

## Die Einführung des EC 7, Teil 1 ÖNORM EN 1997-1 ÖNORM B 1997-1-1

VERANKERUNGEN

K. Breit, L. Martak, M. Suppan

2009-06-04

## Verankerungen

**Verankerungen von**

**Bauwerkswänden,**

**Bauwerkssohlen,**

**Böschungen,**

**Zuggliedern, etc.**



## Verankerungen

### Um das gängige Sicherheitsniveau nicht zu unterschreiten werden

- geeignete Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen  $\gamma_E$  (Beanspruchungen  $\gamma_G, \gamma_Q$ ) und Widerstände  $\gamma_R$  ( $\gamma_a$ )
- Einwirkungen (Beanspruchungen) in Abhängigkeit der Bemessungssituationen BS1, BS2 und BS3 definiert
- Widerstände in Abhängigkeit der Schadensfolgeklassen CC1, CC2 und CC3 festgelegt
- Anpassungswerte  $\eta$  (Abhängig von Schadensfolgeklassen CC1 bis CC3) siehe Tabelle 12 des NAD als Faktor des Bemessungswertes des Materialwiderstandes des Zuggliedes eingeführt

3

## Verankerungen

derzeit gültig:

- ÖNORM EN 1537 Verpressanker

oft verwendet:

- ÖNORM B 4455 „Vorgespannte Anker für Festgestein und Lockergestein“

neu:

- ÖNORM EN 1997-1 und ÖNORM B 1997-1-1

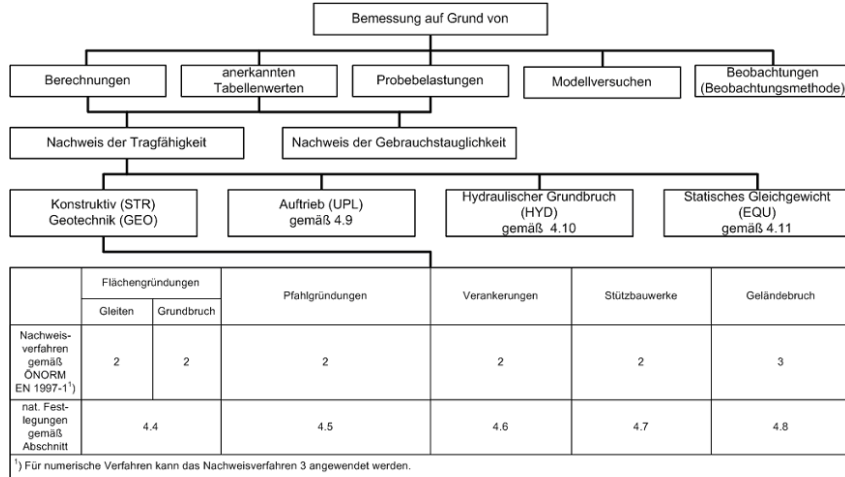
zusätzlich:

- ÖNORM prEN ISO 22477-5 „Geotechnische Erkundungen- Prüfungen von Geotechnischen Bauwerken und Bauwerksteilen- Teil 5: Ankerprüfungen“

4

# Verankerungen

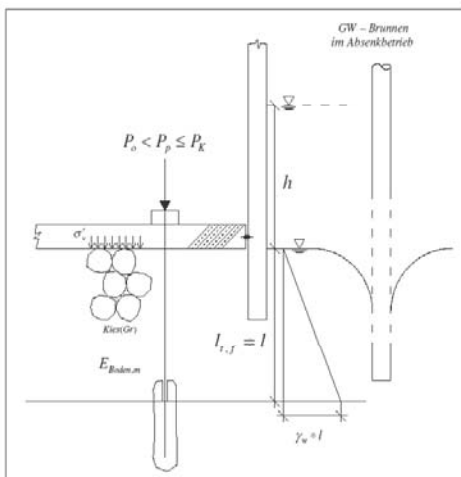
## Nachweisführung der Grenzzustände GEO und STR gemäß ÖNORM B 1997-1-1:2007



5

# Verankerungen

## Prinzip der totalen und effektiven Spannungen

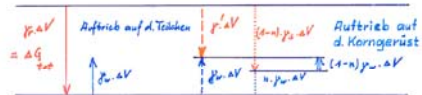


totale Spannungen = effektive Spannungen + Porenwasserdruck

$$\sigma_{\text{tot}} = \gamma_s \cdot z = \gamma' \cdot z + \gamma_w \cdot z$$

$$\gamma' \cdot z = (1 - u) \gamma_s \cdot z + \gamma_w \cdot z$$

Kräfte, die in der Tiefe z auf das Bodenteilchen wirksam sind

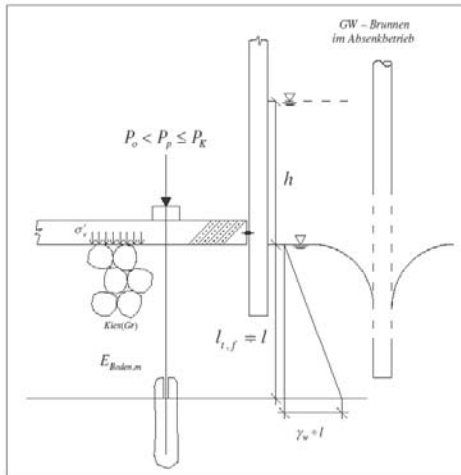


- $\gamma_s$  Wichte des wassergesättigten Bodens
- $\gamma'$  Wichte des Bodens unter Auftrieb
- $\gamma_w$  Wichte des Wassers

