



Stützmauern Alt und Neu – Instandsetzung, Ertüchtigung und Neubau von nichtgeankerten Stützkonstruktionen

Gabl (ASG), Pilch (BMG)
ASFINAG

Kahlenberg, am 18.06.2015



Stützmauern Alt und Neu – Instandsetzung, Ertüchtigung und Neubau von nichtgeankerten Stützkonstruktionen

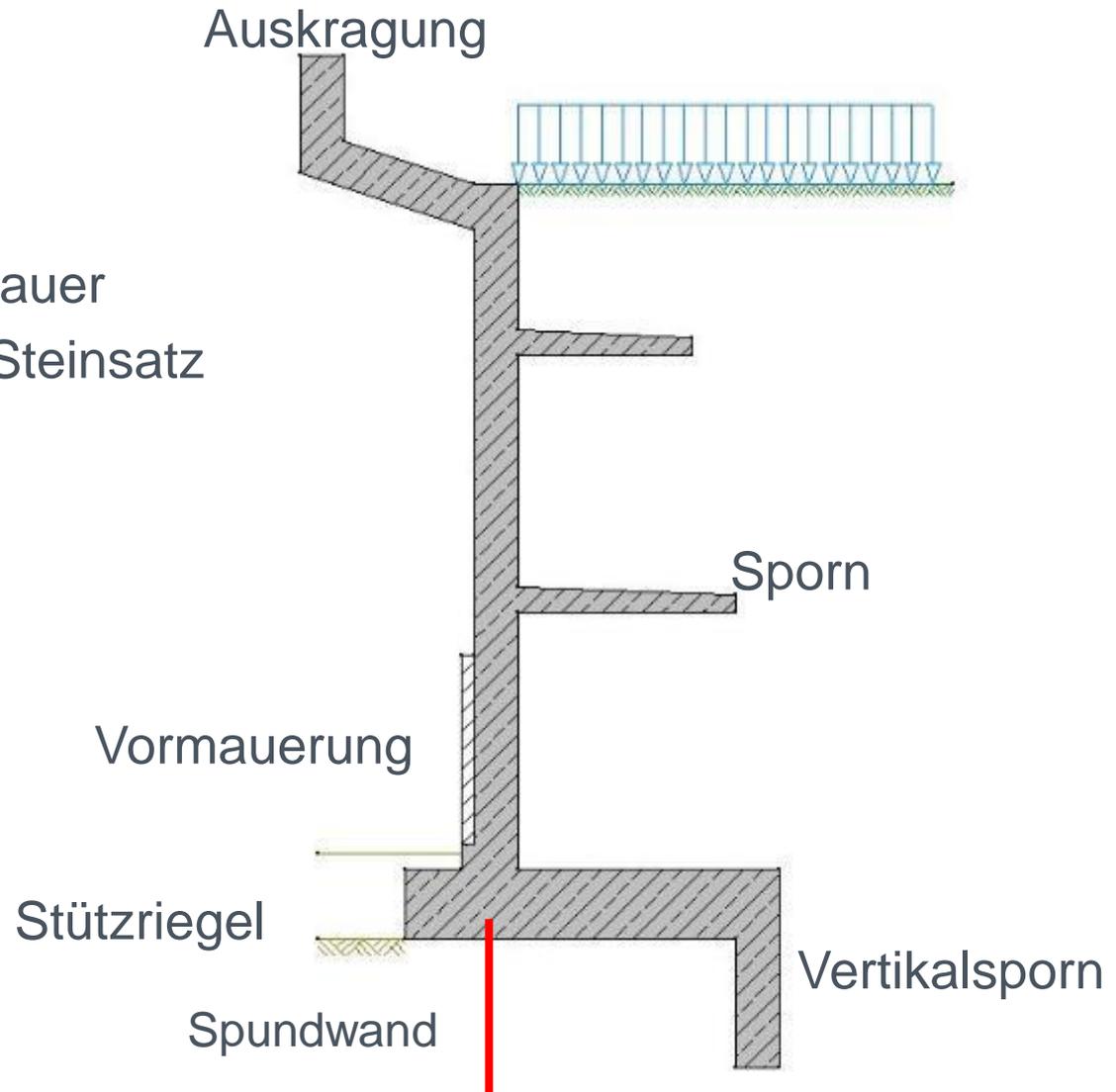
- Motivation / Begriffe
- Erfahrungen (Ereignisse)
- Nachrechnungen
- Erddruckansätze und Erddruckumlagerung
- Instandsetzung, Ertüchtigung
- Festlegungen für den Neubau

Motivation

- Zukünftig Schäden bzw. Defizite vermeiden/ reduzieren
- Keine österreichweite anerkannte Vorgehensweise (Unterschiede bei Erddruckansätzen und Verkehrslastansätzen)
- Bündeln des bisherigen Wissens (Erkenntnisse STM Schönberg, STM Laaerberg, ...)
- Zugang für die Allgemeinheit (Festlegungen in Richtlinien od. Merkblättern (z.B. ASFINAG Planungshandbuch))
- Vergleichbarkeit der Ergebnisse (Alternativen, ...)
- Sicherheit,
- Dauerhaftigkeit

Begriffe

- Winkelstützmauer
- Schwergewichtsmauer
- Steinschichtung /Steinsatz
- Natursteinmwk
- Bewehrte Erde
- Flügelmauer
- ...



Erhaltungsmanagement

Prüfprozess

RVS 13.03.61 - Qualitätssicherung bauliche Erhaltung, Überwachung, Kontrolle und Prüfung von Kunstbauten, nicht geankerte Stützbauwerke, 2010

Laufende Überwachung

- Kontrollfahrten des Streckendienstes:
- Visuelle Prüfung
 - Mind. 1 x jährlich bzw. nach außergewöhnlichen Ereignissen

Kontrolle

- Erfahrene Fachleute:
- Visuelle Prüfung + Überprüfung vorhandener Messeinrichtungen
 - Mind. alle 3 Jahre
 - Bewertung des Erhaltungszustandes

Überprüfung

- Erfahrene Fachleute:
- Grundlagenwissen für Objekt erforderlich
 - Mind. alle 12 Jahre
 - Bewertung des Erhaltungszustandes

Sonderprüfungen

- Erfahrene Fachleute:
- Grundlagenwissen für Objekt erforderlich
 - z.B. geodätisch-geotechnische Messungen; chemische Untersuchungen

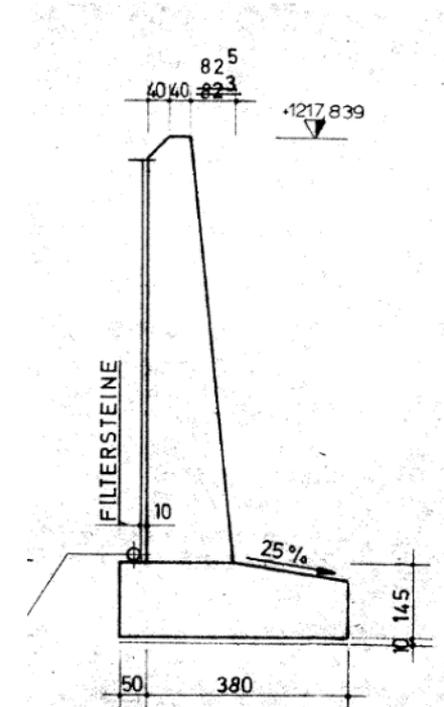
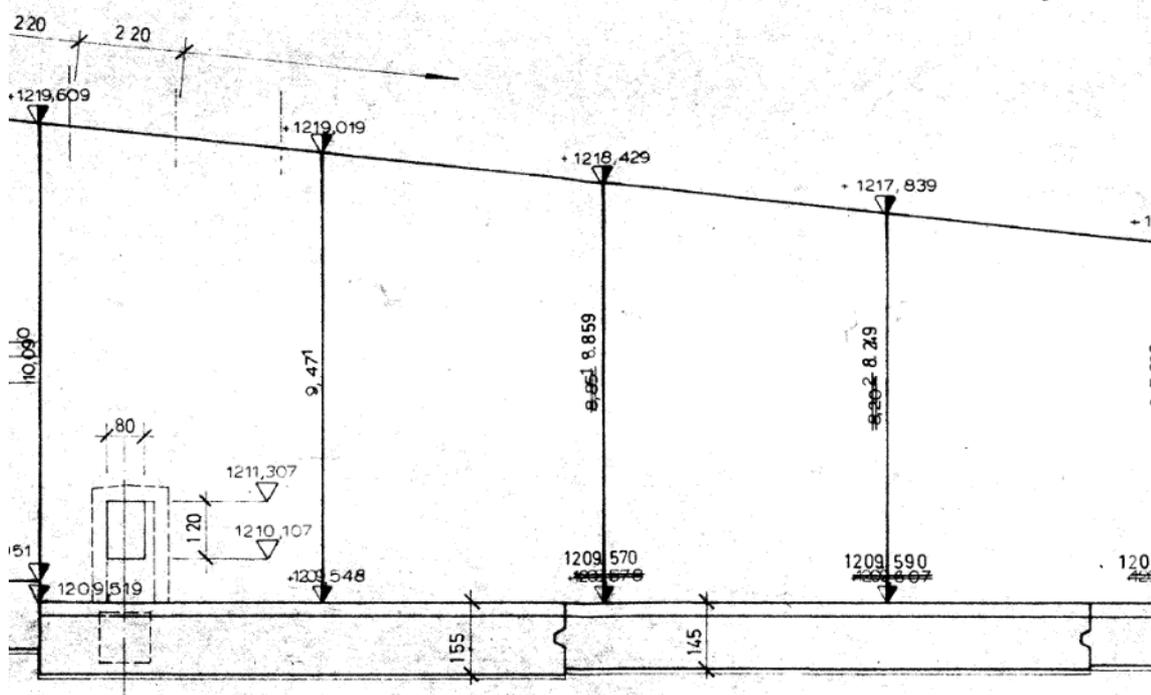
Erfahrungen

