

K1 Kolloquium

Erfahrungsaustausch zur Planung, Bemessung und Ausführung von Verpressankern

Hamburg 21. September 2006

Bemessung von Verpressankern nach EAU 2004 und numerischen Verfahren

Dr. – Ing. Elfriede Ott, Dr. – Ing. Radu Schwab

Bundesanstalt für Wasserbau

BAW - DH / 2006-10 K1 Folie-Nr. 1



BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe · Hamburg · Ilmenau



Gliederung

Bemessung nach EAU

Neue Schleuse Lauenburg

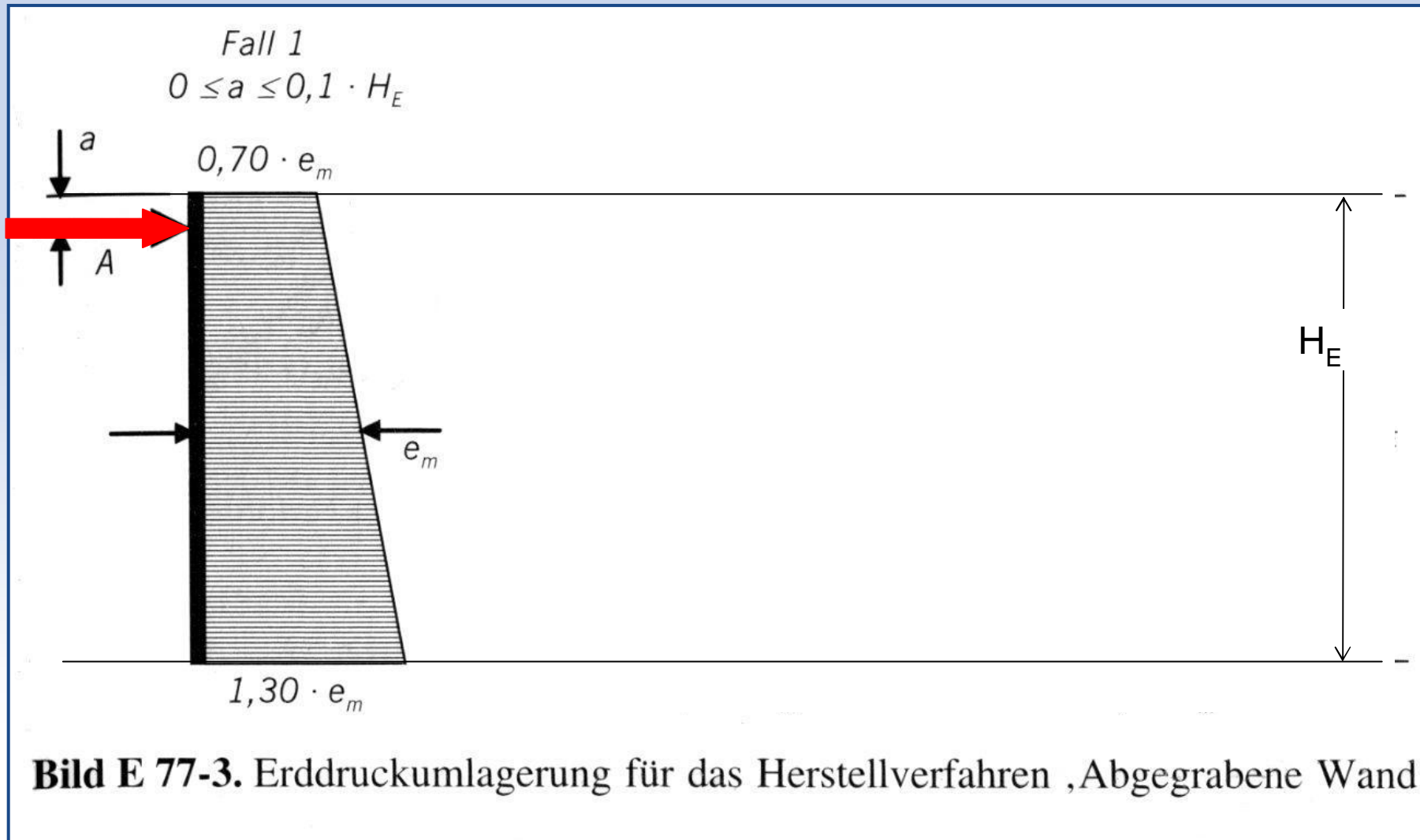
- ⇒ Modell mit einem Anker
- ⇒ Modell mit drei Ankern
- ⇒ Vergleich mit Ostermeyer und Ketteninklinometer

