



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen



Empfehlungen zur Planung, Bemessung und Bauausführung

Dipl.-Ing. Christian Puscher, Referat Geotechnik Nord

www.baw.de



Gliederung

Einleitung

Planung

- Gründung
- Baugrube
- Setzungen
- Beeinflussung von Nachbarbauwerken
- Dichtungen
- Böschungs- und Sohlsicherungen
- Ziel der Empfehlungen für die Planung

Bemessung

- Bemessungsprofile
- Flachgründung
- Tiefgründung
- Baugrundverbesserungen
- Geländesprung
- Verankerungen
- Grundwasserverhältnisse
- Hydraulische Nachweise
- Geohydraulische Nachweise

- Böschungs- und Sohlsicherung
- Angriffsgrad
- Korrosion
- Wasserhaltung
- Seismische Gefährdung
- Verkehrsflächen
- Frost
- Ziel der Empfehlungen für die Bemessung

Bauausführung

- Gründungs- und Aushubsohle
- Entwässerung
- Frost
- Böschungs- und Sohlsicherung
- Einbringverfahren von Pfählen und Wänden
- Erschütterungen
- Erdarbeiten
- Bauzeitliche Betriebs- und Verkehrsflächen
- Ziel der Empfehlungen für die Bauausführung

Fazit



Empfehlungen zur Planung, Bemessung und Bauausführung

Hinweise auf Empfehlungen:

- DIN 4020, (HOAI 2002, §§ 91,92)
- Literatur (z.B. Grundbau-Taschenbuch), Vorlesungsskripte
- Ingenieurverstand

DEUTSCHE NORM		September 2003
Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke		DIN 4020
ICS 93.020		Ersatz für DIN 4020:1990-10
Geotechnical investigations for civil engineering purposes Reconnaissance géotechnique pour usages techniques de la construction		
Inhalt		
		Seite
Vorwort		4
1 Anwendungsbereich		4
2 Normative Verweisungen		4
3 Begriffe		7
4 Allgemeine Anforderungen		8
4.1 Notwendigkeit der geotechnischen Untersuchungen		8
4.2 Bewertung der geotechnischen Untersuchungen		9
4.3 Planung der geotechnischen Untersuchungen und Informationspflicht		9
5 Veranlassung und Ablauf der geotechnischen Untersuchungen		9
5.1 Veranlassung der geotechnischen Untersuchungen		9
5.2 Sachverständiger für Geotechnik		9
5.3 Einschaltung eines Sachverständigen für Geotechnik		10
5.4 Ablauf der geotechnischen Untersuchungen für Boden und Fels als Baugrund		10
5.4.1 Beschreibung der baulichen Anlage		10
5.4.2 Beginn und Durchführung der geotechnischen Untersuchungen		10
5.4.3 Überprüfung der Baugrundverhältnisse und des Baugrundverhaltens		10
6 Aufgabenstellungen bei geotechnischen Untersuchungen		11
6.1 Boden und Fels		11
6.2 Grundwasser		11
6.3 Gase und Schadstoffe		12
7 Art und Umfang der geotechnischen Untersuchungen		12
7.1 Einflussmerkmale		12
7.2 Geotechnische Kategorien (GK)		13
7.3 Voruntersuchung		13
7.4 Hauptuntersuchung		14
7.5 Baubegleitende Untersuchung		20
7.6 Baubegleitende Messungen		20
7.7 Überwachung von Baugrund und Bauwerk nach der Bauausführung		21
7.8 Geotechnische Untersuchungen der Grundwasserhältnisse		21
Fortsetzung Seite 2 bis 37		
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.		

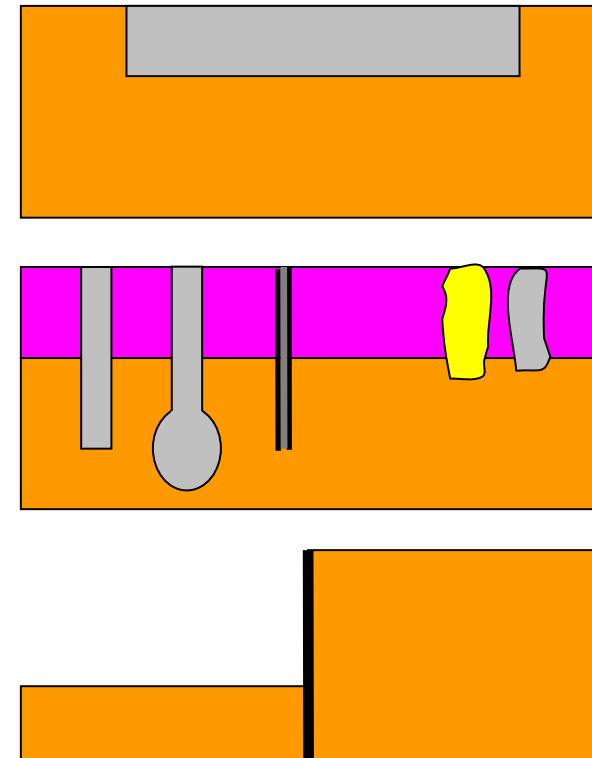
© DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.
Alleinverkauf der Normen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