S16 Stützmauer Westportal Pettneuer Tunnel



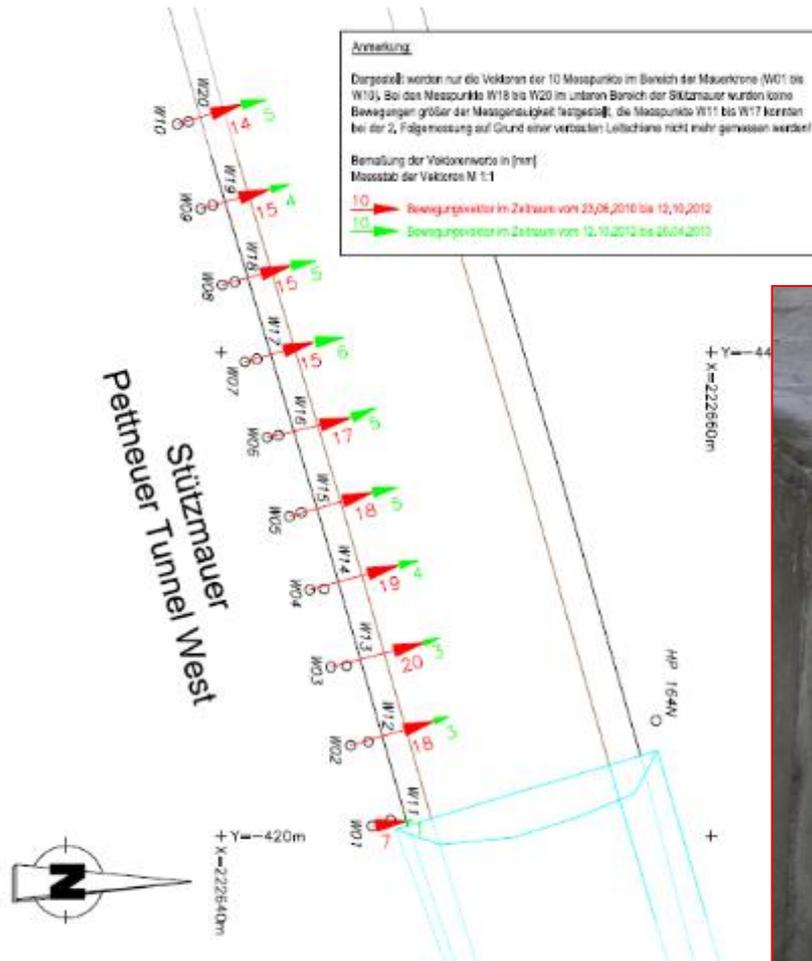
S16 Stützmauer Westportal Pettneuer Tunnel

- Flügelmauer am Westportal des Pettneuer Tunnels
- Baujahr 1980
- Gesamtlänge ca. 320 m davon ca. 60 m kritisch



S16 Stützmauer Westportal Pettneuer Tunnel

Mauerverformungen aus Deformationsmessungen



Blick in Kontrollschacht Entwässerung

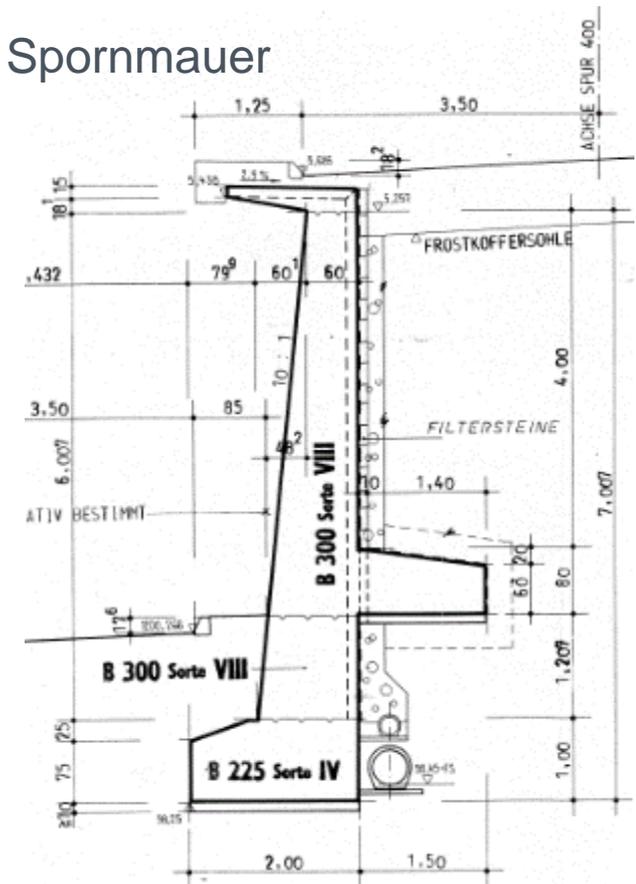
S16 Stützmauer Westportal Pettneuer Tunnel

Sonderprüfungen



S16 Stützmauer zwischen Spur 300 und 400 Anschlussstelle Pettneu

- Im Bereich der Anschlussstelle zwischen den Spuren
- Baujahr 1979
- Gesamtlänge ca. 130 m davon ca. die Hälfte als Spornmauer



S16 Stützmauer zwischen Spur 300 und 400 Anschlussstelle Pettneu

Sanierung des Randbalkens 2013



S16 Stützmauer zwischen Spur 300 und 400 Anschlussstelle Pettneu



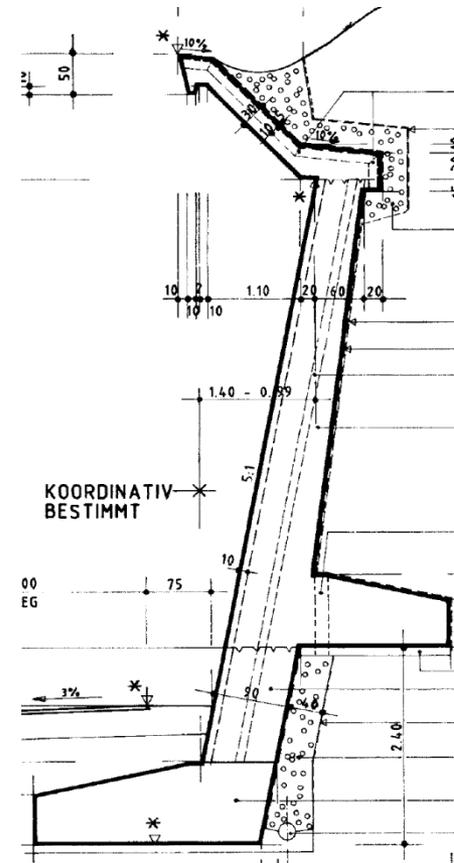
Arbeitsfuge
Sporn zu
aufgehende
Wand

Neubau ab
Sporn-
oberkante
(ca. 5 m unter
Niveau Straße)



S16 Stützmauer Gurnau

- Spornmauer am Fuss eines Dammes
- Baujahr 1990
- Gesamtlänge ca. 100 m



S16 Stützmauer Gurnau



Auszüge Originalstatik

NR.	SCHICHT-- DICKE (m)	WICHTE (kN/m ³)	REIBUNGS-- WINKEL (Grad)	KOHAESION (kN/m ²)	POREN-- WASSERDRUCK (kN/m ²)
1	20.00	20.00	37.5	0.00	0.00

BEWEHRUNG-Dimensionierung : JA, MIT 0 % ANTEIL RUHEDRUCK
 SETZUNGSBERECHNUNG : Steifemodul Es = 100000 kN/m²

Talseite Bergseite

SETZUNGEN: links= 0,4 cm rechts= 0,5 cm DREHUNG = -0,1 o/oo
 fuer Es = 100000 kN/m² bis TIEFE = 8,7 m

