgeschwindigkeit des Transportgerätes;
- Bodenbeschaffenheit.

²Bei genauer Berechnung der Transportkapazität muss deshalb die Zeit der Ladezyklen und des Abtransportes bestimmt werden. Ist ein direkter Auflad des Aushubs nicht möglich (zeitlich bedingt, Ladeleistung zu gross oder zu klein usw), wird mit einer Zwischendeponie im Aktionsradius des Ladegerätes gearbeitet, welche erst zu einem späteren Zeitpunkt abgeführt wird.



65 Zusammenstellung der Bauchefunterlagen

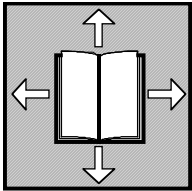
Reglemente, Behelfe, Lehrschriften, Formulare und Typenpläne können unter Angabe der Anzahl und der entsprechenden Bestellnummer bei der **Eidgenössischen Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern**, bestellt werden.

65.1 Reglemente, Behelfe und Lehrschriften

Nr	Typ	Titel
57.301 df	Behelf	«Rasche Kampfbereitschaft, RAKABE-Führung»
51.94 d	Behelf	«Bauhandbuch»
57.303 d	Behelf	«Behelf für den Kp BC»
57.304 d	Lehrschrift	«Ausbildung von Kp BC (Kurskommandant und Ausbilder)»
57.305 d	Behelf	«Behelf für den Z BC»
57.306 d	Lehrschrift	«Ausbildung von Kp BC»
57.307 d	Lehrschrift	«Ausbildung von Z BC (Kurskommandant und Ausbilder)»
57.308 d	Behelf	«Behelf für den Bat/Abt- und Rgt-BC»

65.2 Formulare

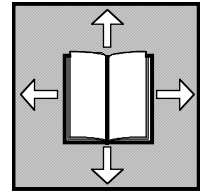
Nr	Typ	Titel
37.61 d	A	«Aufnahme Kellerverstärkung»
37.62 df	B	«Materialliste Kellerverstärkungen»
37.63 df	C	«Materialliste Kellerverstärkungen»
37.64 df	D	«Zusammenstellung nach Art und Anzahl Bauten»
37.65/1 df	E1	«Baumaterialbedarf nach Art und Anzahl Bauten -1»
37.65/2 df	E2	«Baumaterialbedarf nach Art und Anzahl Bauten -2»
37.65/3 df	E3	«Baumaterialbedarf nach Art und Anzahl Bauten -3»
37.66 df	F	«Zeitbedarf/Baukontrolle»
37.67 df	G	«Materialbilanz»
37.68 df	H	«Bauprogramm»
37.69 df	J	«Schutzplatzkontrolle»
37.70 d	K	«Materialverteilung»

**65.3 Typenpläne (Grundtypen)**

Nr	Typ	Titel
57.302/I d	I	«Zweimann-Schützenloch, Wellblech»
57.302/II d	II	«Zweimann-Schützenloch, Holz»
57.302/III d	III	«Zweimann-Schützenloch mit Nische, Wellblech»
57.302/IV d	IV	«Zweimann-Schützenloch mit Nische, Holz»
57.302/V d	V	«Beobachter-Unterstand, Holz/Sandsack»
57.302/VI d	VI	«Beobachter-Unterstand, Holz/Steinkorb»
57.302/VII d	VII	«Holzunterstand, 12 Mann»
57.302/VIII d	VIII	«8,1 cm Minenwerferstellung»
57.302/IX d	IX	«Horizontalzugang zu Holzunterstand»
57.302/X d	X	«Vertikalzugang zu Holzunterstand»

65.4 Typenpläne (waffenspezifische Typen)

Nr	Titel
57.320 d	«Holzunterstand, 6 Mann»
57.321 d	«Unterstand für Richtstrahlstation R-902, Holz»
57.322 d	«Unterstand für Richtstrahlstation R-902, Wellblech»
57.330 d	«12 cm Minenwerferstellung»
57.340 d	«Kampfstand für OZ-Gruppe»
57.341 d	«Munitionsnische»
57.342 d	«Stellung für Feuerleitgerät»



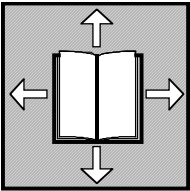
65.5 Bautypen (Grundtypen)

Die einzelnen Bautypen werden in der Reihenfolge ihrer Ausbauzielsetzung vorgestellt:

65.5.1 Beobachterunterstände (inkl vorfabrizierter Unterstände)

	<p>Beobachterunterstand (Typ V)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Material: Holz und Sandsäcke - Belegung: 3 AdA's - Typenplan: 57.302/V d
	<p>Beobachterunterstand (Typ VI)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Material: Holz und Steinkörbe - Belegung: 2 AdA's - Typenplan: 57.302/VI d
	<p>Beobachterunterstand (BU 89, Geniesatz G7)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Belegung: 2 AdA's <p>Einbau- und Montageanleitung wird mit jedem BU 89 abgegeben. Zurzeit besteht der BU 89 nicht zur Verfügung (Beschaffung verschoben)</p>

Tabelle 6.24
Beobachterunterstände



6
65

Anhang Verzeichnis der Bauchefunterlagen

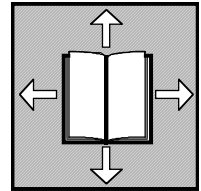
65.5.2 Schutzbauwerke (inkl vorfabrizierte Unterstände)

	<p>Wellblech-Tunnelunterstand: (Geniesatz G5a)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Belegung: 6 AdA's, maximal 9 AdA's (Ausnahme)
	<p>Wellblech-Zylinderunterstand: (Geniesatz G5b)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Belegung: 8 AdA's, maximal 12 AdA's (Ausnahme)
	<p>Feldunterstand FU 88: (Geniesatz G6)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Belegung: 12 AdA's, maximal 18 AdA's (Ausnahme) <p>Einbau- und Montageanleitung wird mit jedem FU 88 abgegeben</p>

Tabelle 6.25
Schutzbauwerke I

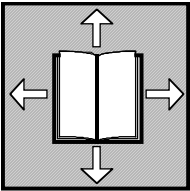
Anhang Verzeichnis der Bauchefunterlagen

6
65



	<p>Holzunterstand, 12 Mann: (Typ VII)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Belegung: 12 AdA's maximal 18 AdA's (Ausnahme) - Typenplan: 57.302/VII d
	<p>Horizontalzugang: (Typ IX)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Typenplan: 57.302/IX d <p>Zugang zu Holzunterstand 6 oder 12 Mann</p>
	<p>Vertikalzugang (Typ X)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Typenplan: 57.302/X d <p>Zugang zu Holzunterstand 6 oder 12 Mann</p>

Tabelle 6.26
Schutzbauwerke II



6
65

Anhang Verzeichnis der Bauchefunterlagen

65.5.3 Waffenstellungen

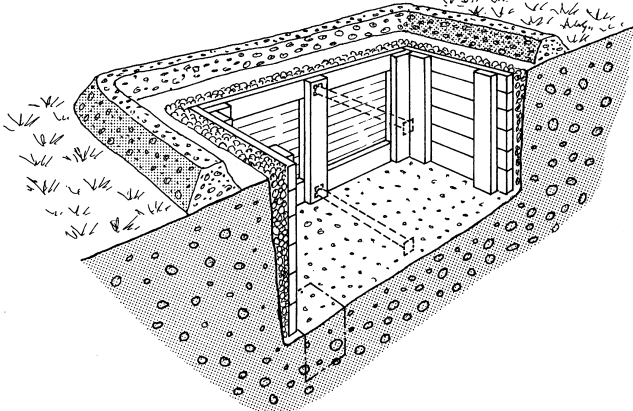
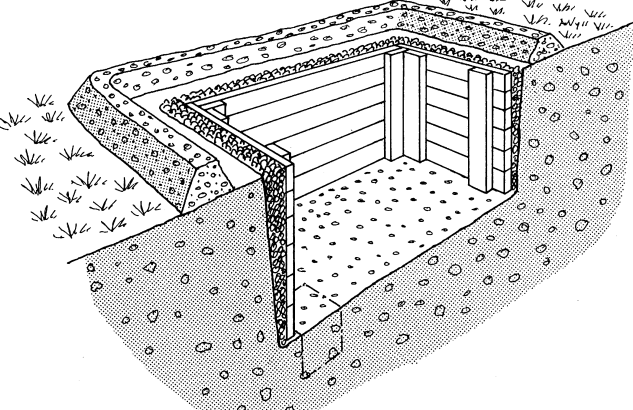
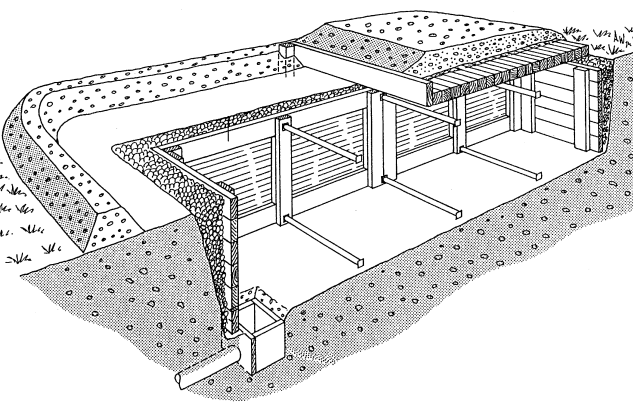
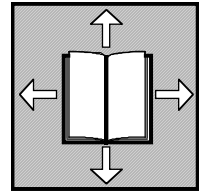
	<p>Zweimann-Schützenloch: (Typ I)</p> <ul style="list-style-type: none">- Material: Wellblech- Typenplan: 57.302/I d
	<p>Zweimann-Schützenloch: (Typ II)</p> <ul style="list-style-type: none">- Material: Holz- Typenplan: 57.302/II d
	<p>Zweimann-Schützenloch mit Nische: (Typ III)</p> <ul style="list-style-type: none">- Material: Wellblech- Typenplan: 57.302/III d