Ref. Nr. DIN 4020:2003-09
Preis: 16,-
Voll-Nr. 0014

Gründung

Empfohlene Gründung mit Vor- und Nachteilen:

- Flachgründung
- Tiefgründung
- Baugrundverbesserung
- Geländesprung



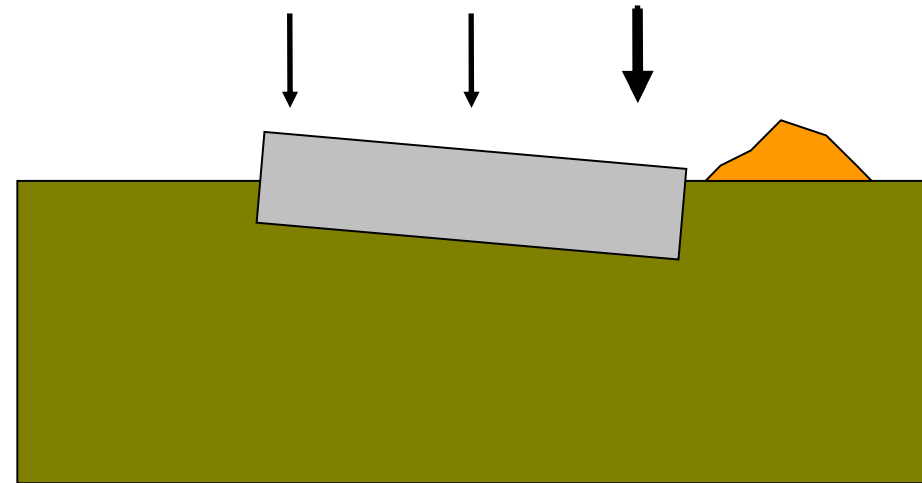
Baugrube

- Wandarten
- Verankerungen / Aussteifungen
- Sohlausbildung
- Systemdurchlässigkeit
- Zuwegung

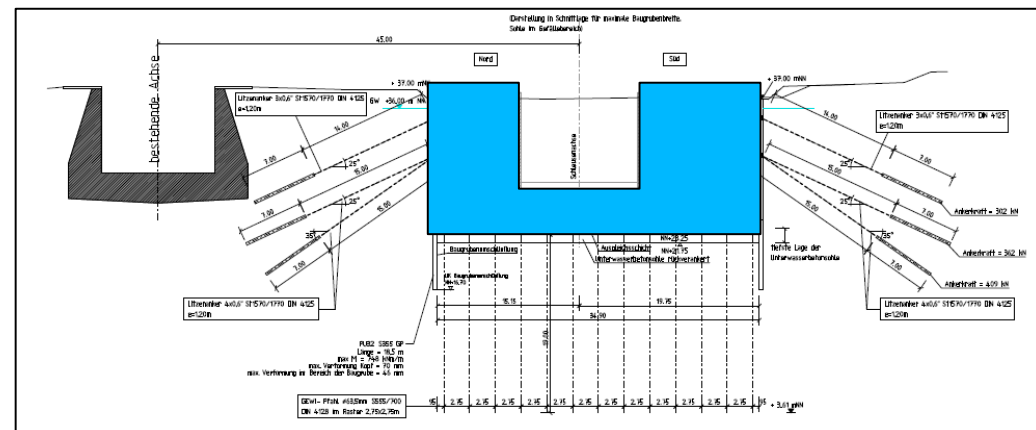


Setzungen

- Prognostizierte Setzungen
- Verträglichkeit
- Verkantung
- Konsolidation
- Einfluss von Verfüllungen / Auffüllungen



-
- An aerial photograph of a river flowing through a lush, green forested area. A dam or lock structure is visible in the center, with a blue parallelogram highlighting a section of the river just upstream from it. The surrounding landscape is densely wooded with various shades of green, and some small buildings are visible on the left bank.