$\gamma_s$  Wichte der Feststoffmasse

6

## Verankerungen



### Lastfall 1

$$\sigma_{vtotal} = \sigma'_{eff} + p_w$$

$$\sigma_{vtotalLT1} = \sigma_{Beton} + \Sigma P_o + O$$

7

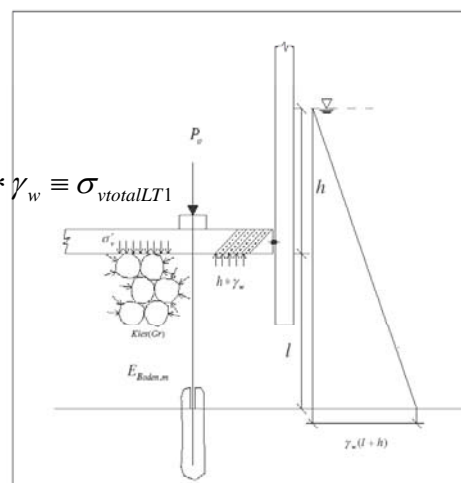
## Verankerungen

### Lastfall 2

$$\sigma_{vtotal} = \sigma'_{eff} + p_w$$

$$\sigma_{vtotalLT2} = (\sigma_{Beton} + \Sigma P_o - h * \gamma_w) + h * \gamma_w \equiv \sigma_{vtotalLT1}$$

Die Festlegekraft  $P_o$  ändert sich nicht, solange der Auftrieb NICHT die Größe von  $h * \gamma_w$  überschreitet



8

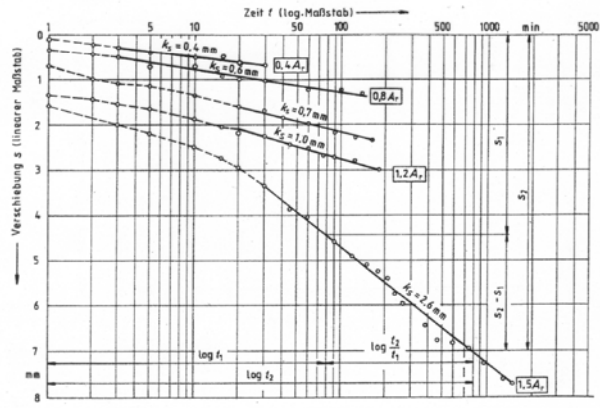
# Verankerungen

## 2.9 Kriechmaß

Das Kriechmaß  $k_s$  ist eine von der Ankerbauart, der Ankerlast, den Bodenverhältnissen und der Herstellung des Ankers abhängige Größe. Sie gibt die Neigung der im halblogarithmischen Maßstab aufgetragenen Funktion  $s = f(t)$  an (siehe Bild 2) und beträgt:

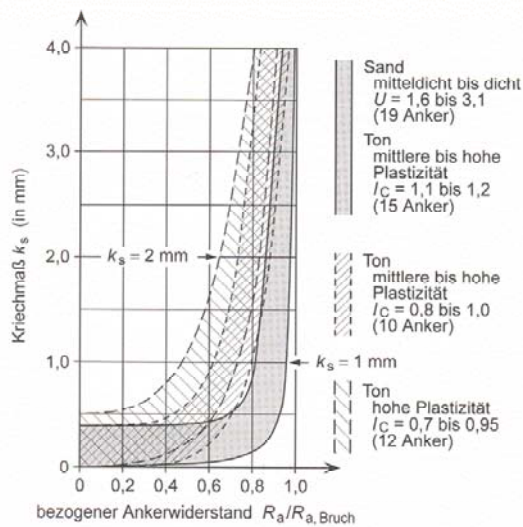
$$k_s = \frac{s_2 - s_1}{\lg t_2 / t_1}$$

**Bild 2 der ÖNORM B 4455**  
**Ausgabe August 1992**



Beispiel für die Ermittlung des Kriechmaßes bei feinkörnigem Lockergestein

# Verankerungen



Ostermayer, H.:  
 1974:  
 Conference on  
 Diaphragm Walls  
 and Anchorages,  
 London

# Verankerungen

- **ÖNORM B 4455, Ausgabe August 1992**  
**bodenphysikalische Randbedingungen**  
Richtlinien für den Entwurf, Punkt 6.8  
der Einbau von Dauerankern ohne besondere Maßnahmen ist nicht gestattet

(1) wenn bestimmte Bodenverhältnisse im Bereich des Verpresskörpers vorliegen:

- organische Böden
- bindige (feinstkörnige) Böden mit einer Konsistenzzahl  $I_c < 0.90$
- bindige (feinstkörnige) Böden mit einer Fliesgrenze  $w_l > 50\%$  und
- lockere Sande (mit einer auf den Porenanteil bezogenen Lagerungsdichte  $D < 0.30$ )

(2) wenn Wasser (Grundwasser) oder Böden anstehen, die Beton „stark“ oder „sehr

stark“ angreifen (siehe ÖNORM EN 1008)

11

# Verankerungen

**Vornorm zum Eurocode 7/1, die ENV 1997-1:1996**  
**Abschnitt 8.8.3 „Konstruktive Gesichtspunkte“,**

(3) die folgenden Kriterien werden als Richtwerte angesehen, bei deren Überschreitung besondere Vorkehrungen gegen **Wasseraggressivität** am Beton und am erhärtenden Zementmörtel notwendig sind:

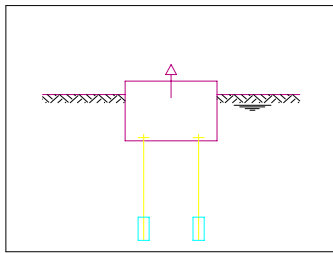
pH-Wert	weniger als 5.5
Kohlensäure CO <sub>2</sub>	mehr als 40 mg/l
Ammonium NH <sub>4</sub>	mehr als 30 mg/l
Magnesium	mehr als 1000 mg/l
Sulphat SO <sub>4</sub>	mehr als 200 mg/l
Härte (dH)	weniger als 30 mg CaO/l

12

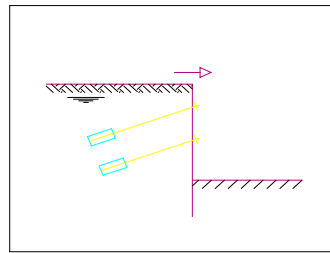
# Verankerungen

ÖNORM EN 1537:2000-09-01; Abschnitt D Bemessung von Verpresskörpern (informativ)  
D.5.1 Ankerbeiwert  $\gamma_q$ :  $0,8 \leq \gamma_q \leq 1,1$

Beanspruchung des Untergrundes  
vorwiegend in Ankerachse



Ankersicherung:  
die Anker sind durch  
Zug beansprucht



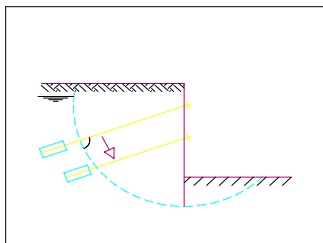
Erd- und Wasserdruck:  
Anker sind vorwiegend durch  
Zug beansprucht

13

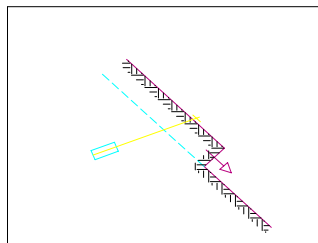
# Verankerungen

ÖNORM EN 1537:2000-09-01; Abschnitt D Bemessung von Verpresskörpern (informativ)  
D.5.1 Ankerbeiwert  $\gamma_q$ :  $0,8 \leq \gamma_q \leq 1,1$

Untergrund wird in Ankerachse  
und seitlich dazu beansprucht



Geländebruch:  
die Verschiebung erfolgt  $\pm$   
rechtwinkelig zur Ankerachse



Hang-/Felsicherung:  
die Verschiebung erfolgt sehr schief  
zur Ankerachse

14

## Verankerungen



15

## Verankerungen

Bemessung nach B 1997-1-1, EN 1997-1

- Verfahren 2 gemäß ÖNORM EN 1997-1:2006
- Bemessungssituationen : BS1, BS2, BS3
  - » **BS1** : alle Einwirkungen aus normalem Betrieb, ständige Lasten, regelm. NL + Verkehrslasten, also Schnee, Grundwasser, Wind
  - » **BS2** : zeitl. begrenzte Zustände, z.B. Bauzustände
  - » **BS3** : Außergewöhnliche Situationen  
Brand, Explosion, Erdbeben etc.

16



# Verankerungen

Bemessung nach B 1997-1-1, EN 1997-1

- Schadensfolgeklasse CC1, CC2, CC3
  - » **CC1** : keine Gefährdung für Mensch, geringe Folgen  
Gebäude untergeord. Bedeutung
  - » **CC2** : Gefährdung von Menschenleben,  
Hangsicherungen im Verkehrswegebau
  - » **CC3** : Gefährdung vieler Menschen  
Staudämme, Infrastruktur hoher Bedeutung

17

# Verankerungen

## Teilsicherheitsbeiwerte für Beanspruchungen ( $\gamma_E$ )

Beanspruchung		Symbol	Wert		
			BS 1	BS 2	BS 3
ständig	ungünstig	$\gamma_G$	1,35	1,20	1,00
	günstig	$\gamma_G$	1,00	1,00	1,00
veränderlich	ungünstig	$\gamma_Q$	1,50	1,30	1,00
	günstig	$\gamma_Q$	0	0	0

## Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände vorgespannter Anker gegen Herausziehen für alle Bemessungssituationen ( $\gamma_R$ )

Widerstand	Symbol	Wert		
		CC 1	CC 2	CC 3
Kurzzeitanker	$\gamma_{a,t}$	1,05	1,25	1,40
Daueranker	$\gamma_{a,p}$	1,05	1,25	1,40

18

## Modellfaktor $\eta$

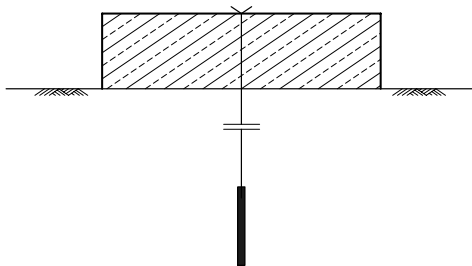
Modellfaktor	Symbol	Wert		
		CC 1	CC 2	CC 3
Kurzzeitanker	$\eta$	1,00	1,10	1,20
Daueranker	$\eta$	1,00	1,10	1,20

## - Erforderliche Nachweise

- Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit
- Nachweis für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

## Verankerungen

- STR: Inneres Versagen oder große Verformungen von Bauteilen, wobei die Festigkeiten der Baustoffe für den Widerstand entscheidend sind
- GEO: Versagen oder große Verformungen des Baugrunds, wobei dessen Festigkeit für den Widerstand entscheidend ist