Tabelle 6.27
Waffenstellungen I



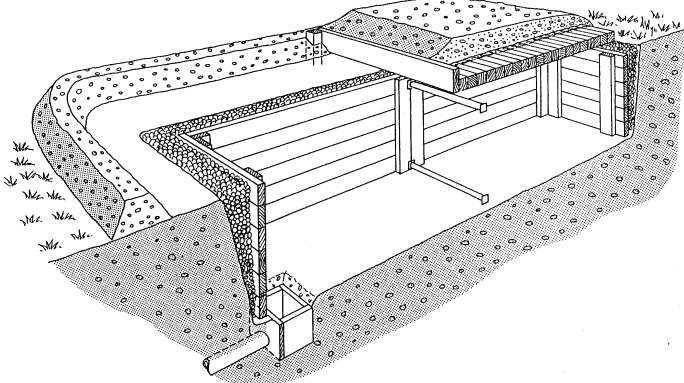
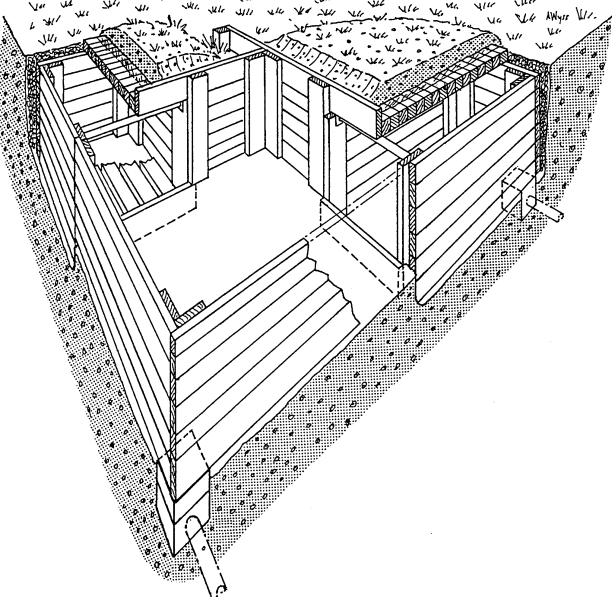
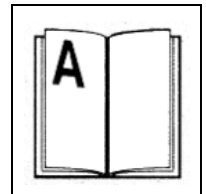
	<p>8,1 cm Minenwerferstellung (Typ VIII)</p> <p>- Typenplan: 57.302/VIII d</p>
	<p>Zweimann-Schützenloch mit Nische: (Typ IV)</p> <p>- Material: Holz</p> <p>- Typenplan: 57.302/IV d</p>

Tabelle 6.28
Waffenstellungen II

Anhang
Schlussbestimmungen

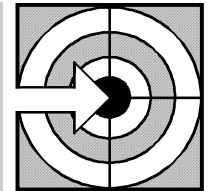
6
66



- a. Es ist insbesondere aufgehoben der Behelf 57.302 d «Bauhandbuch», Probeausgabe 1993.
- b. Dieser Behelf tritt am 1. Oktober 1997 in Kraft.