Dichtungen

- vorhandenen Dichtungssituation
- Notwendigkeit
- Mögliche Schadensszenarien
- Dichtungsvarianten
(Innendichtung / Außendichtung)
- Bauweisen (z.B. Tondichtung, GTD)
- Vorzugsvariante



Böschungs- und Sohlsicherungen

- vorhandene Deckwerkssituation
- Notwendigkeit
- Ausbildung (lose / verklammert)
- Filterbauweisen



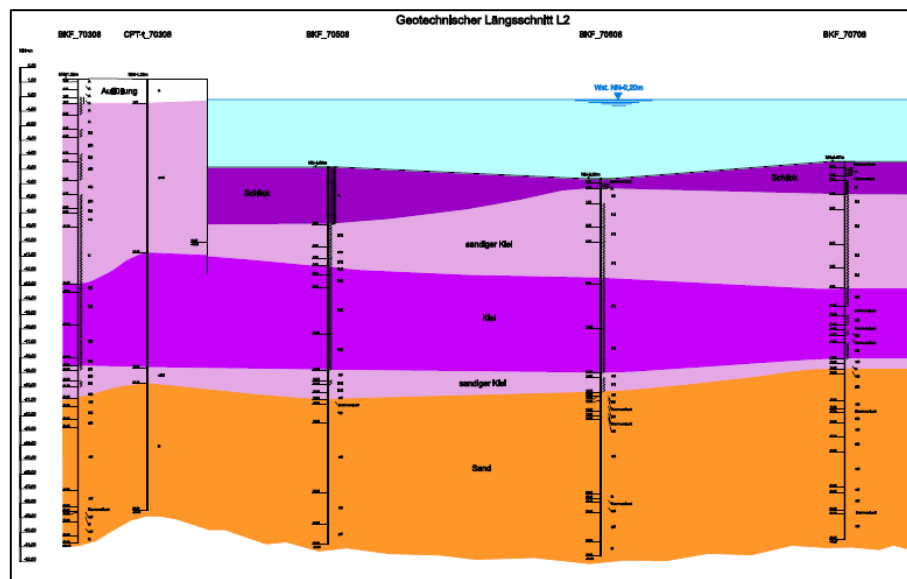
Ziel der Empfehlungen zur Planung

Entscheidungsgrundlage für

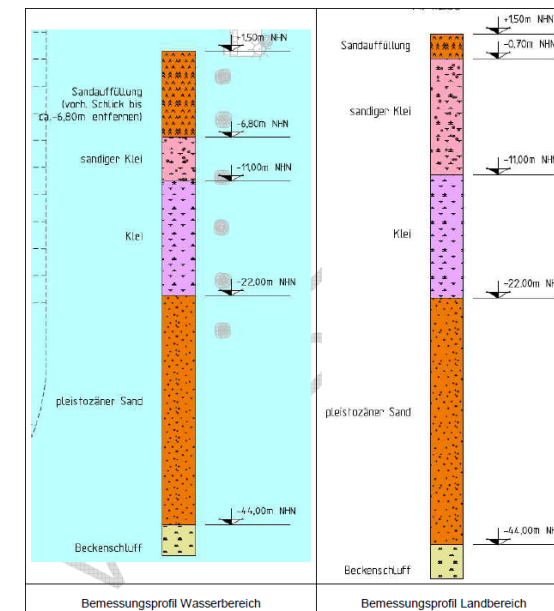
- die Bauwerksgründung
- das Abfangen eines Geländesprunges
- die Ausbildung der Baugrube
- Erfordernis Deckwerk / Dichtung

Bemessungsprofile

- Erdstatische Berechnungen
- Bemessung von Bauteilen



Profilschnitt



Bemessungsprofile

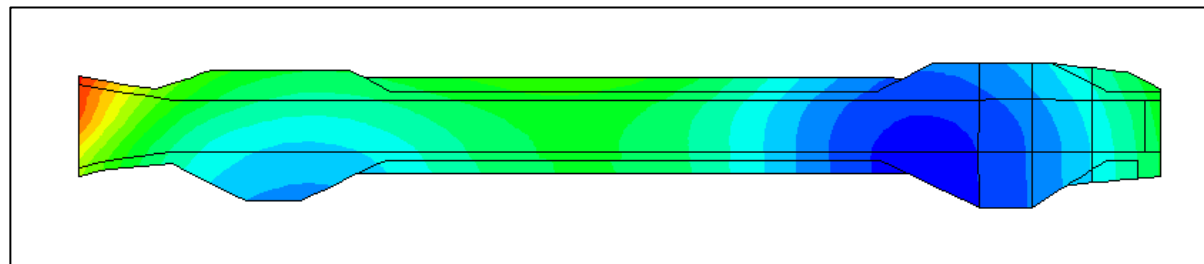
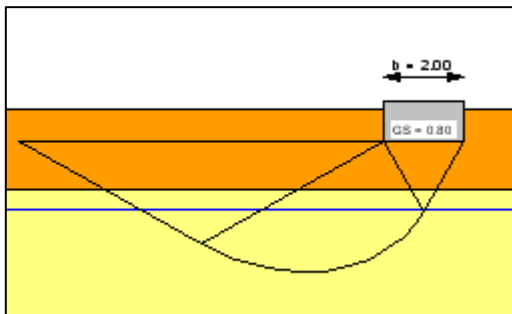
Bemessungsprofile