### Nachweisverfahren 2

#### Nachweis

$$E_d \leq R_d$$

mit

$$E_d = \gamma_E \cdot E \{F_{rep}; X_k; a_d\}$$

$$R_d = R \{F_{rep}; X_k; a_d\} / \gamma_R$$

21

## Verankerungen

### – Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit

1. Errechnung des Bemessungswertes der Ankerkraft
2. Dimensionierung des Verpresskörpers
3. Dimensionierung des Stahlzugliedes

22

## - Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit

### 1. Errechnung des Bemessungswertes der Ankerkraft $P_d$

$P_d$  wird unter Verwendung der Teilsicherheitsbeiwerte und Variation der Bemessungssituationen ermittelt

Maßgebend ist jene Kombination, die ein maximales  $P_d = f(\text{BS1,BS2,BS3})$  ergibt

Zusätzlich ist aus dem statischen Modell die minimal erforderliche freie Stahllänge zu ermitteln

→  $P_d, l_{tf}$

23

### 2. Dimensionierung des Verpresskörpers

$$P_d \leq R_{a,d}$$

$$P_d = P_k \cdot \gamma_E$$

$$R_{a,d} = \frac{R_{a,k}}{\gamma_a}$$

$P_k$  charakteristischer Wert der Ankerbelastung

$P_d$  Bemessungswert der Ankerbelastung

$R_{a,k}$  charakteristischer Herauszieh-Widerstand

$R_{a,d}$  Bemessungswert des Herauszieh-Widerstandes

$\gamma_E$  Teilsicherheitsbeiwert für Beanspruchungen

$\gamma_a$  Teilsicherheitsbeiwert für Widerstände vorgespannter Anker gegen Herausziehen

→  $R_{a,d} \rightarrow L_{\text{Fixed}}$  kann gewählt werden

24

## 3. Dimensionierung des Stahlzugliedes

$$R_{a,d} \leq R_{t,d} \quad (\text{ÖNORM EN 1997-1, Gl. 8.3})$$

$$P_d \leq R_{a,d} \leq R_{t,d}$$

$$R_{t,d} = f_{pd} \cdot A_{a,erf} \cdot (1/\eta)$$

$$f_{pd} = f_{p0,1k} / \gamma_s$$

$A_{a,erf}$	erforderliche Querschnittsfläche des Ankerzugliedes
$f_{pd}$	Bemessungswert der Stahlspannung
$f_{p0,1k}$	Spannung bei 0,1%-Dehngrenze des Stahlzugliedes
$\gamma_s$	Teilsicherheitsbeiwert des Stahlzugliedes ( $\gamma_s=1,15$ gemäß ÖNORM B 1992-1-1)
$\eta$	Faktor in Abhängigkeit von den Schadensfolgeklassen

25

## - Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

- Die Gebrauchstauglichkeit eines **JEDEN** Ankers ist zumindest mit der Abnahmeprüfung nachzuweisen.
- Prüfkräfte entsprechend Kapitel 4.6.1 ÖNORM B 1997-1-1:2007, die Durchführung der Prüfung selbst erfolgt gemäß ÖNORM EN 1537.

26

- Prinzipiell **3 Arten** von Ankerprüfungen
  - Untersuchungsprüfungen
  - Eignungsprüfungen
  - Abnahmeprüfungen

- Untersuchungsprüfungen
  - Nur bei ausgewählten Bauprojekten
  - Als Ergebnis erhält man den maximalen Herauszieh-Widerstand
  - Nachteil : Anker können nicht als Bauwerksanker verwendet werden und großer Zeitbedarf

- **Eignungsprüfung**

- In Österreich gängige Praxis, die für die statischen Berechnungen zu Grunde gelegten Annahmen hinsichtlich des Herausziehwiderstandes mittels Eignungsprüfung zu überprüfen.
- Anzahl : 3 Anker pro Baustelle
- Prüfkraft 

BS1, BS2	$P_p = 1,25 P_k$
BS3	$P_p = 0.90 P_d$
- Durchführung und Prüfintervalle gemäß ÖNORM EN 1537

29

- **Nachweis der Gebrauchstauglichkeit**

- **Abnahmenprüfung**

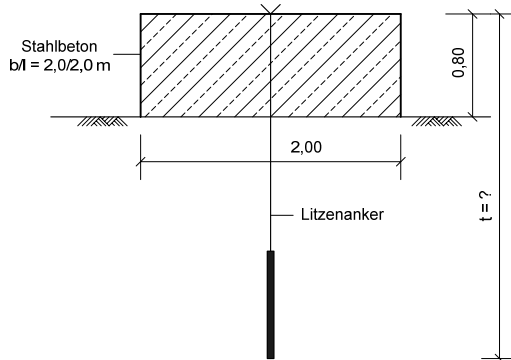
- An **JEDEM** Anker
- Prüfkräfte analog Eignungsprüfungen

BS1, BS2	$P_p = 1,25 P_k$
BS3	$P_p = 0.90 P_d$

- Durchführung und Prüfintervalle gemäß ÖNORM EN 1537

30

## Beispiel 1



Schadensfolgeklasse CC 2

**Bodenart:**  
schluffiger Sand, dicht gelagert

Ankerbelastung	Bemessungssituation 1 (ständige BS)	Bemessungssituation 2 (vorübergehende BS)
Ständige Ankerbelastung $P_{G,k}$ [kN]	300	300
Veränderliche Ankerbelastung $P_{Q,k}$ [kN]		100