Chef Heer:

Korpskommandant Dousse



A

Abbundmaschinen 326
Abflusskapazität 218
Ablagerung 199
Abrasionsschutz 229
Absteckung 18, 318
AC-Schutz 99
Alarmorganisation 203
Anhaltstrecke 130
Anhänger 392
Anker 179, 344
Anprall 255, 264
Arbeitssicherheit
239, 294, 349
Aufandung 284
Auflegerladungen 351
Auflockerungsfaktor 18, 393
Aufprall 255, 264
Ausbaugeschwindigkeit 127
Ausbaugrad 41, 46
Aushub 2, 17, 289
Aushubgerät 22
Aushubleistung 22
Aussenwand 83
Ausweichstelle 134

B

Bachgefälle 247
Bachgerinne 213
Balken 383
Balkendecke 55, 60
Balkenlage 181
Balkenschuh 182
Bankette 134
Bauchefunterlagen 397
Baugrube 33
Baugrubenentwässerung
35
Baugrubensicherung 28
Baugrund 376
Baugrundbeurteilung 1
Baugrundsondierung 14
Bauholz 167
Bauklammer 179

Baumaschinen 290, 392
Baumverankerung 341
Baupiste 18, 121
Baustellenerschliessung 17
Baustoffkennwerte 375
Bausubstanz 256
Behelfsbrücke 138
Behelfsstütze
56, 65, 274, 373
Behelfstüre 93
Bemessungsgrundlagen
373
Bemessungslast 53
Bergsturz 281
Beton 337, 376
Betondecke 54
Betonwand 86
Blechformteil 180
Blockmauer 160
Blocksatz 235
Blockwurf 250
Bodenbeschaffenheit 5
Bodenpressung 376
Bogenkonstruktion 320
Bogenschlag 319
Bohrgerät 30
Bohrlochladungen 352
Böschung 134
Böschungslehre 322
Brand 254, 263
Brandschutz 73, 101
Brettertüre 335
Brücke 136
Brückenreparatur 165

D

Dachkonstruktion 185
Damm 207
Dammbreschen 211
Dammschüttung 148
Daumensprung 313
Decke 54, 74
Deckenverstärkung
48, 53, 62, 74, 82, 374

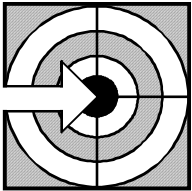
Deckschicht 152
Deponie 18
Dränage 155
Dreieck 372
Druckwelle 254, 262
Dübel 178
Durchlass 213
Durchlaufträger 384
Durchstanzen 57, 65, 380

E

Eingangstüre 93
Einsatzkonferenz 365
Einsatzrapport 366
Einsturzgefahr 253
Einsturzsicherung 272
Elektroinstallation 50
Entwässerung 33, 152
Entwässerungsleitung 36
Entwässerungsmassnahmen 36
Erdaufschüttung 73
Erdbeben 255, 265
Erdrutsch 254, 260, 282
Erosion 199
Erregerfrequenz 267
Explosion 254, 263

F

Fahrmischer 360
Fahrzeuge 391
Fallboden 229
Fallhöhe 247
Feldbeobachtung 8
Feldstecher 314
Felssturz 254, 260, 282
Festgestein 5, 28
Flachdecke 54
Flächenlast 385
Flächenwurf 301
Flösserkette 215
Fluchtweg 96
Fuhrmannsknoten 347



Führungsstab 363
Fundament 76
Foundationsschicht 150
Furte 136

G

Gebäudetrümmer 286
Gebrauchstauglichkeit
182, 373
Gefährnstoffe 288
Geometrie 369
Gerinnkapazität 219, 248
Geschiebe 197
Geschwemmsel 197
Gewässerquerung 136
Gewölbedecke 56
Glas 289
Grabensicherung 25
Grabenspriessung 27
Grabenstandfestigkeit 24
Grundfrequenz 267
Grundschwelle 230
Grundwasser 14, 33, 102

H

Hanganschüttung 148
Hangsicherung 162
Hangwasser 33
Hochwasser 197
Hochwasserabfluss 245
Hochwasserspiegel 246
Höhenbestimmung 315
Hohlkörperdecke 55, 61
Holz 167
Holz-Deckenstützen 57
Holzbearbeitung 325
Holzkasten 157, 225, 236
Holzschutz 171
Holzstütze 59
Holzverbindungsmittel 172
Horizontieren 315
Hydraulikbagger 22
Hydrologie 245

I

Inertstoffe 289
Innenwand 89

J

Jutesack 357

K

k-Werte 249
Kännel 217
Kassettendecke 55, 61
Katastropheneinsatz 361
Katastrophenfall 191
Kehricht 288
Kehrplatz 135
Keller 102
Kellerverstärkung 44
Knetprobe 15
Knicken 65, 378
Knicklänge 57
Knoten 346
Kolkschutz 229
Kommandoposten 107
Kreisbogen 320
Kriegsküche 115
Krisenstab 363
Kunstabauten 136
Kurvenverbreiterung 127