Bemessungsprofile können für andere Anwendungen (z.B. Erdbau) auf der unsicheren Seite liegen:

- Lösbarkeit der Böden (Festigkeit)
 - Spannbreite der Eigenschaften
 - Hindernisse in Bodenschichten
- Hinweise für die Bauausführung

Flachgründung

- Einzel- und Streifenfundamente, Fundamentplatte
- Grundbruchsicherheit, Gleiten, Kippen
- Bettung Fundamentplatten (Vorbemessung)
(Interaktion Tragwerksplaner → Iteration Bettung, keine Baugrundkenngroße)
- Setzungen (Last aus Tragwerksplanung)
- Steifezunahme mit zunehmendem Lasteintrag



Tiefgründung

Für verschiedene Tiefgründungsformen Angabe von:

- Spitzenwiderstand
- Mantelreibung
- Negativer Mantelreibung
- Seitendruck
- Horizontalem Lastabtrag
- Reduzierung der Tragfähigkeit durch Einbringverfahren und wechselnde Belastungen

Tabelle 1: Bruchwerte Pfahlsitzenwiderstand/Pfahlmantelreibung von VVB-Pfähler

Mittlerer Spitzenwiderstand der Drucksondierung q_c in MN/m ²	Pfahlsitzenwiderstand $q_{b,k}$ (bei $s/D_s = 0,1$) in MN/m ²	Pfahlmantelreibung in MN/m ²
7,5	2,5	0,075

Tabelle 6: Bruchwerte der charakteristischen Pfahlmantelreibung und charakteristischer Pfahlsitzenwiderstand für Pfähle in den unteren Sanden

Pfahltyp	Pfahlmantelreibung $q_{s1,k}$ in kN/m ²	Pfahlsitzenwiderstand $q_{b,k}$ in kN/m ²
Verpresste Mikropfähle	240	-
Franki-Pfähle	125	Nach EA-Pfähle, Bild 5.5 für $q_c = 20$ MN/m ²

Tiefgründung

- Für Kleinverpresspfähle: Knicknachweis in breiigen Böden
- Absetztiefe der Pfähle (Bodenschicht)
- Notwendigkeit und Ablauf von Probelastungen
- Herstellungsgrenzen von Pfahlsystemen



Baugrundverbesserungen

Angabe für verschiedene Arten:

- Tragfähigkeiten z.B. für Säulen
- Verbesserung des Baugrundes
„Mischwert“ für verbesserte Baugrundpakete (z.B. Einfräsen)
- Absetztiefe der Säulen (Bodenschicht)



Geländesprung

Bei Böschungen: Sicherheit gegen Geländebruch für alle Lastfälle nach MSD

Bei Wänden:

- Erddruckansatz
- Mantelreibung
- Pos. und neg. Erddruckneigungswinkel
- Aufnehmbarer Spitzendruck am Wandfuß
- Reduzierung der Tragfähigkeit durch Einbringverfahren (z.B. Einspülhilfen, Rütteln)



Verankerungen

Angabe von:

- Einsetzbaren Ankersystemen
- Ankertragfähigkeiten in den jeweiligen Bodenschichten
- Hinweise auf die Durchführung von Prüfungen bzw. Probebelastungen
- Abstände zu Bauwerken und Bauteilen
- Durchbiegung infolge Setzungen aus zusätzlichen Auflasten