Nachrechnung 2012

Erdruehdruck

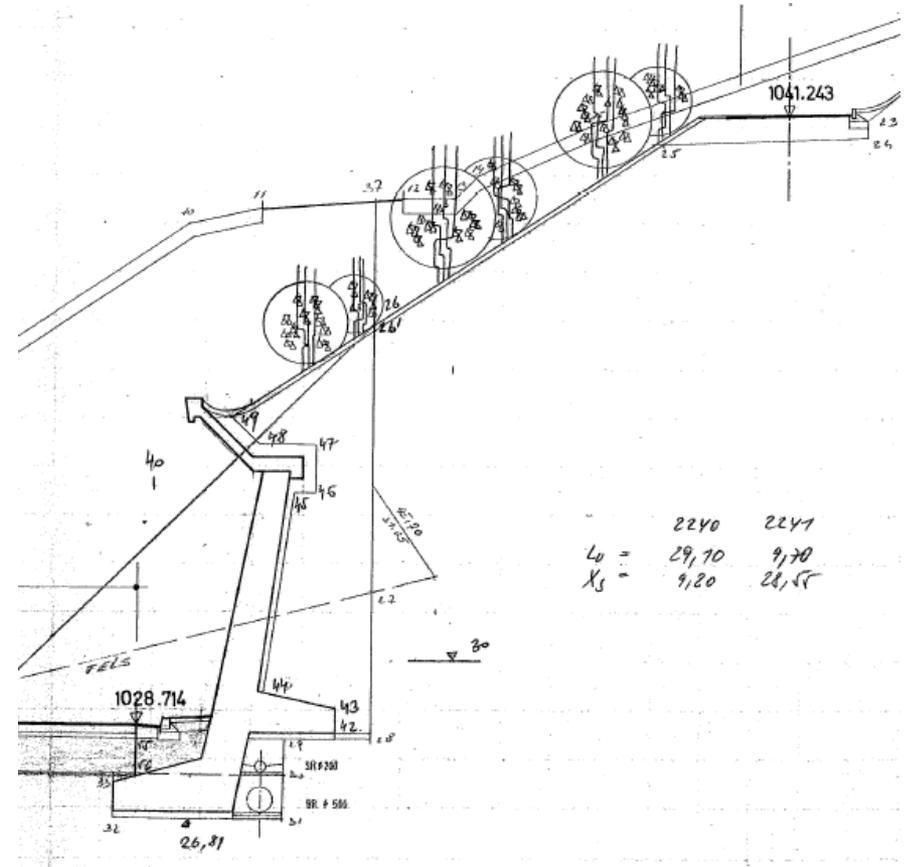
φ	z = 6,70 m			z = 9,00 m		
	As,min [cm ² /m]	As,erf [cm ² /m]	As,vorh [cm ² /m]	As,min [cm ² /m]	As,erf [cm ² /m]	As,vorh [cm ² /m]
27,5	9,08	56,50	11,83	9,18	155,14	11,83
30		39,80			100,87	
32,5		29,35			66,85	
35		23,75			49,11	
37,5		20,43			39,02	

erhöhter aktiver Erddruck (50% k_a + 50% k₀)

φ	z = 6,70 m			z = 9,00 m		
	As,min [cm ² /m]	As,erf [cm ² /m]	As,vorh [cm ² /m]	As,min [cm ² /m]	As,erf [cm ² /m]	As,vorh [cm ² /m]
27,5	9,08	38,67	11,83	9,18	98,56	11,83
30		28,40			67,49	
32,5		21,93			46,15	
35		16,23			28,43	
37,5		13,24			19,57	

A13 Stützmauer Schönberg

- Stahlbetonspornmauer
- Länge 360 m
- Blocklänge 9,0 m
- Maximale Höhe 6,70 m
- Baujahr 1980



A13 Stützmauer Schönberg



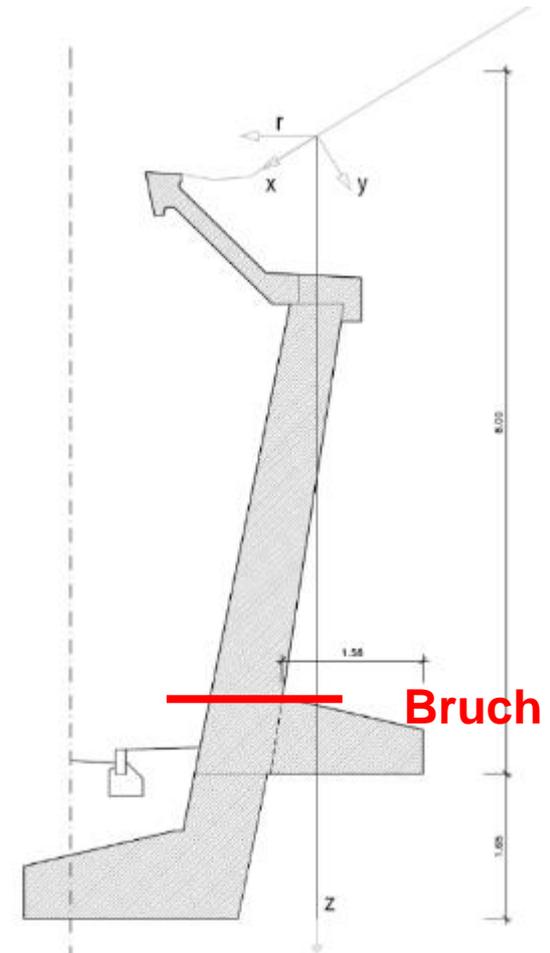
20.
März
2012



A13 Stützmauer Schönberg

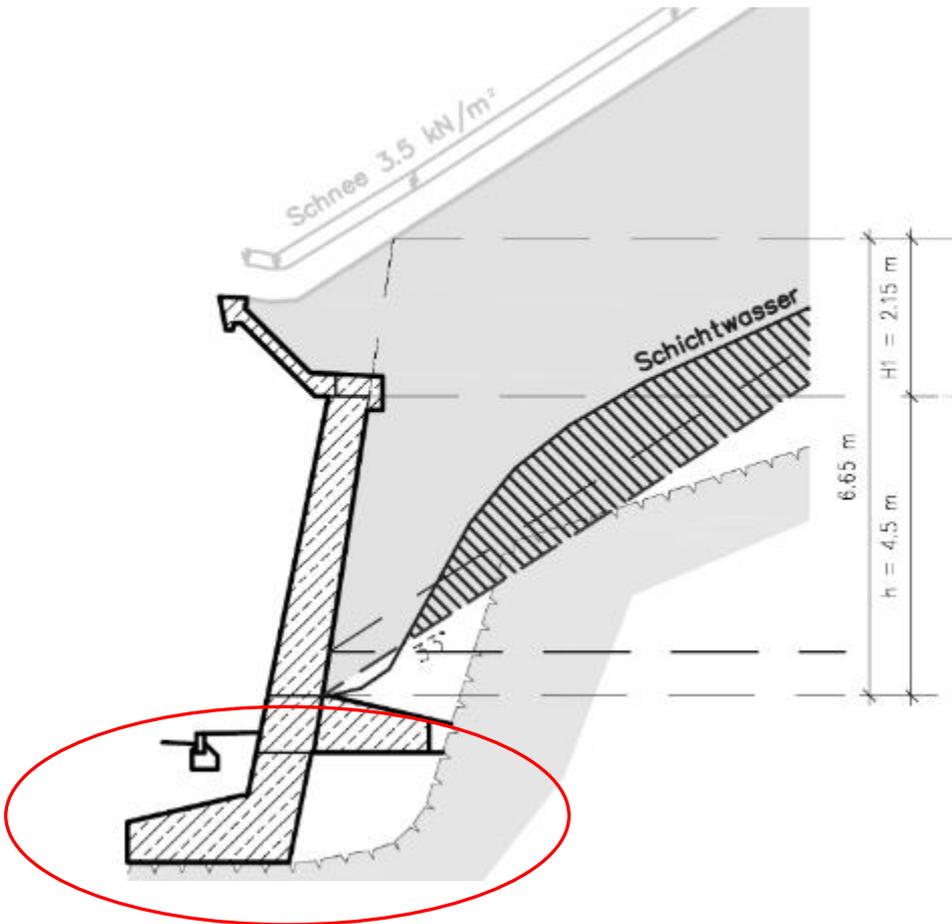


Dokumentation
Schadensbild

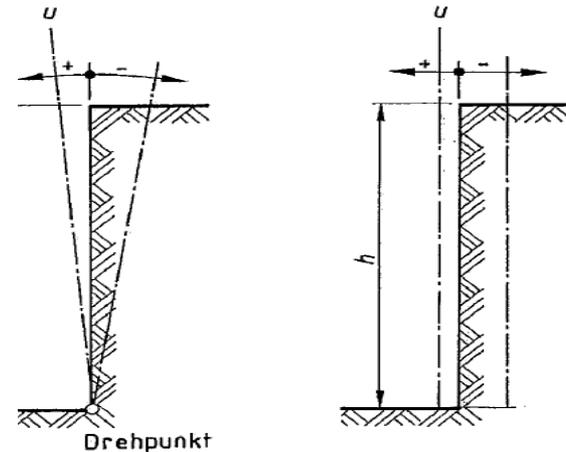


A13 Stützmauer Schönberg

Erdruckansatz



Starre Einbindung (direkte Lagerung auf Fels)



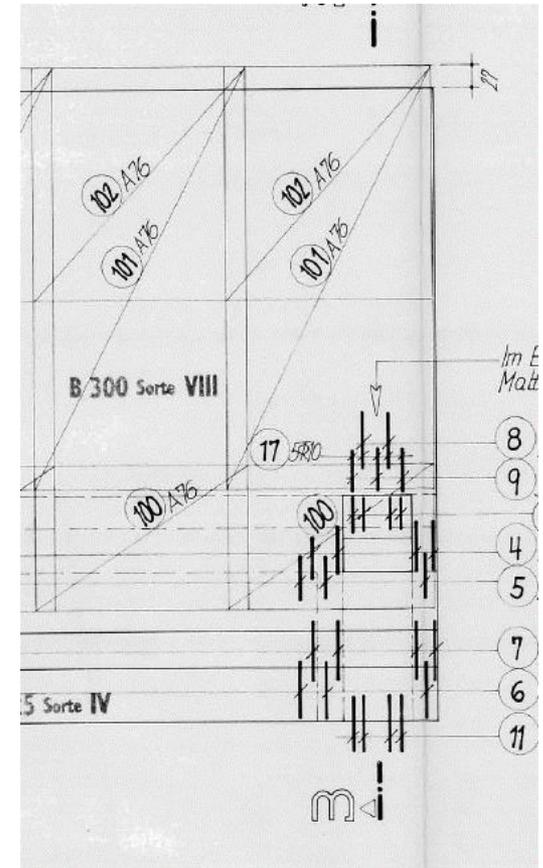
Bewegungsart	Aktiver Erddruck	
	lockere Lagerung	dichte Lagerung
Fußpunktdrehung	0,4 bis 0,5	0,1 bis 0,2
Parallelverschiebung	0,2	0,05 bis 0,1
Kopfpunktdrehung	0,8 bis 1,0	0,2 bis 0,5
Durchbiegung	0,4 bis 0,5	0,1 bis 0,2