31

## Gesucht ?

1. Ermittlung des Bemessungswertes der Ankerbelastung  $P_d$
2. Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit
  - Dimensionierung des Verpresskörpers
  - Dimensionierung des Stahlzugliedes
3. Ermittlung der Prüfkraft  $P_p$  für die Eignungs- und Abnahmeprüfung
4. Nachweis für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

32



## Bemessungswert der Ankerbelastung $P_d$

### Bemessungssituation 1

Teilsicherheitsbeiwerte für Beanspruchungen ( $\gamma_E$ ): ÖNORM B 1997-1-1, Tabelle 9  
 ständig ungünstig: BS 1  $\gamma_G = 1,35$

$$P_d = P_{G,k} \cdot \gamma_G$$

$$P_d = 300 \cdot 1,35 = 405,00 \text{ kN}$$

### Bemessungssituation 2

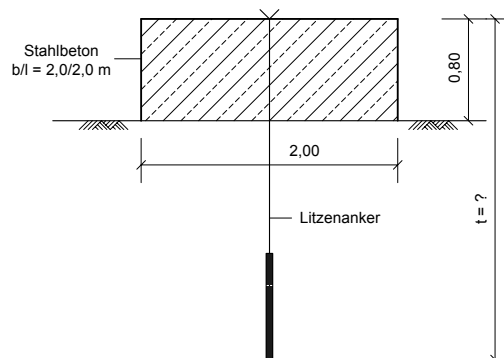
Teilsicherheitsbeiwerte für Beanspruchungen ( $\gamma_E$ ): ÖNORM B 1997-1-1, Tabelle 9  
 ständig ungünstig: BS 2  $\gamma_G = 1,20$   
 veränderlich ungünstig: BS 2  $\gamma_Q = 1,30$

$$P_d = P_{G,k} \cdot \gamma_G + P_{Q,k} \cdot \gamma_Q$$

$$P_d = 300 \cdot 1,20 + 100 \cdot 1,30 = 490,00 \text{ kN}$$

33

## Grenzzustand der Tragfähigkeit – Dimensionierung des Verpresskörpers



$$t = L_{\text{Free}} + L_{\text{Fixed}}$$

$$L_{\text{Free}} = 0,80 + 4,00 = 4,80 \text{ m}$$

$L_{\text{Free}}$  freie Ankerlänge  
 $L_{\text{Fixed}}$  Krafteintragungslänge

34

## Grenzzustand der Tragfähigkeit – Dimensionierung des Verpresskörpers

Bemessungswert des Herauszieh-Widerstandes:

$$P_d \leq R_{a;d} \quad (\text{ÖNORM EN 1997-1, Gl. 8.1})$$

$$R_{a;d} = \frac{R_{a;k}}{\gamma_a}$$

$$P_d \leq \frac{R_{a;k}}{\gamma_a} \quad (\text{ÖNORM EN 1997-1, Gl. 8.2})$$

Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände vorgespannter Anker gegen Herausziehen ( $\gamma_R$ ) für alle Bemessungssituationen:

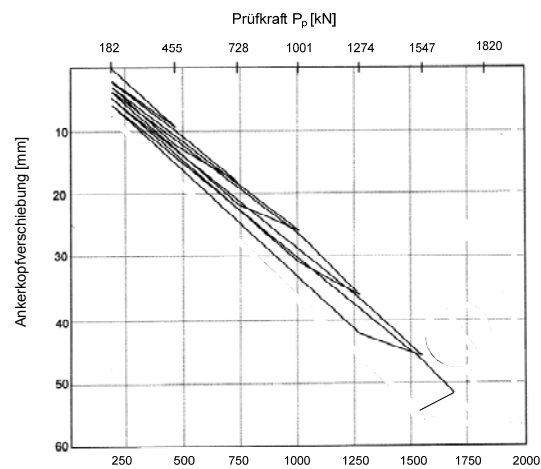
Tabelle 11, ÖNORM B 1997-1-1: Daueranker, CC 2:  $\gamma_a = 1,25$

$$490 \text{ kN} \leq \frac{R_{a;k}}{1,25} \rightarrow R_{a;k} \geq 612,50 \text{ kN}$$

35

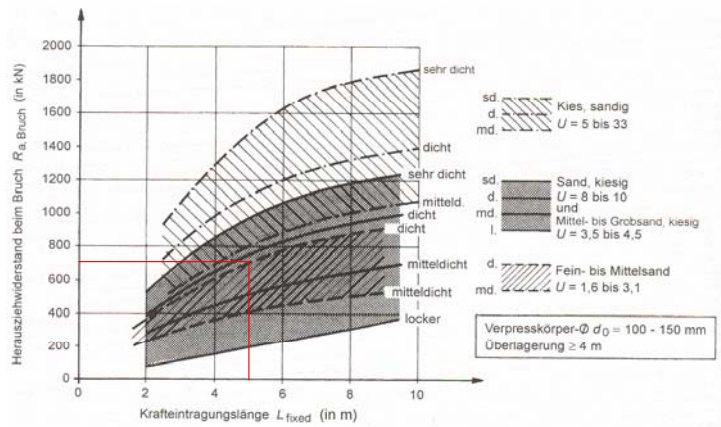
## Herauszieh-Widerstand (Untersuchungsprüfung)