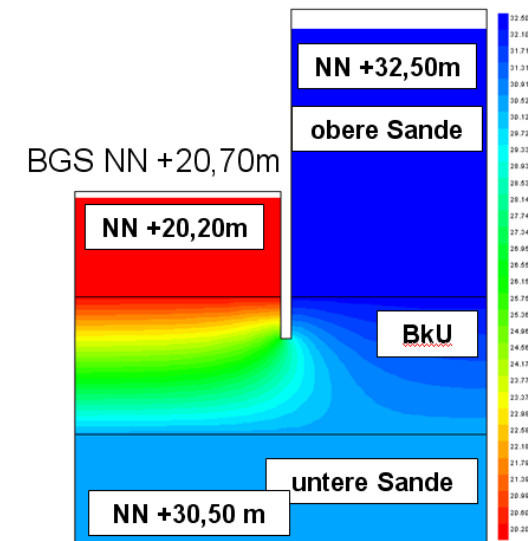
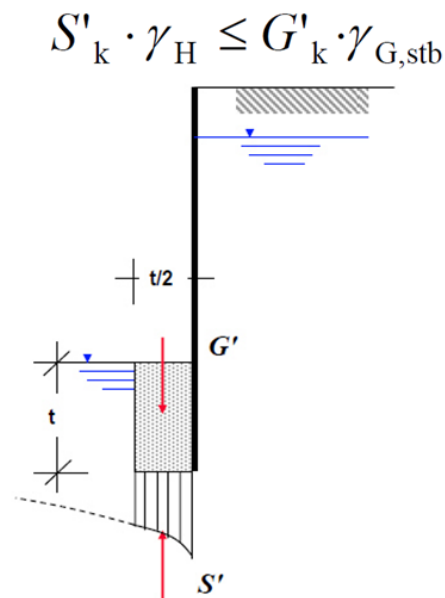
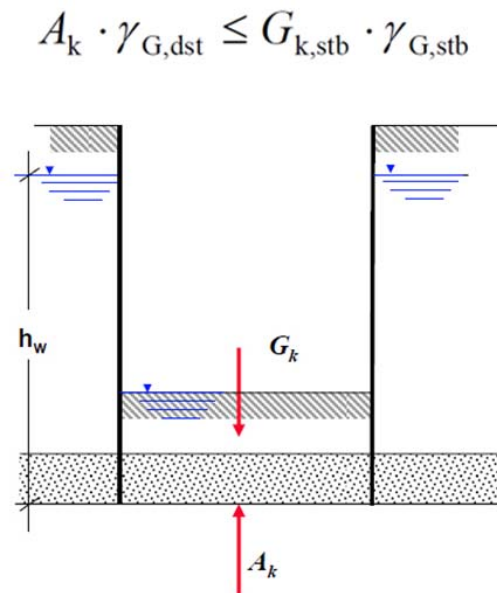
Grundwasserverhältnisse

- Obere und untere Grundwasserstände als Bemessungswasserstände für die Lastfälle 1 bis 3
 - ständige Bemessungssituation
 - vorübergehende Bemessungssituation
 - außergewöhnliche Bemessungssituation
- Maßgebenden instationäre Verhältnisse (z.B. hohe GW-Stände nach schnell ablaufendem Hochwasser)
- Hinweise auf geohydraulisches Gutachten (z.B. Referat G3, BAW)



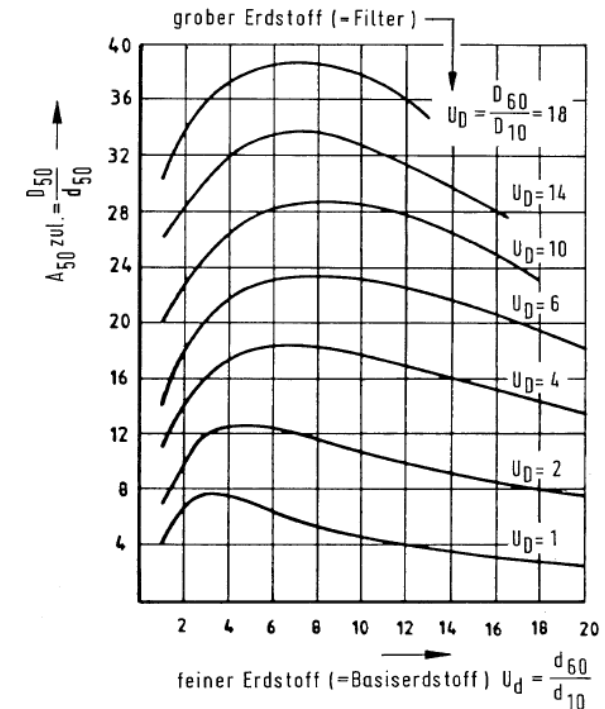
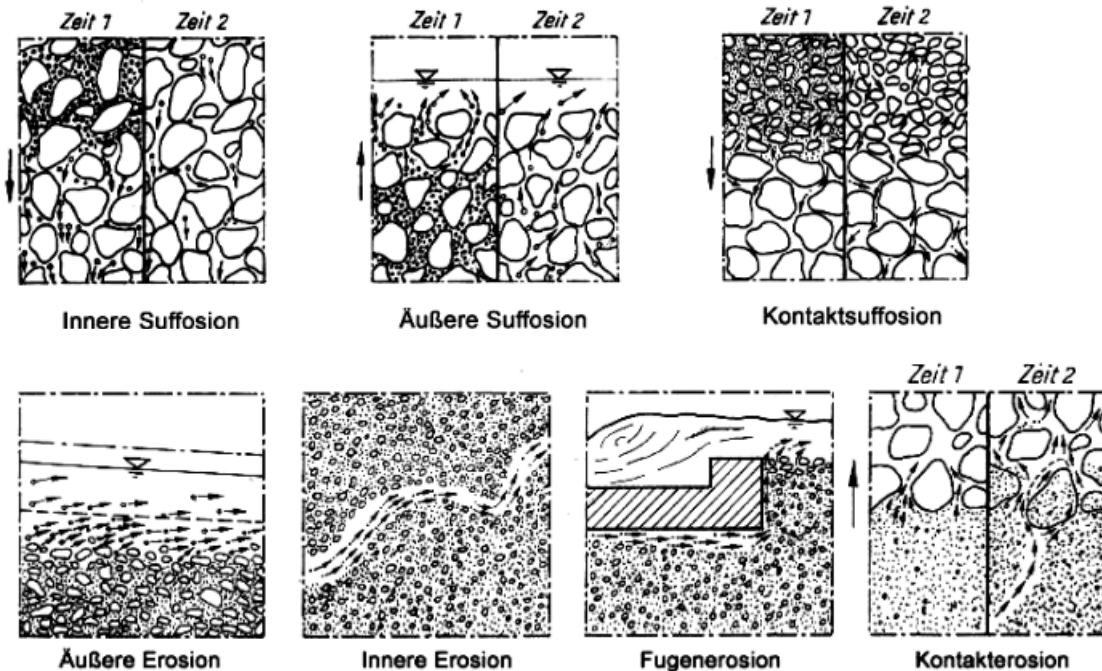
Hydraulische Nachweise