Südschleuse Sülfeld

- ⇒ Beeinflussung benachbarter Bauwerke (Nordschleuse)
- ⇒ Planungs-/baubegleitende Vorgehensweise ⇒ Planungsphase
- ⇒ Vergleich Prognose und Messungen

Fazit

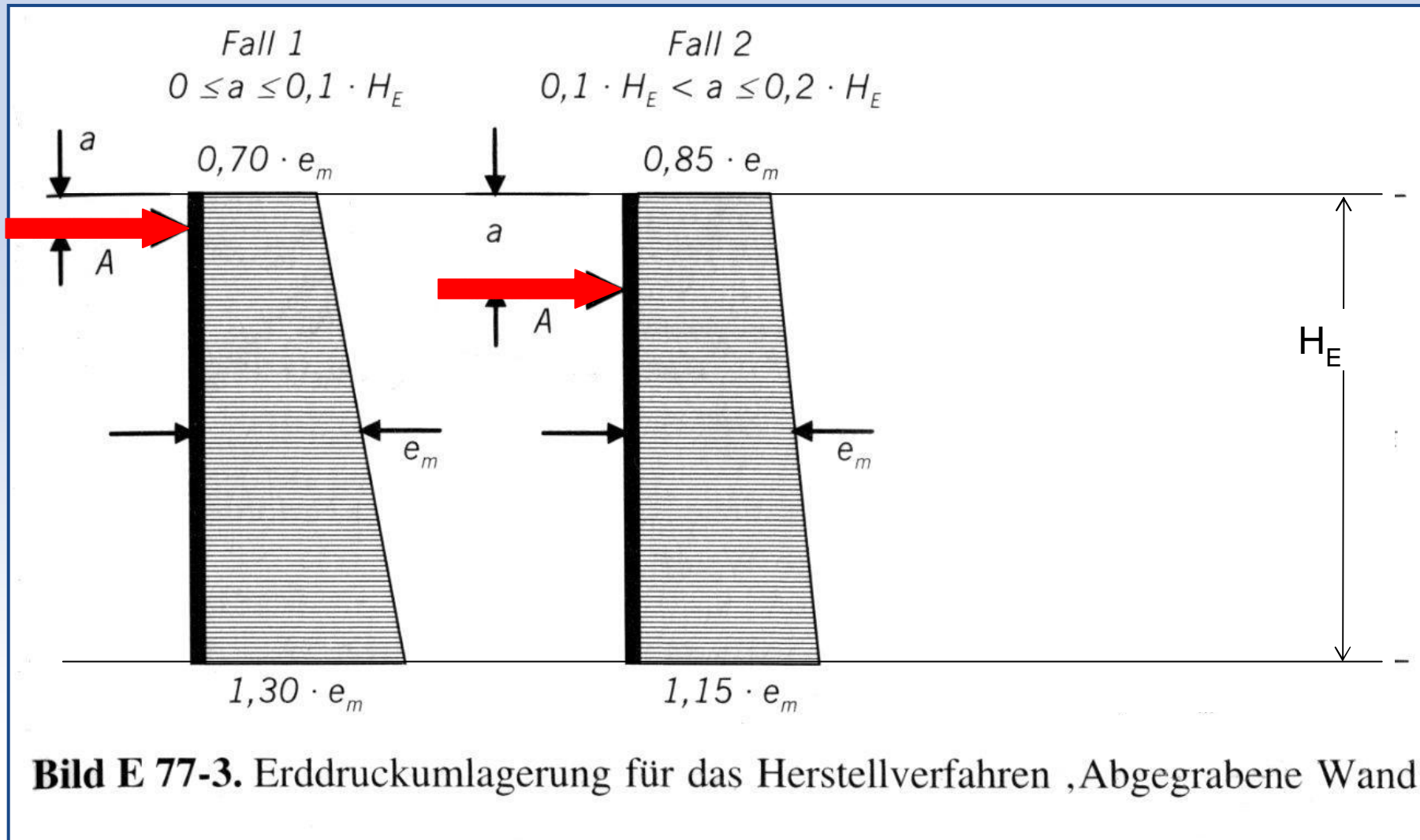
Belastungsbilder der EAU – abgegrabene Wand