A13 Stützmauer Schönberg

Erddruckansatz bzw. Last	charakteristisches Moment
100% Ea	ca. 323 kNm
50% Ea + 50% Eo	ca. 531 kNm
100% Eo	ca. 729 kNm
Fließdruck Wn (10 m ²)	ca. 23 kNm
Fließdruck Wn (15 m ²)	ca. 45 kNm
Statischer Wasserdruck (h = 2m)	ca. 13 kNm
Statischer Wasserdruck (h = 3m)	ca. 45 kNm

Erddruckansatz 50/50 aktiv/Ruhedruck bringt ca. 65 % Überschreitung

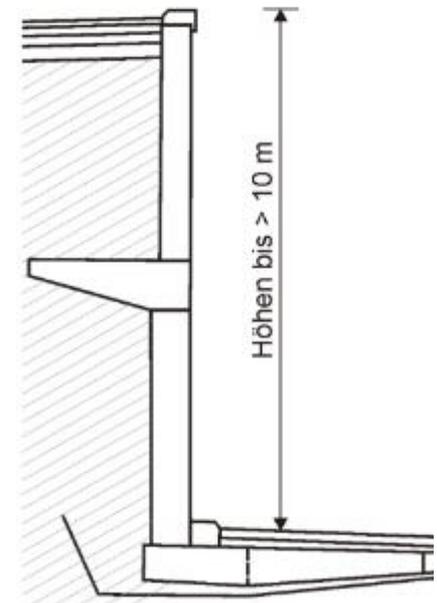
A13 Stützmauer Schönberg



- Direktes Anbetonieren des Sporn an den Fels
- Mangelhaft verlegte Bewehrung
- Fehlende Auswechslung des Kontrollschachtes

A23 Stützmauern Laaerberg

- Stahlbetonspornmauer
- Länge 1700 m
- Baujahr 1971



A23 Stützmauern Laaerberg

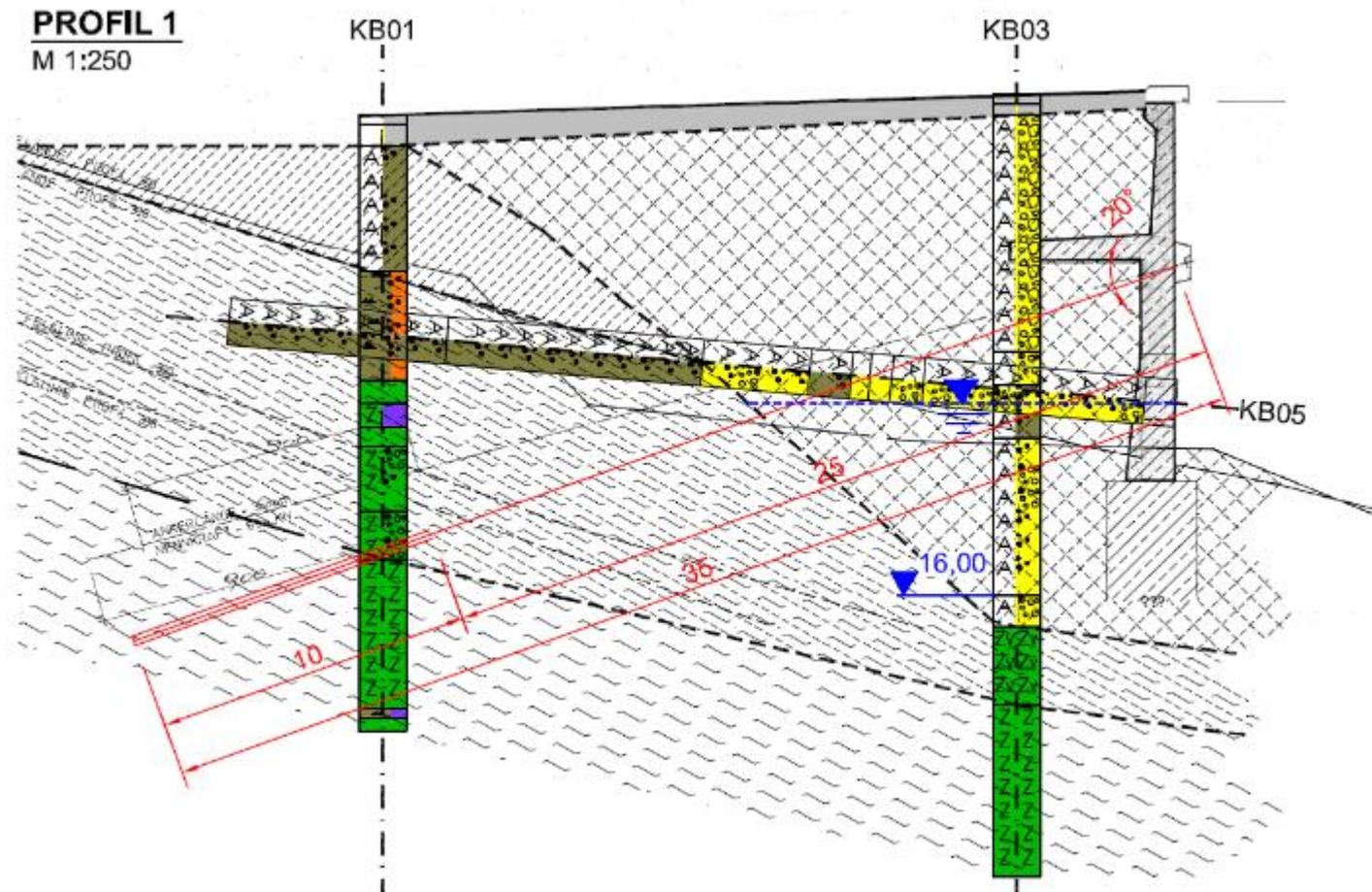
Vertiefte Untersuchungen und Erkundungsmaßnahmen

- Statische Nachrechnungen
- Betonkernbohrungen durch den erdseitigen Bereich der Arbeitsfuge Fundament – aufgehender Wandschenkel sowie Arbeitsfuge zwischen Sporn-OK und aufgehendem Wandschenkel
- Ergänzende Erkundungsbohrungen durch den Hinterfüllbereich der Wände sowie ergänzende Laboruntersuchungen



S6 Stützmauer Kaltbach

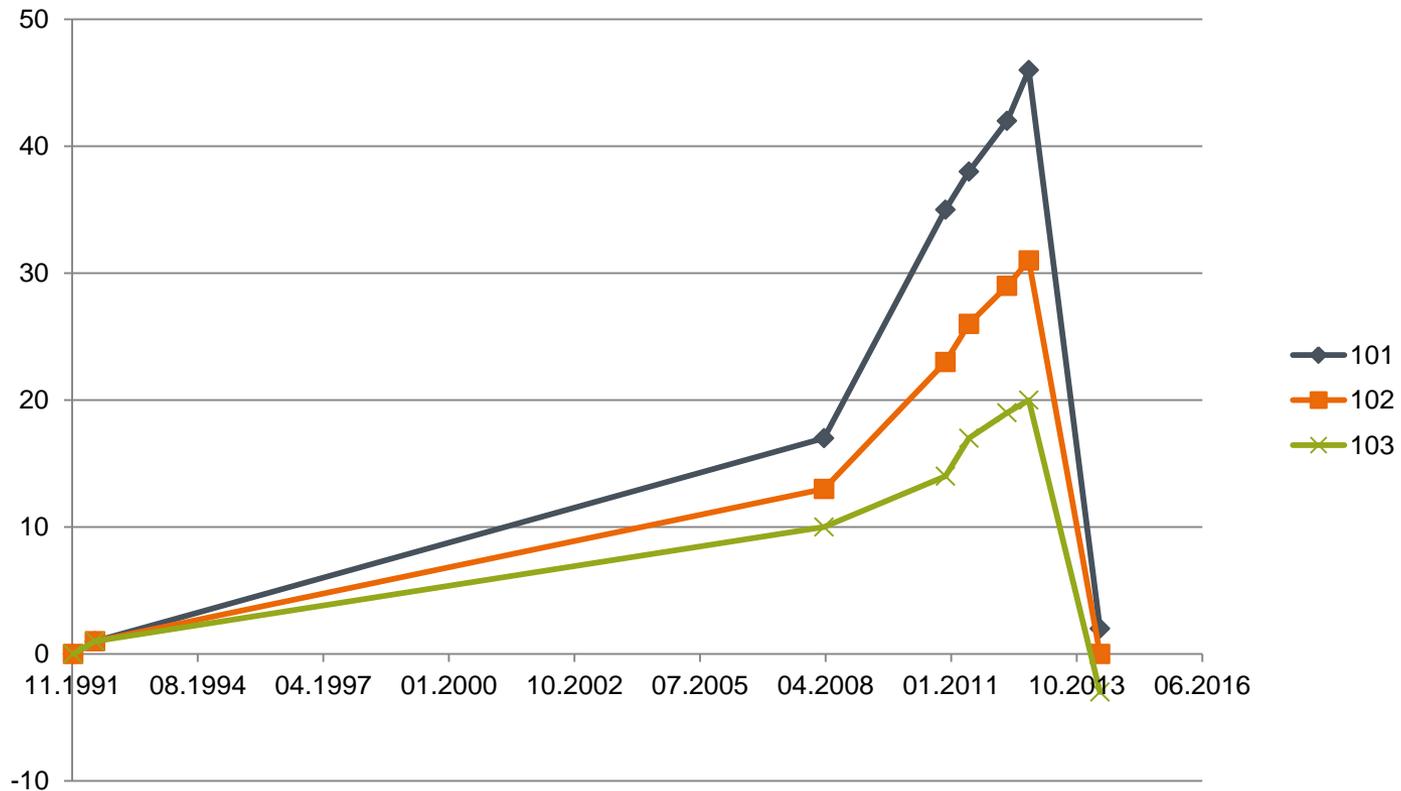
Stützmauer mit Sporn und Brunnengründung