- Sicherheit gegen Aufschwimmen
- Hydraulischer Grundbruch



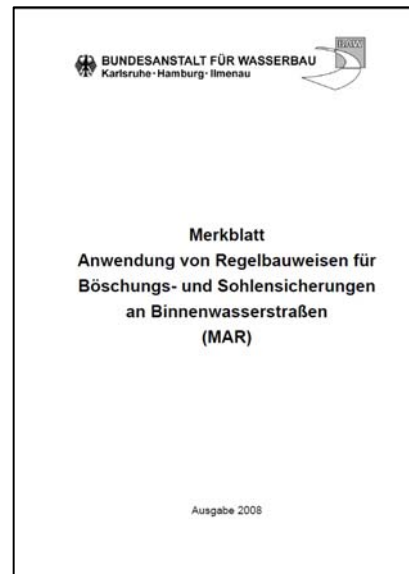
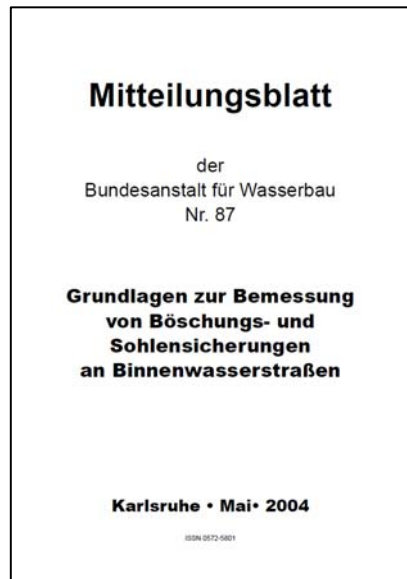
Geohydraulische Nachweise

- Sicherheit gegen Materialtransport (Suffosion, Erosion)



Böschungs- und Sohlsicherung

- Hydraulische Bemessungsgrößen
- Bemessung (GBBSoft) (MAR/GBB)
- Angabe von char. Werten für Standsicherheitsberechnungen (Wasserbausteine), geotechnische Bemessungsgrößen aus vorh. Angaben