BAW - DH / 2006-10 K1 Folie-Nr. 3



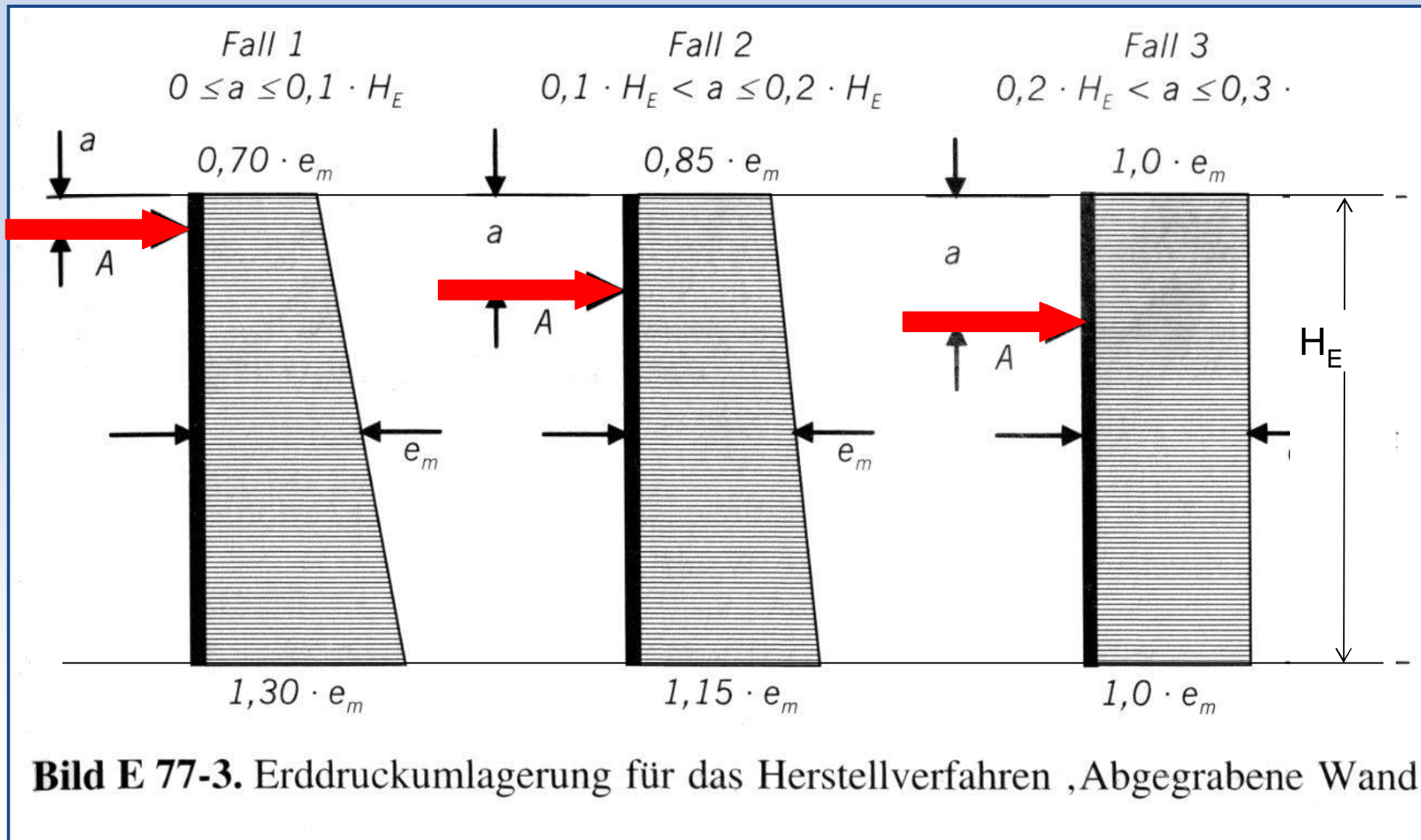
Belastungsbilder der EAU – abgegrabene Wand