S6 Stützmauer Kaltbach

Stützmauer mit Sporn und Brunnengründung

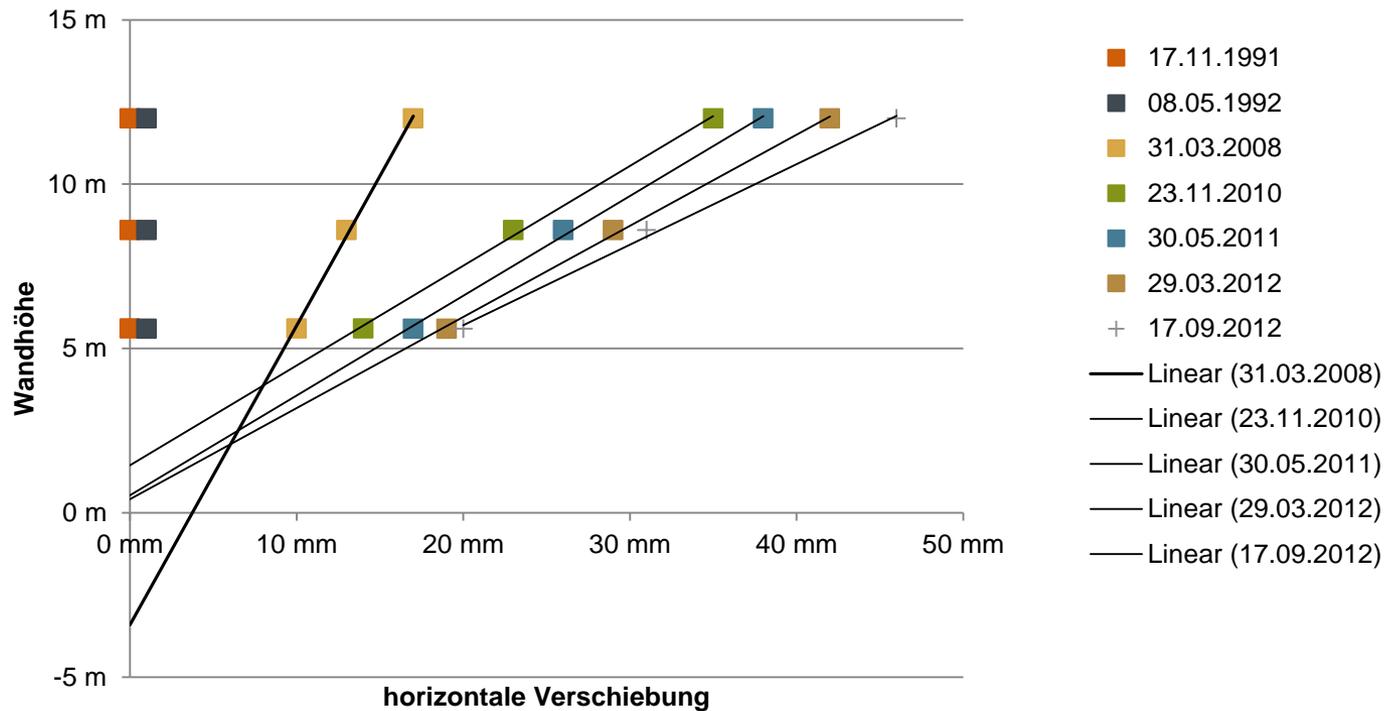
Verschiebungen Wandabschnitt 10



S6 Stützmauer Kaltbach

Stützmauer mit Sporn und Brunnengründung

Wandabschnitt 10



S6 Stützmauer Kaltbach

Stützmauer mit Sporn und Brunnengründung



Nachrechnung

Auszüge aus dem Leistungsbild

- Erddruckansätze gemäß ÖNorm B4434:1993
- Ansatz des erhöhten aktiven Erddrucks (50% k_a + 50 % k_0)
- Ständige Bemessungssituationen BS1 gemäß ÖNorm B 1997-1-1:2013
- Schadensfolgeklasse CC3
- Vorgegebener Mindestwert für Auflast aus einer angrenzenden Fahrbahn mit 15 kN/m²

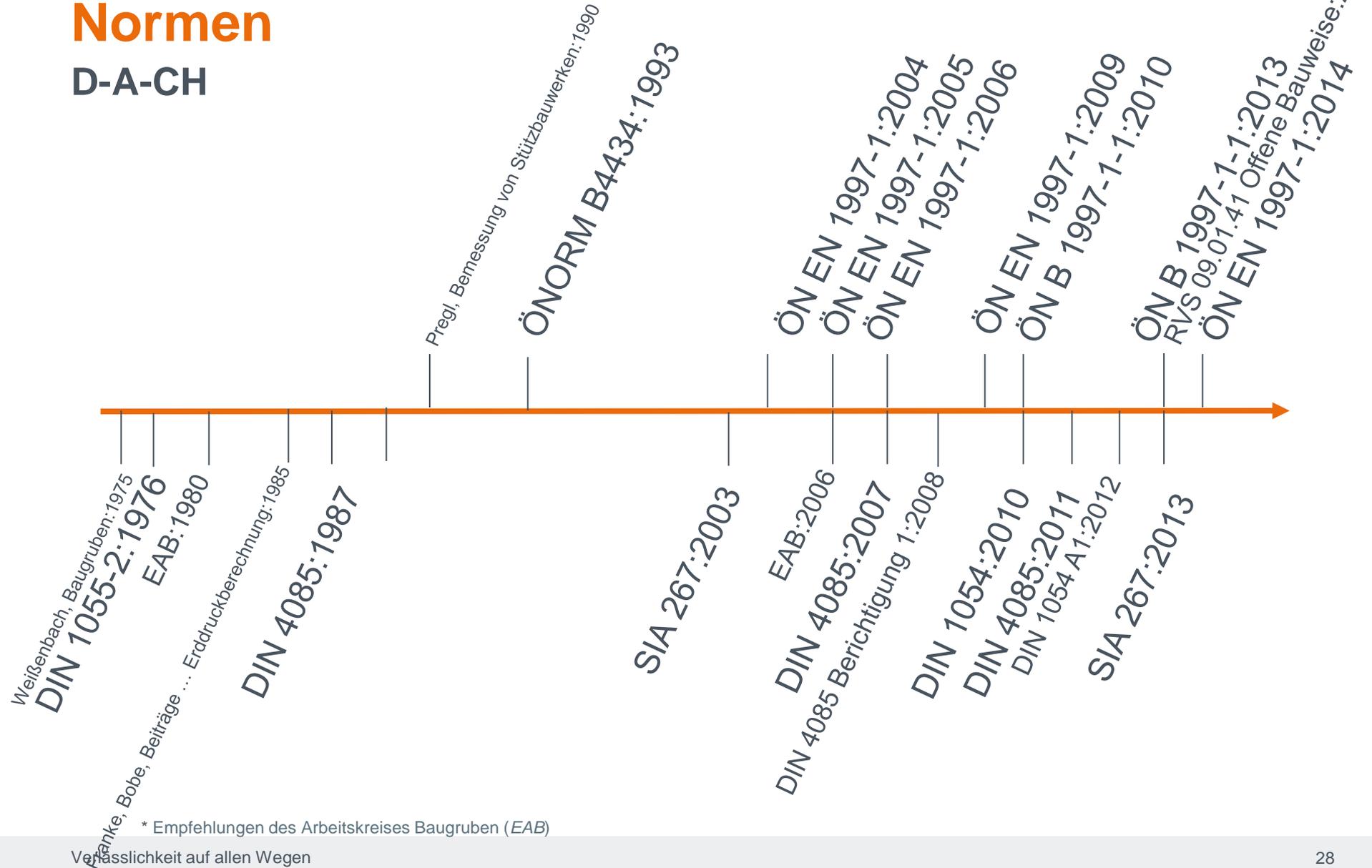
- Wichte $\gamma=20 \text{ kN/m}^3$
- Kohäsion $c=0,00 \text{ kN/m}^2$
- Reibungswinkel $\varphi=27,5^\circ / 30,0^\circ / 32,5^\circ / 35^\circ$

→ Ausnutzungsgrad zufolge der angegebenen Reibungswinkel

→ Stellungnahme zum ermittelten erforderlicher Reibungswinkel

Normen

D-A-CH



* Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB)

Erddruckansätze und Erddruckumlagerung

ÖNORM B4434 (1993)

8.6.2 Erddruck zur Berechnung der inneren Standsicherheit (Bemessung der Konstruktionsteile)

Je nach den Untergrundverhältnissen und der Biegesteifigkeit, d. h. nach Höhe und Breite des lotrechten Schenkels gibt es für den Erddruck auf diesen folgende Ansätze:

- Bei nachgiebigem, d. h. hohem und schlankem Schenkel kann auf der gesamten Mauerrückseite der aktive Erddruck angesetzt werden.
- Bei unnachgiebigem, d. h. niedrigem bzw. dickem Schenkel ist im Falle von Bild 23a längs der Mauerrückseite der Ruhedruck e_0 ($\delta_0 = 0$) anzusetzen. Im Fall von Bild 23b kann zwischen den Punkten E und F der aktive Erddruck und zwischen den Punkten F und B der Ruhedruck angesetzt werden.