L

Ladeberechnung 350
Ladepazität 391
Ladeleistung 395
Ladezeit 395
Lawine 254, 260, 284
Leiter 330
Leitwerk 228
Lockergestein 5, 22
Lüftung 95, 100

M

Mastwurf 346
Materialseparierung 288

Maurerknoten 347
Messband 313
Metall 289
Metall-Deckenstütze 58, 78
Mörtel 337
Motorsäge 294
Murgang
197, 254, 260, 283

N

Nagelverbindung 172
Niederschlag 33, 254
Nivellement 316
Nivellierinstrument 19, 314
Nordrichtung 317
Notausgang 96
Notbehaltung 117
Notbrücke 188
Notkochplatz 115

O

Oberflächenentwässerung
34
Orkan 254, 262

P

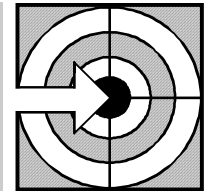
Papier 289
Pentaprisma 320
Pfahlverankerung 342
Pfettendach 185
Pilzdecke 54
Planierung 140
Platten 384
Pneulader 359
Prävention 194
Profillerung 321
Pumpensumpf 38

Q

Querwerk 213, 222

R

Randabschluss 134
Räumgut 286
Raumlaster 385



Räumungsarbeit 285
Räumungsmaschinen 290
Rettungsorganisation 203
Riegelwand 184
Rohrkapazität 250
Rottematerial 288
Rückversicherung 322
Rüfe 197, 254, 260

S

Sandsack 357
Sandsackmauer 88, 357
Sanität 111
Schadenverminderung 191
Schlammlawine 197
Schleuse 90, 99
Schlussbericht 367
Schmelzwasser 33
Schneeräumung 21
Schnurgerüst 19, 323
Schöpfloch 38
Schrauben 174
Schrott 289
Schüttgewicht 393
Schüttmaterial 289
Schüttung 140
Schutzausrüstung 295
Schutzküchen 115
Schutzraum
41, 48, 82, 95, 373
Schutzraumeingang 90
Schwebstoffe 197
Schwelle 213
Seil 345
SIA-Norm 374
Sickerschacht 38
Sickerströmung 231
Soforthilfe 194
Sperrung 222
Sperrgut 288
Spital 111
Sprengen 309, 349
Sprengimmission 350

Sprengschnur 354
Sprengstoffverbrauch 351
Staffeln 316
Stahl 376
Stahlprofil 387
Statik 373
Steinkorb 157, 227, 236
Stocktrennschnitt 302
Strahlenschutz 73
Strassenoberbau 150
Strassenprojektierung 124
Strassenunterbau 144
Stüper 56
Sturm 254, 262
Stützbauwerk 156
Stützenfundament 77

T

Teileinsturz 269
Toter Mann 344
Träger 382
Tragfähigkeit 53, 61
Trägheitsmoment 386
Traglast 57, 65
Tragschicht 150
Tragsicherheitsnachweis
373
Tragwiderstand 375
Transportkapazität 394
Transportweg 121
Treibholzräumung 214
Treppe 332
Trigonometrie 371
Trinkwasserversorgung 119
Trümmer 276
Türe 335
Typenpläne 398

U

Überlebenshilfe 195
Übersaarung 199
Überschwemmung
53, 259, 284
Ufersicherung 209, 232

Umschlaggerät 359
Unfallverhütung 20
Untergrundtragfähigkeit 145
Unterspülung 230
Unterzugsdecke 54
Unwetterkatastrophe 197

V

Verankerung 341
Verdichtung 141
Verkehrslenkung 166
Verklauung 198
Vermessung 313
Versaarung 282
Verschleisschicht 150
Verschüttung 284
Verstärkungsmassnahmen
43
Visierkreuz 19, 322

W

Waldarbeiten 293
Waldbrand 310
Walze 142
Wandöffnung 84
Wandverstärkung 48
Wasser 197
Wendepatte 128
Werkleitung 14, 20, 286
Wertstoffe 289
Widerstandsmoment 386
Wildbachsperre 213, 222
Winkel 319
Wurzelstock 356
Wurzelteller 303

Z

Zapfenverbindung 183
Zimmerbock 326
Zwischenlagerdeponie 290