BAW - DH / 2006-10 K1 Folie-Nr. 4



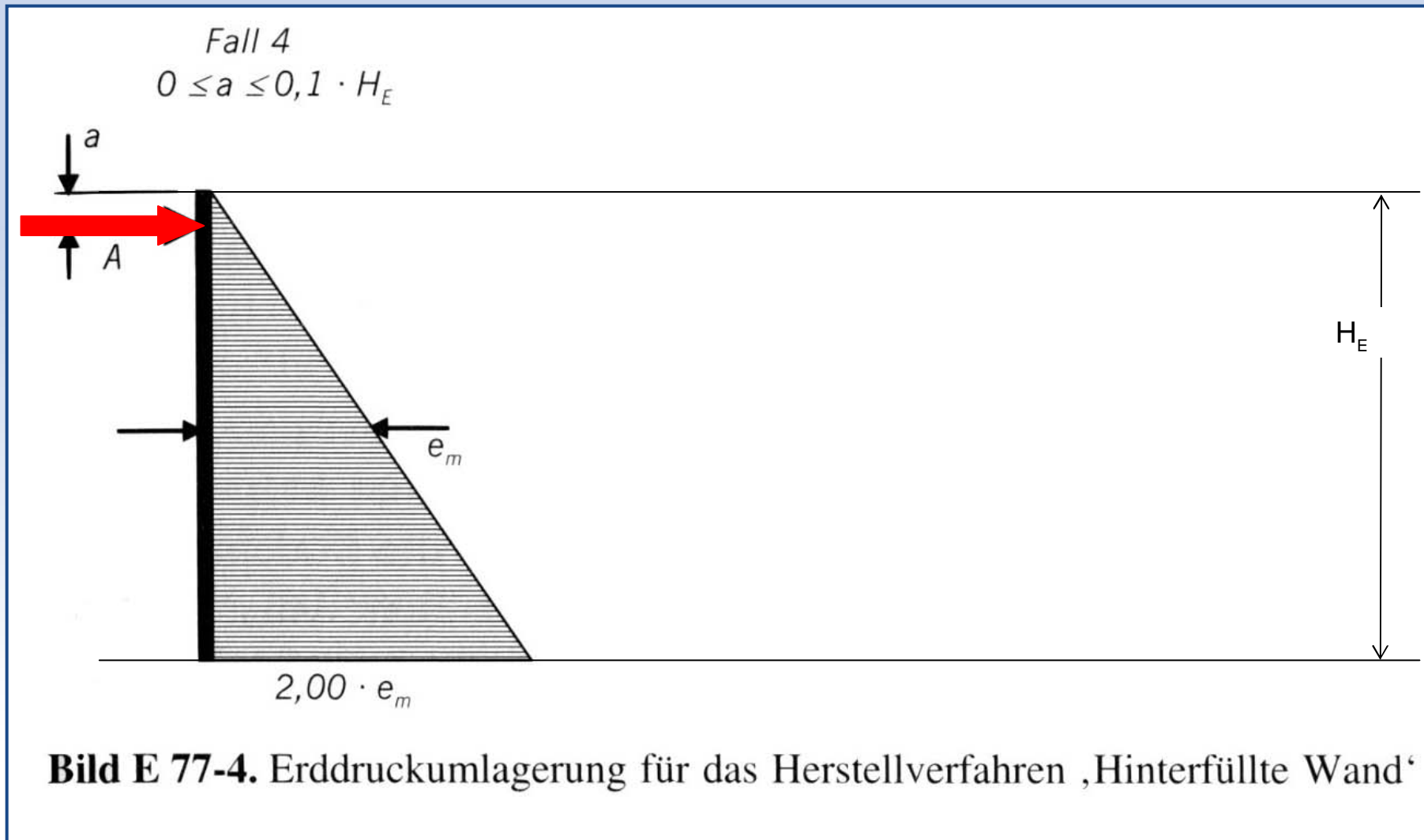
Belastungsbilder der EAU – abgegrabene Wand