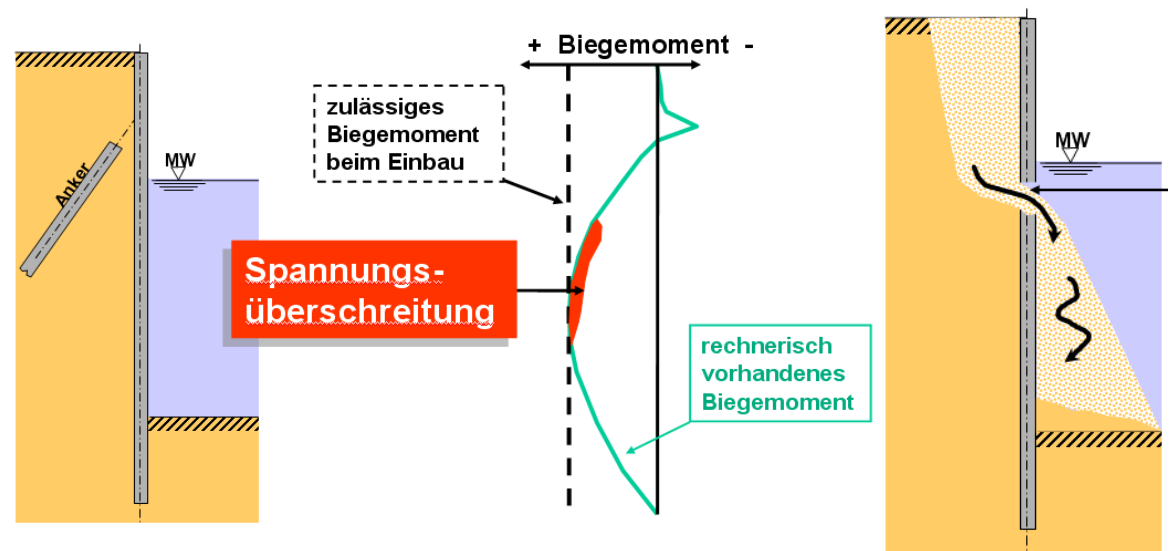
Angriffsgrad

- Angriffsgrad von Wässern und Boden auf Beton (Laboruntersuchung)



Korrosion

- Korrosion von Stahl (Unterwasserbereich + Grenze Wasser/Luft)
- Zeiträumen für Durchrostungen / mittlere + maximale Abrostungsraten insb. für Spundwandbauwerke
- Mittlere Abrostungsrate → Spannungsnachweise
- Maximale Abrostungsrate → Gebrauchstauglichkeit von Verkehrsflächen (Lochbildung)



Wasserhaltung

- Varianten der Wasserhaltung (→ Planung)
- Bemessung von Wasserhaltungen:
 - Berechnung der Wassermengen
(Berücksichtigung der hor. +
vert. Durchlässigkeiten)
 - Dimensionierung von Dräns und Filtern
 - Reduzierung durch wasserhemmende Umschließungen
 - Hinweis auf Untersuchungsprogramm für die Einleitung



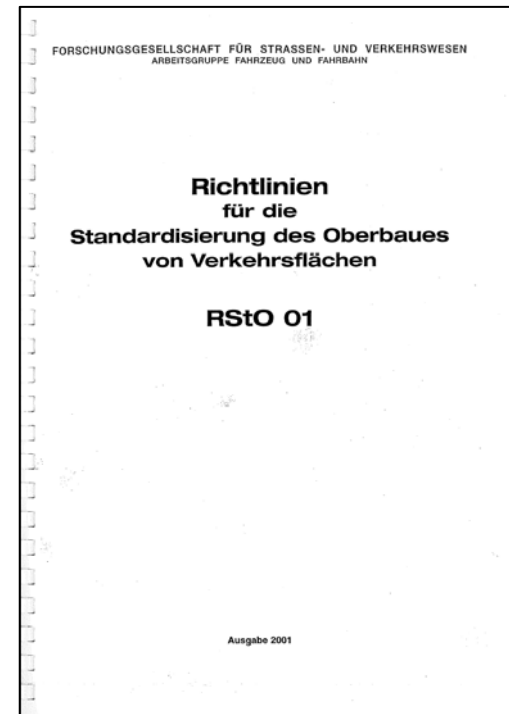
Seismische Gefährdung

- Erdbebenzone
- Geologischen Untergrundklasse
- Baugrundklasse
- Sonstige dynamische Einflüsse auf die Gründung? (z.B. infolge Bergbau, Maschineneinwirkung)



Verkehrsflächen

- Rückkopplung Bauherr → Verkehrsbelastung → Bauklasse
- Aufbau von Verkehrsflächen (RStO / Entwurfsrichtlinien von Ländern und Städten) mit Verdichtungsanforderungen (→ Bauausführung)
- Hinweise auf ZTVE-StB und ZTVT-StB



Frost

- Beeinflussung durch Frost
- Schutzmaßnahmen (z.B. Entwässerung, Art der Überdeckung, Frostschrüzen)



Ziel der Empfehlungen zur Bemessung

- Geotechnische Angaben zur Bemessung
- Hinweise zur konstruktiven Durchbildung von Bauteilen
- Prognose zum Aufwand von Wasserhaltungen

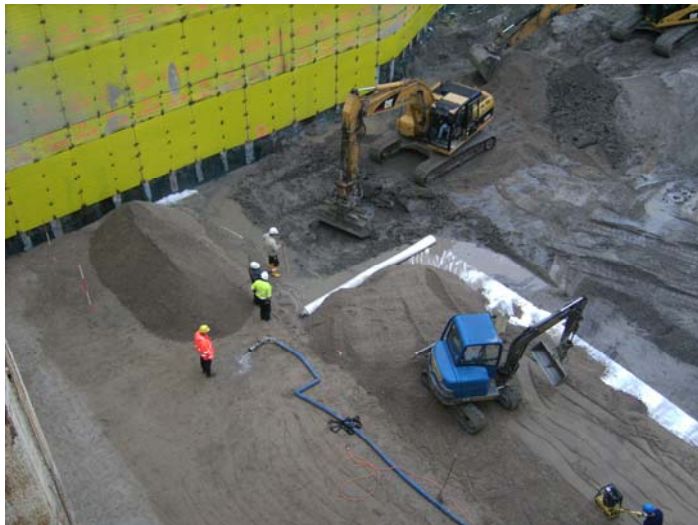
Gründungs- und Aushubsohle

- Abnahme durch geotechnischen Sachverständigen
- Angaben zu Austausch-tiefen/-kriterien
- Vorgehensweise beim Aushub → Erdbau
- Schutz der Aushubsohle vor Witterungs- und Baustelleneinflüssen (Frost, Wasser + Befahrung) durch z.B. Unterbeton, Filterschicht