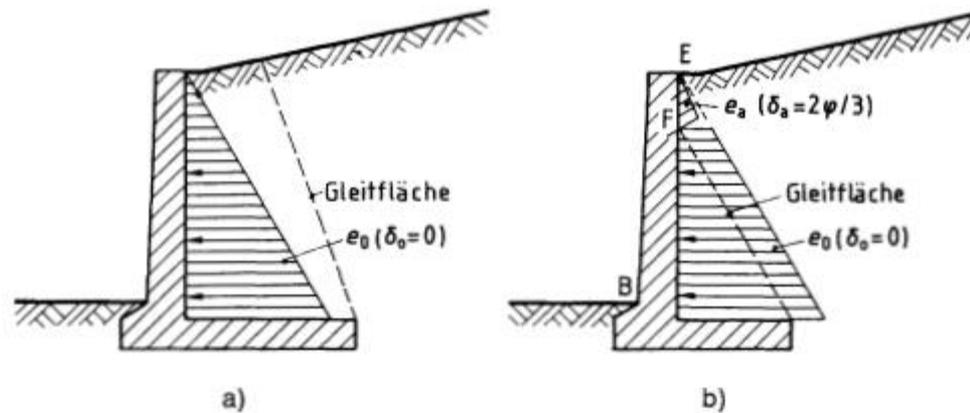


Bild 23: Erddruckansatz für die innere Standsicherheit einer Winkelstützmauer bei unachgiebigem Schenkel

Erddruckansätze und Erddruckumlagerung

DIN 4085 (2011)

AC Tabelle A.2 AC — Erddruckansatz in Abhängigkeit von der Nachgiebigkeit der Stützkonstruktion bei Dauerbauwerken¹⁾

Zeile	Nachgiebigkeit der Stützkonstruktion	Konstruktion (Beispiele)	Erddruckansatz
1	nachgiebig	Stützwände, die während ihrer gesamten Nutzungszeit geringe Verformungen in Richtung der Erddruckbelastung ausführen können und dürfen. Zum Beispiel Uferwände, auf Lockergestein gegründete Stützwände	aktiver Erddruck
2	wenig nachgiebig	Stützwände nach Zeile 1, bei denen während ihrer Nutzungszeit Verformungen in Richtung der Erddruckbelastung unerwünscht sind und die gegen den ungestörten Boden hergestellt worden sind.	erhöhter aktiver Erddruck $E'_{ah} = 0,75 \cdot E_{ah} + 0,25 \cdot E_{0h}$
3	annähernd unnachgiebig	Stützwände, die auf Grund ihrer Konstruktion unter der Erddruckbelastung anfänglich geringfügig nachgeben, sich dann aber nicht mehr verformen können oder dürfen. z. B.: Kellerwände und Stützwände, die in Bauwerke einbezogen sind und von diesen zusätzlich gestützt werden, Bemessung der stehenden Schenkel von Winkelstützwänden.	erhöhter aktiver Erddruck im Normalfall: $E'_{ah} = 0,50 \cdot E_{ah} + 0,50 \cdot E_{0h}$ in Ausnahmefällen: $E'_{ah} = 0,25 \cdot E_{ah} + 0,75 \cdot E_{0h}$
4	unnachgiebig	Stützwände die auf Grund ihrer Konstruktion weitgehend unnachgiebig sind: Zum Beispiel auf Festgestein gegründete Stützmauern als ebene Systeme und auf Lockergestein gegründete Stützwände als räumliche Systeme, z. B. Brückenwiderlager mit biegesteif angeschlossenen Parallel-Flügelmauern.	erhöhter aktiver Erddruck $E'_{ah} = 0,25 \cdot E_{ah} + 0,75 \cdot E_{0h}$ in Ausnahmefällen bis Erdruhedruck

PLaPB - BR

800.300.1000 Planungshandbuch Brücke – BAU der ASFINAG:2014

- Erweiterung des Anwendungsbereiches im Allgemeinen

ab V.4 4 **Anwendungsbereich**

4.1 **Allgemein**

- Das PLaPB - BR ist für die Planung von Brückenbauvorhaben **und Stützbauwerken** (Galerien, sinngemäß für Tunnel in offener Bauweise, etc.) und ähnliche Konstruktionen im gesamten Streckennetz der ASFINAG anzuwenden. Beim Entwurf von Bauwerken im Zuge anderer Infrastrukturträger sind auch die hierfür vorhandenen Vorschriften zu beachten (z.B. RVE, Regelplanung für Eisenbahnbrücken, Regelplanung der einzelnen Bundesländer).

V.1&2 und analog in V.3

Brücke

Das PLaPB SBT ist unter Berücksichtigung der nachfolgenden Voraussetzungen für Brücken, Wannens und Stützmauern anzuwenden.

PLaPB - BR

800.300.1000 Planungshandbuch Brücke – BAU der ASFINAG:2014

- Ergänzungen

NR.	STICHWORT	GRUNDLAGE		FESTLEGUNG - ERGÄNZUNG - ANMERKUNG
		NR.	BEZEICHNUNG	
3	Berechnungs- angaben - Brücken- neubau, Stützbauwerke, ...			<p>- Geotechnische Berechnungen</p> <ul style="list-style-type: none"> Für den Nachweis des Grenzzustandes der Tragfähigkeit (STR) ist beim Winkel der Winkelstützmauern und Spornmauern der Erdruchdruck auch im Fall eines aktiven Grenzzustandes zu berücksichtigen (Anmerkung: Der Absatz 8.6.2 der ÖNORM B4434 (1993) darf nicht angewendet werden: - Bei nachgiebigem, d. h. hohem und schlankem Schenkel kann auf der gesamten Mauerrückseite der aktive Erddruck angesetzt werden.) Für die Nachweise der Grenzzustände der Tragfähigkeit ULS (STR) sind auch Einwirkungskombinationen mit wechselweisen Einwirkungen aus ständig günstigen und ständig ungünstigen Beanspruchungen für die Bauteilbemessung zu berücksichtigen. Der Verdichtungserdruck ist bei Stützmauern als ständige ungünstige Einwirkung zu berücksichtigen. Der Ansatz gemäß DIN 4085 (2011) Absatz 6.6.1 ist anzusetzen.

PLaPB - BR

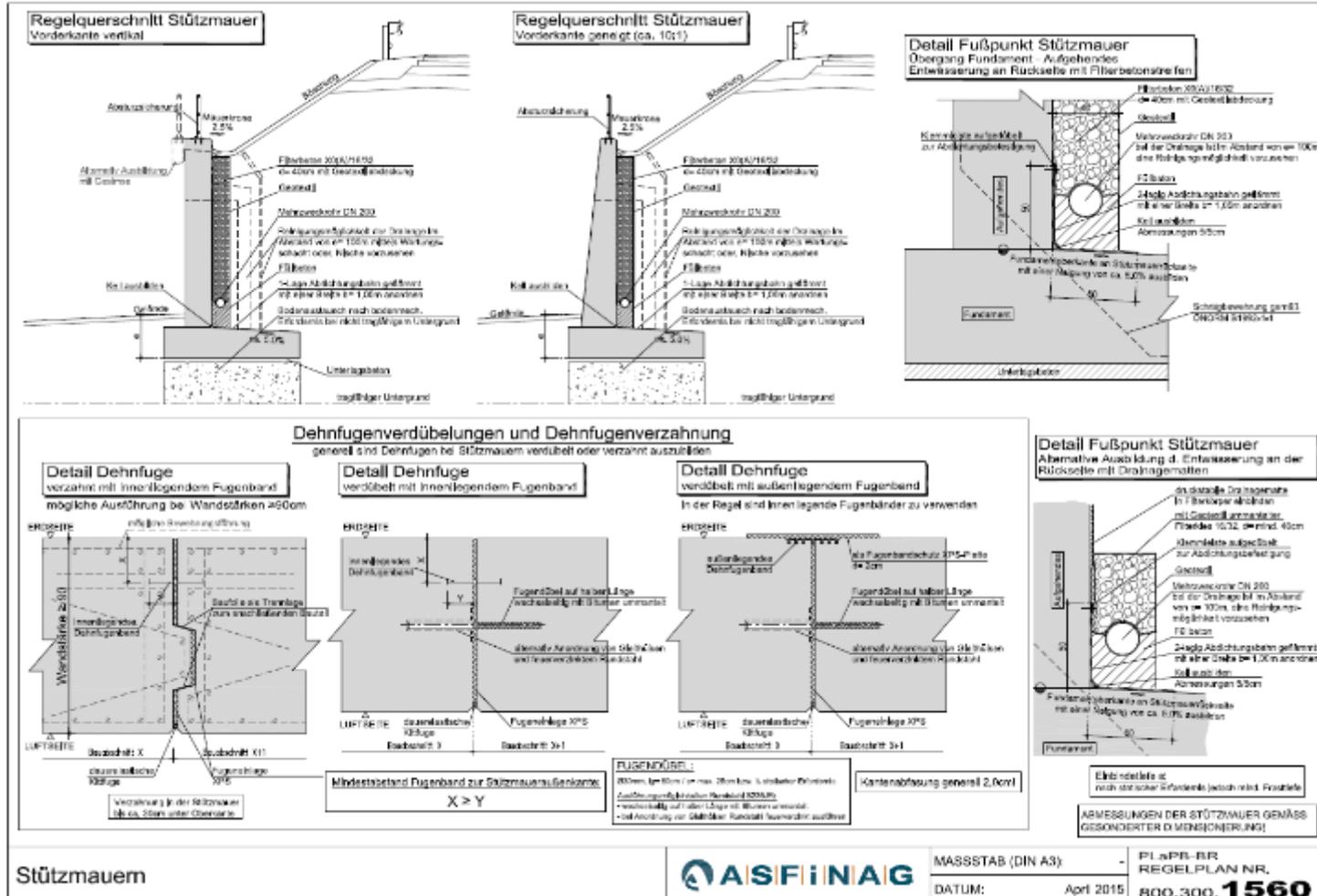
800.300.1000 Planungshandbuch Brücke – BAU der ASFINAG:2014