Gemessene Kraft-Verschiebungslinien aus der Untersuchungsprüfung



36

## Herauszieh-Widerstand (Ostermayer)



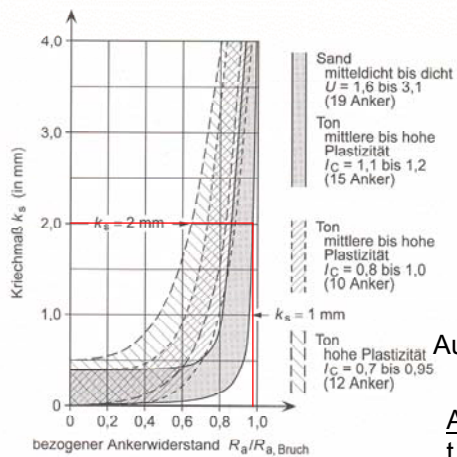
$R_{a,k} = 700 \text{ kN (Bruch)}$

**Bodenart:**  
schluffiger Sand, dicht gelagert

37

## Herauszieh-Widerstand

Definition Bruch: Kriechmaß 2 mm (ÖNORM EN 1537)



$$R_{a;k} = 0,97 \cdot 700 = 679,00 \text{ kN}$$

$$R_{a;d} = \frac{R_{a;k}}{\gamma_a} = \frac{679}{1,25} = 543,20 \text{ kN}$$

$$P_d \leq R_{a;d}$$

$$490,00 \text{ kN} < 543,20 \text{ kN}$$

$$\text{Ausnutzungsgrad: } \mu = \frac{E_d}{R_d} = \frac{490,00}{543,20} = 0,90$$

**Ankerlänge t:**

$$t = L_{\text{Free}} + L_{\text{Fixed}} = 4,80 + 5,00 = \underline{9,80 \text{ m}}$$

38

## Grenzzustand der Tragfähigkeit – Dimensionierung des Stahlzuggliedes

$$R_{a;d} \leq R_{t;d}$$

(ÖNORM EN 1997-1, Gl. 8.3)

$$P_d \leq R_{a;d} \leq R_{t;d}$$

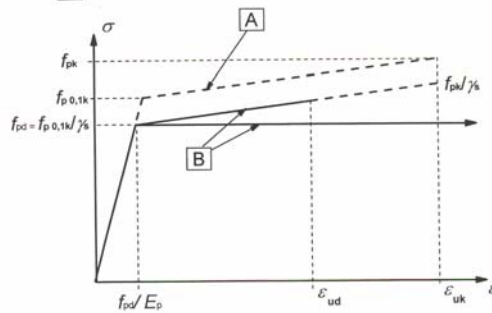
A Idealisiert

B Bemessung

$$P_k \cdot \gamma_E \leq \frac{R_{a;k}}{\gamma_a} \leq R_{t;d}$$

$$R_{t;d} = f_{pd} \cdot A_{a;eff} \cdot (1/\eta)$$

$$f_{pd} = f_{p0,1k} / \gamma_s$$



39

## Grenzzustand der Tragfähigkeit – Dimensionierung des Stahlzuggliedes



**Gewählt:** Spannstahl-Litze 0,60" (15,2 mm Ø) , 1" = 2,54 cm  
Stahlgüte St 1570/1770

### Mechanische Eigenschaften

Streckgrenze	$f_{yk} = 1570 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit	$f_{pk} = 1770 \text{ N/mm}^2$
0,1%-Dehngrenze	$f_{p0,1k} = 0,9 \cdot f_{pk} = 1593 \text{ N/mm}^2$
E-Modul	$E_p = 195000 \text{ N/mm}^2$
Nennquerschnitt	$A_p = 140 \text{ mm}^2$

40

## Grenzzustand der Tragfähigkeit – Dimensionierung des Stahlzuggliedes

$$P_d \leq R_{a,d} \leq R_{t,d}$$

$$R_{a,d} = 543,20 \text{ kN} = 543200 \text{ N}$$

$$543,20 \text{ kN} \leq R_{t,d}$$

$$R_{t,d} = f_{pd} \cdot A_{a,erf} \cdot (1/\eta)$$

$$R_{a,d} \leq f_{pd} \cdot A_{a,erf} \cdot (1/\eta)$$

$$f_{pd} = f_{p0,1k}/\gamma_s = 1593/1,15 = 1385 \text{ N/mm}^2$$

Tabelle 12: Daueranker, CC 2:  $\eta = 1,10$

$$543200 \text{ N} \leq 1385 \text{ N/mm}^2 \cdot A_{a,erf} \cdot (1/1,10) \rightarrow A_{a,erf} \geq 431 \text{ mm}^2$$

→ 4 Spannstahl-Litzen 0,60" (140 mm<sup>2</sup>), Stahlgüte St 1570/1770

41

## Prüfkraft für Eignungs- und Abnahmeprüfung

ÖNORM B 1997-1-1: BS 1 und BS 2:  $P_p = 1,25 \cdot P_k$

BS 3:  $P_p = 0,90 \cdot P_d$

Bemessungssituation 2:

$$P_{G,k} = 300,00 \text{ kN}$$

$$P_{Q,k} = 100,00 \text{ kN}$$

$$P_k = P_{G,k} + P_{Q,k} = 300,00 + 100,00 = 400,00 \text{ kN}$$

$$P_p = 1,25 \cdot P_k = 1,25 \cdot 400,00 \text{ kN} = 500,00 \text{ kN}$$

42

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

ÖNORM B 1997-1-1:

Die Gebrauchstauglichkeit jedes Einzelankers ist mit der Abnahmeprüfung nachzuweisen.