Entwässerung

- Anordnung Pumpensümpfe, Dränstränge ...
- Einbringung Filter (Befahrbarkeit? / Kran für Filterkies/Dränbeton?)
- Anordnung Auflastfilter
- Ableiten in Vorflut (Hinweis auf Untersuchung des Einleitwassers)
- Möglichkeiten zur Versickerung



Frost

- Beeinflussung der Erdarbeiten durch Frost
- Schutzmaßnahmen (Abdecken der Aushubsohle, Dämmung, Beheizung von Wasserhaltungen)
- Umgang mit gefrorenen Böden



Böschungs- und Sohlsicherung

- Einbringverfahren (zeitnahes Einbringen wg. Verschlickungs- und Erosionsgefahr, Strömungseinfluss)
- Kontrolle Filter + Deckschicht



Einbringverfahren von Pfählen und Wänden

- Bohren, Rammen (schnell/langsam schlagend), Rütteln/Vibrieren, Einpressen
- Vermeidung von Einspülungen in das Bohrrohr
- Erschwernisse durch Altfundamente, Schutt oder Gerölllagen
- Hinweise zur Hindernisbeseitigung (z.B. Vorbohren, Versetzen)
- „Instabile Böden“ für Schneckenbohrungen
- Einstellen von Verbauträgern in verrohrte Bohrlöcher zur Vermeidung von Rammerschütterungen, Einspannbereich vermörteln

Erschütterungen

- Auswirkungen auf erschütterungsempfindliche Bausubstanz
- Angaben zu Mindestabständen in Abhängigkeit von Bodenart und Einbringverfahren

→ Referat Baugrunddynamik (BD)



Erdarbeiten

- Bodenauffüllungen → Vorschriften der WSV beachten z.B. ZTV-W 205
- Kenngrößen für verdichtete Auffüllungsböden (→ Bemessung)
- Wiederverwendung des Aushubmaterials
(Separierbarkeit, Verdichtungsfähigkeit, Wasserzutritt)
für höherwertige Anforderungen (Frostbeständigkeit, Durchlässigkeit)
→ Eignungsprüfungen
- Schadstoffe → BfG
- Herstellung von Straßen und Flächen/Filtern
 - Hinweise auf Prüfverfahren
 - Angabe von einzuhaltenden Prüfwerten
für die Verdichtungskontrolle



Erdarbeiten

- Angaben zu Unterfangungen (DIN 4123)
- Böschungen für Baubehelfe und Gräben (DIN 4124)
- Maßnahmen gegen Erosion, Austrocknung und austretendem Wasser aus Böschungen
- Sicherung von vorhandenen Leitungen (auch im Seitenbereich)
- Abbruch von Bestandsgründungen (Bauteile/-stoffe noch tragfähig?)
- Verfüllung von alter Bausubstanz
- Verdämmen von Brunnen und Dräns
- Erfordernis von Schadstoffuntersuchungen bzw. Bestimmung von LAGA-Zuordnungsklassen (BfG)

Bauzeitliche Betriebs- und Verkehrsflächen

- Standorte für schweres Gerät
- Standsicherheiten für Geräte, z.B. temporäre Krangründungen
- Ausführungen von Verkehrsflächen (Baustraßen) auch im Hinblick auf Rückbaubarkeit oder Weiterverwendung
- Schottertragschicht, Geotextil/Geogitter, Baggermatratzen



Ziel der Empfehlungen zur Bauausführung

- Der Auftraggeber erhält Hinweise auf zu erwartende Herausforderungen während der Bauausführung
 - Der Auftragnehmer kann die Vorgehensweise bestimmter Bauphasen zutreffender kalkulieren
 - Berücksichtigung in den Ausschreibungen
- Reduzierung von Konfliktpotenzial auf der Baustelle

Empfehlungen im Rahmen eines Baugrundgutachtens

- Grundlage für Planung und Bemessung des Bauwerkes
- Hinweise für die Bauausführung
- Aufwand für die geotechnische Beratungsleistung berücksichtigen

Vielen Dank
für die Aufmerksamkeit!