- Ergänzungen

NR.	STICHWORT	GRUNDLAGE		FESTLEGUNG - ERGÄNZUNG - ANMERKUNG
		NR.	BEZEICHNUNG	
3	Berechnungs- angaben - Brücken- neubau, Stützbauwerke, ...			<ul style="list-style-type: none"> - Geotechnische Berechnungen • Der Erddruck infolge von Straßenlasten (Lastmodell 1 gemäß EN 1991-2) kann vereinfachend aufgrund einer gleichmäßigen Flächenlast von 25 kN/m² ermittelt werden.

PLaPB - BR

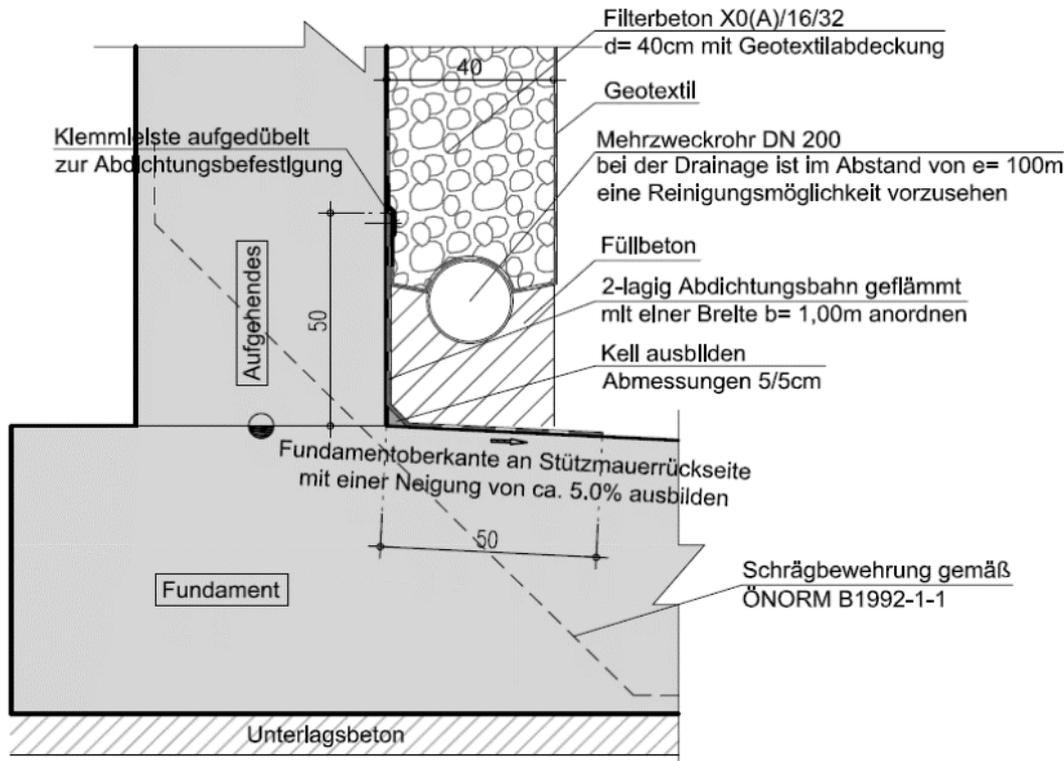
800.300.1560 Stützmauern:2015



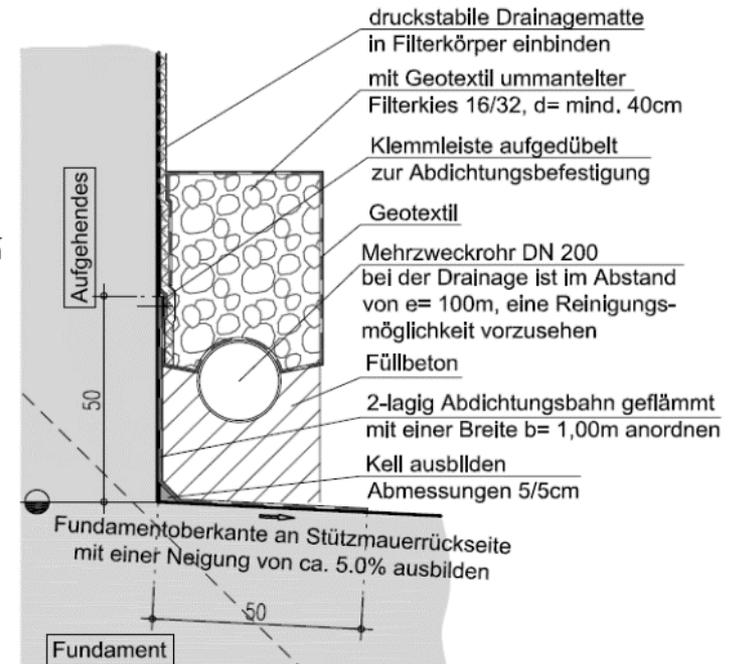
PLaPB - BR

800.300.1560 Stützmauern:2015

Detail Fußpunkt Stützmauer
Übergang Fundament - Aufgehendes
Entwässerung an Rückseite mit Filterbetonstreifen



Detail Fußpunkt Stützmauer
Alternative Ausbildung d. Entwässerung an der
Rückseite mit Drainagematten



PLaPB - BR

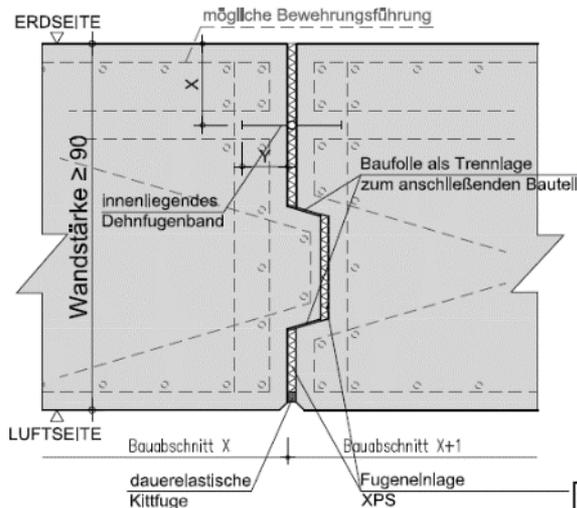
800.300.1560 Stützmauern:2015

Dehnfugenverdübelungen und Dehnfugenverzahnung

generell sind Dehnfugen bei Stützmauern verdübelt oder verzahnt auszubilden

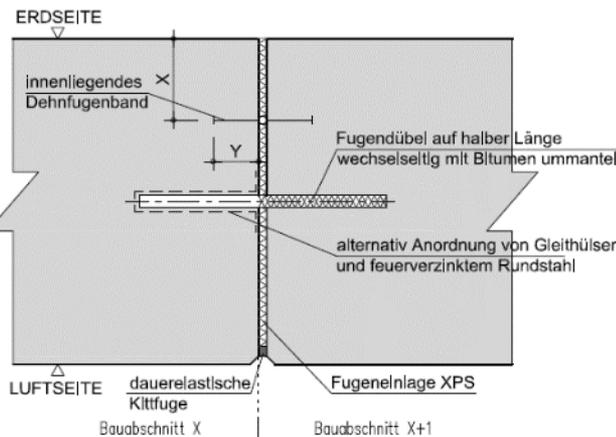
Detail Dehnfuge verzahnt mit innenliegendem Fugenband

mögliche Ausführung bei Wandstärken $\geq 90\text{cm}$



Verzahnung in der Stützmauer bis ca. 30cm unter Oberkante

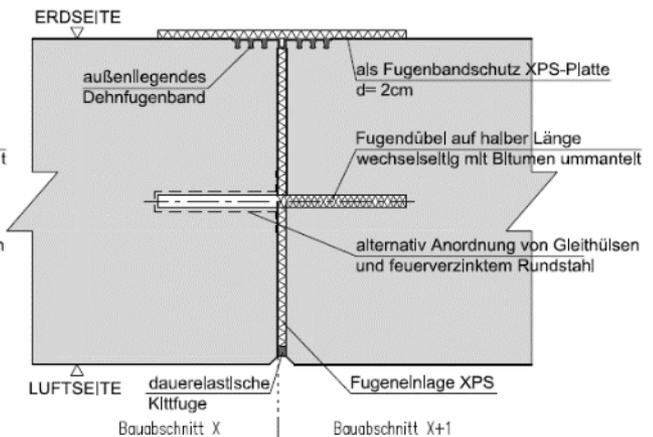
Detail Dehnfuge verdübelt mit innenliegendem Fugenband