### Abnahmeprüfung:

$$P_p = 1,25 \cdot P_k = 1,25 \cdot 400,00 \text{ kN} = 500,00 \text{ kN}$$

43

## Beispiel 2

### Bodenkennwerte (charakteristisch):

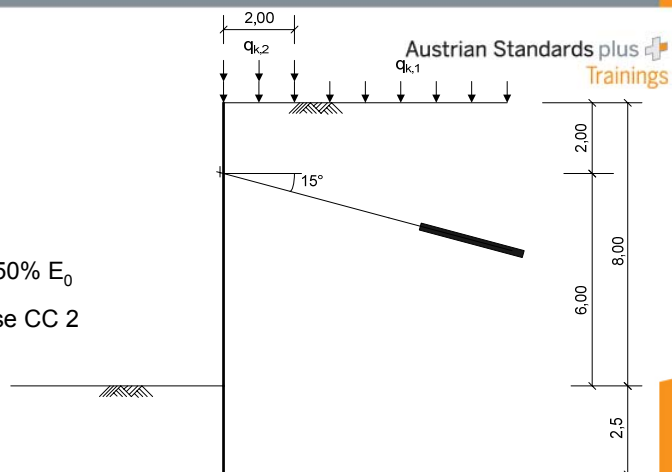
$$\varphi_k = 35^\circ$$

$$\gamma_k = 18,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\delta_k = 2/3 \cdot \varphi_k$$

Erddruck: 50%  $E_a$ , 50%  $E_0$

Schadensfolgeklasse CC 2



Lasten	Bemessungssituation 1 (ständige BS)	Bemessungssituation 2 (vorübergehende BS)
Ständige Last $p_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	-	-
Veränderliche Last $q_{k,1}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	20	20
Veränderliche Last $q_{k,2}$ [kN/m <sup>2</sup> ]		30

44

## Gesucht?

1. Ermittlung der Ankerbelastung  $P_k$  und  $P_d$
2. Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit
  - Dimensionierung des Verpresskörpers
  - Dimensionierung des Stahzugliedes
3. Ermittlung der Prüfkraft  $P_p$  für die Eignungs- und Abnahmeprüfung
4. Nachweis für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

45

## Ankerbelastung $P_k$ und $P_d$

Ankerbelastung pro Meter

Ankerkraft P [kN/m]	BS 1	BS 2
charakteristische Ankerkraft $P_k$	203,47	224,55
Bemessungswert der Ankerkraft $P_d$	281,22	275,92

Mit einem gewählten Ankerabstand von 2,00 m ergibt sich die Ankerbelastung

Ankerkraft P [kN]	BS 1	BS 2
charakteristische Ankerkraft $P_k$	406,94	449,10
Bemessungswert der Ankerkraft $P_d$	562,44	551,84

46

## Grenzzustand der Tragfähigkeit – Dimensionierung des Verpresskörpers

Austrian Standards plus  
Trainings

Bemessungswert des Herauszieh-Widerstandes:

$$P_d \leq R_{a,d} \quad (\text{ÖNORM EN 1997-1, Gl. 8.1})$$

$$R_{a,d} = \frac{R_{a,k}}{\gamma_a}$$

$$P_d \leq \frac{R_{a,k}}{\gamma_a} \quad (\text{ÖNORM EN 1997-1, Gl. 8.2})$$

Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände vorgespannter Anker gegen Herausziehen ( $\gamma_R$ ) für alle Bemessungssituationen:

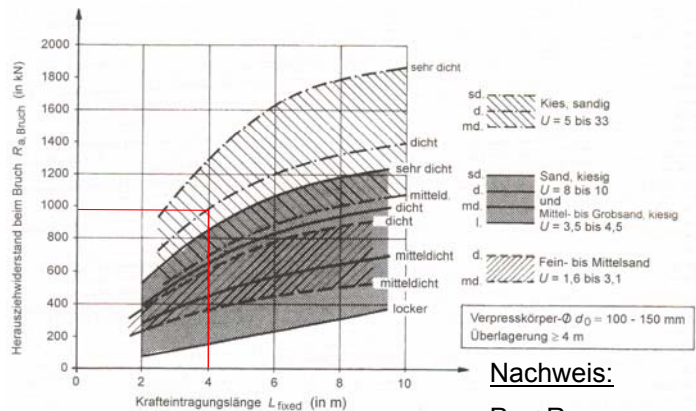
Tabelle 11, ÖNORM B 1997-1-1: Daueranker, CC2:  $\gamma_a = 1,25$

$$562,44 \text{ kN} \leq \frac{R_{a,k}}{1,25} \rightarrow R_{a,k} \geq 703,05 \text{ kN}$$

47

## Herauszieh-Widerstand

Austrian Standards plus  
Trainings



**Nachweis:**

$$R_{a,k} = 975 \text{ kN (Bruch)}$$

$$R_{a,d} = \frac{R_{a,k}}{\gamma_a} = \frac{975}{1,25} = 780,00 \text{ kN}$$

$$P_d \leq R_{a,d}$$

$$562,44 \text{ kN} < 780,00 \text{ kN}$$

$$\text{Ausnutzungsgrad: } \mu = \frac{E_d}{R_d} = \frac{562,44}{780,00} = 0,72$$

48



## Grenzzustand der Tragfähigkeit – Dimensionierung des Stahlzuggliedes

Austrian Standards plus  
Trainings

$$R_{a,d} \leq R_{t,d}$$

(ÖNORM EN 1997-1, Gl. 8.3)

$$P_d \leq R_{a,d} \leq R_{t,d}$$

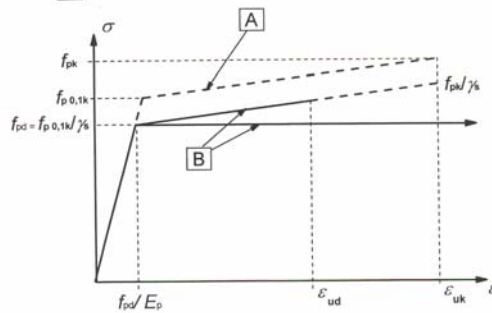
A Idealisiert

B Bemessung

$$P_k \cdot \gamma_E \leq \frac{R_{a,k}}{\gamma_a} \leq R_{t,d}$$

$$R_{t,d} = f_{pd} \cdot A_{a,eff} \cdot (1/\eta)$$

$$f_{pd} = f_{p0,1k} / \gamma_s$$



49

## Grenzzustand der Tragfähigkeit – Dimensionierung des Stahlzuggliedes

Austrian Standards plus  
Trainings



**Gewählt:** Spannstahl-Litze 0,60" (15,2 mm Ø), 1" = 2,54 cm  
Stahlgüte St 1570/1770

### Mechanische Eigenschaften

Streckgrenze	$f_{yk} = 1570 \text{ N/mm}^2$
Zugfestigkeit	$f_{pk} = 1770 \text{ N/mm}^2$
0,1%-Dehngrenze	$f_{p0,1k} = 0,9 \cdot f_{pk} = 1593 \text{ N/mm}^2$
E-Modul	$E_p = 195000 \text{ N/mm}^2$
Nennquerschnitt	$A_p = 140 \text{ mm}^2$

50

## Grenzzustand der Tragfähigkeit – Dimensionierung des Stahlzuggliedes

Austrian Standards plus  
Trainings

$$P_d \leq R_{a,d} \leq R_{t,d}$$

$$R_{a,d} = 780 \text{ kN} = 780000 \text{ N}$$

$$780 \text{ kN} \leq R_{t,d}$$

$$R_{t,d} = f_{pd} \cdot A_{a,erf} \cdot (1/\eta)$$

$$R_{a,d} \leq f_{pd} \cdot A_{a,erf} \cdot (1/\eta)$$

$$f_{pd} = f_{p0,1k}/\gamma_s = 1593/1,15 = 1385 \text{ N/mm}^2$$

Tabelle 12: Daueranker, CC 2:  $\eta = 1,10$

$$780000 \text{ N} \leq 1385 \text{ N/mm}^2 \cdot A_{a,erf} \cdot (1/1,10) \rightarrow A_{a,erf} \geq 619 \text{ mm}^2$$

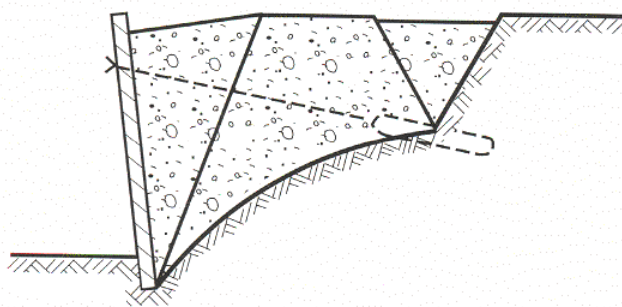
→ 5 Spannstahl-Litzen 0,60" (140 mm<sup>2</sup>), Stahlgüte St 1570/1770

51

## Länge des Verpressankers: Nachweis der Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge

Austrian Standards plus  
Trainings

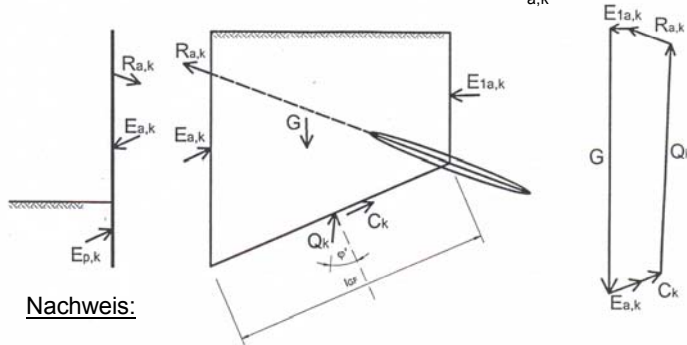
Bruch in der tiefen Gleitfuge nach Kranz (Bild EB 44-1)



52

## Länge des Verpressankers: Nachweis der Standsicherheit in der tiefen Gleitfuge

maximaler charakteristischer Ankerwiderstandes  $R_{a,k}$



Nachweis:

$$P_d \leq R_{a,d}$$

$$R_{a,d} = \frac{R_{a,k}}{\gamma_{R,e}}$$

Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstände von Stützbauwerken ( $\gamma_{R,e}$ ):  
ÖNORM B 1997-1-1, Tabelle 11  
Erdwiderstand BS 1:  $\gamma_{R,e} = 1,40$

53

## Prüfkraft für Eignungs- und Abnahmeprüfung

ÖNORM B 1997-1-1: BS 1 und BS 2:  $P_p = 1,25 \cdot P_k$

BS 3:  $P_p = 0,90 \cdot P_d$

Bemessungssituation 2:

$$P_k = 449,10 \text{ kN}$$

$$P_p = 1,25 \cdot P_k = 1,25 \cdot 449,10 \text{ kN} = 561,38 \text{ kN}$$

54

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

ÖNORM B 1997-1-1:

Die Gebrauchstauglichkeit jedes Einzelankers ist mit der  
Abnahmeprüfung nachzuweisen.

### **Abnahmeprüfung:**

$$P_p = 1,25 \cdot P_k = 1,25 \cdot 449,10 \text{ kN} = 561,38 \text{ kN}$$