Mindestabstand Fugenband zur Stützmaueraußenkante:
 $X \geq Y$

Detail Dehnfuge verdübelt mit außenliegendem Fugenband

in der Regel sind innenliegende Fugenbänder zu verwenden



FUGENDÜBEL:
 $\varnothing 30\text{mm}$, $l_g = 60\text{cm}$ / $e = \text{max. } 25\text{cm}$ bzw. lt. statischer Erfordernis
 Ausführungsmöglichkeiten Rundstahl S235JR;
 - wechselseitig auf halber Länge mit Bitumen ummantelt
 - bei Anordnung von Gleithülsen Rundstahl feuerverzinkt ausführen

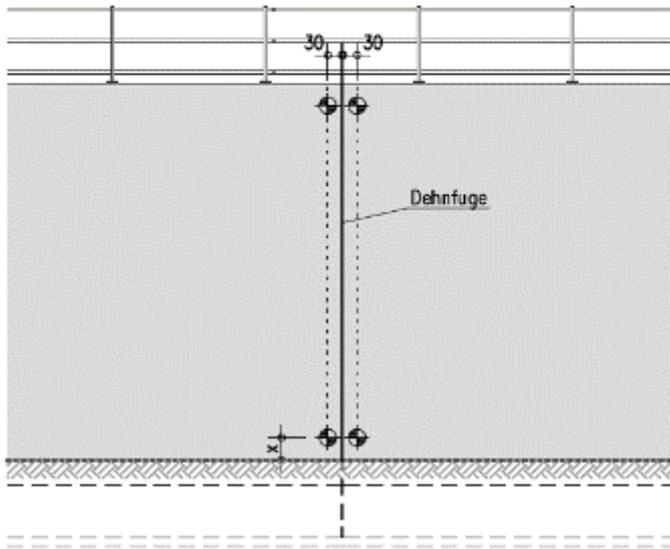
Kantenabfasung generell 2,0cm!

PLaPB - BR

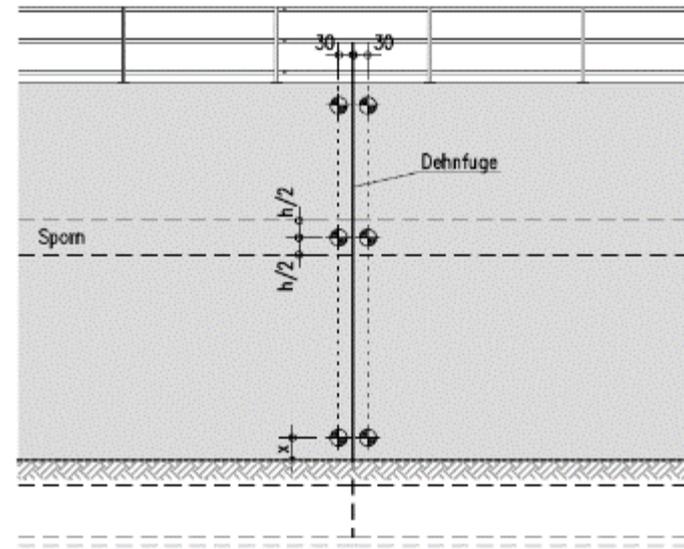
800.300.1537 Vermessungsbolzen:2015

Situierung Vermessungsbolzen an Stützmauern Im Regelfall

Ansicht Stützmauer



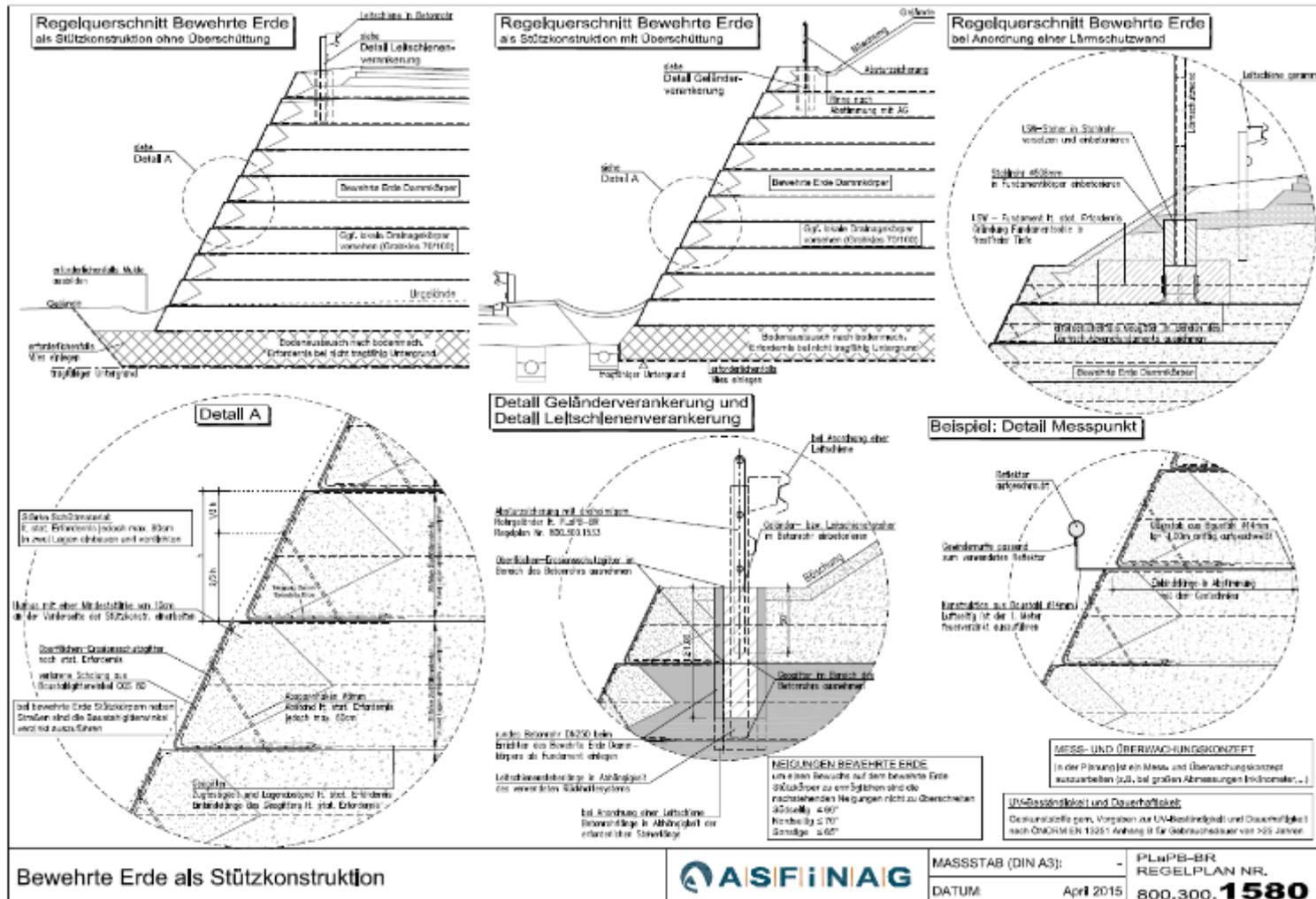
Ansicht Stützmauer mit rückseitigem Sporn



x.....50cm über Gelände

PLaPB - BR

800.300.1580 Bewehrte Erde als Stützkonstruktion:2015



Weitere Fachliteratur

- *Lutz Vogt, Untersuchungen zum Tragverhalten und Verbesserung der Standsicherheit von Stützmauern, IGT, Dresden, 1998*
- *Ulrich Smoltczyk, Wie sicher müssen Altbauten sein? Geotechnik, Ernst&Sohn, 1984/4*
- *Rudolf Wendt, Alte Stützmauern – Schäden und Sanierungsmöglichkeiten, Bautechnik 72, 1995*
- *Chris.R.I. Clayton, Retaining Structures, Cambridge, Thomas Telford, 1993*
- *Gerd Gudehus, Erwin Schwing, Erhaltung historischer bedeutsamer Bauwerke, Ernst&Sohn Berlin, 1987*
- *Chris.R.I. Clayton, J Milititsky, Earth pressure and earth retaining structures, Surrey University Press, London, 1986*
- *Hermann Stüssi, Vereinigung Schweizerischer Strassenfachmänner, Stützmauern: Grundlagen zur Berechnung und Konstruktion, Bemessungstabellen, Band 1, 1966*
- *James S. Tate, Surcharged and Different Forms of Retaining Walls, D. Van Nostrand, 1873*
- *Jacob J. Weyrauch, Retaining-walls for earth, 1886*
- *Dietrich Franke, Erddruck auf unnachgiebige Wände – Auswertung von Modellversuchen, Geotechnik, Essen, 1988*
- *Dietrich Franke, Berechnung von Stützwänden nach verschiedenen mechanischen Modellen, Ohde-Kolloquium, TU Dresden, 1989*
- *G. Wayne Clough und J. Michael Duncan, Earth Pressures. In Foundation Engineering Handbook, ed. H-Y. Fang, Van Nostrand Reinhold, New York, 1991*



asfinag.at