BAW - DH / 2006-10 K1 Folie-Nr. 5



Belastungsbilder der EAU – hinterfüllte Wand



BAW - DH / 2006-10 K1 Folie-Nr. 6



Belastungsbilder der EAU – hinterfüllte Wand

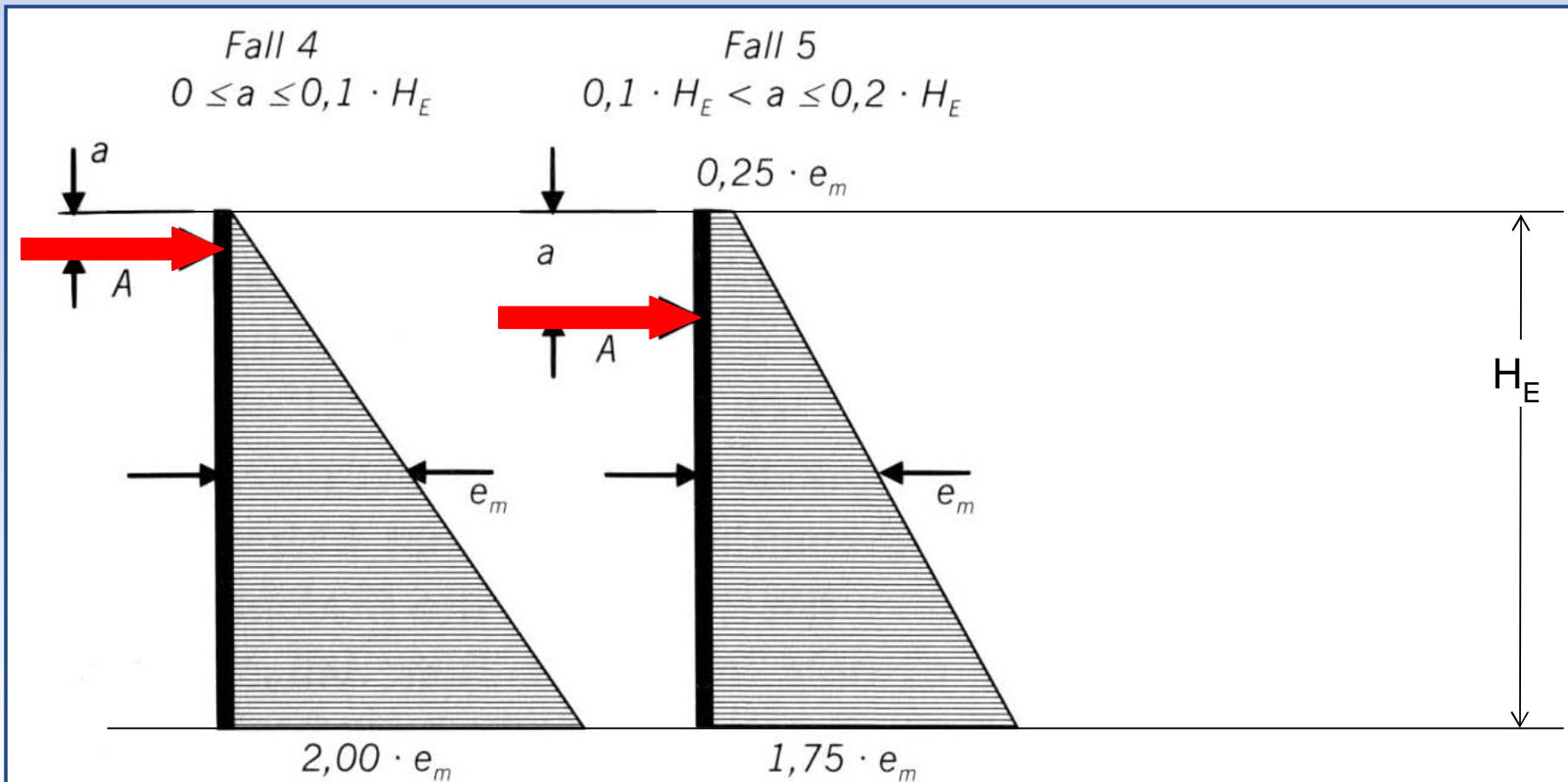
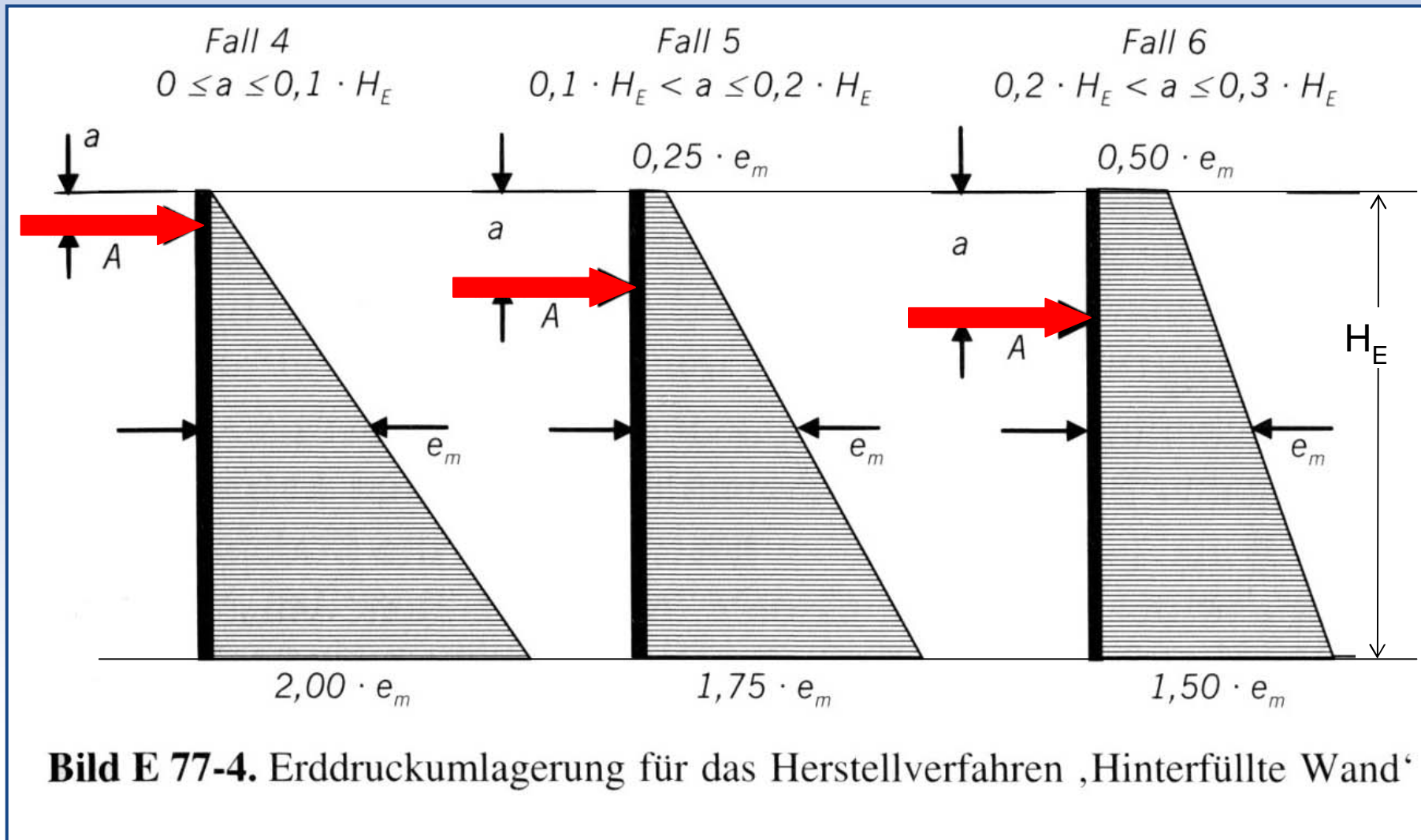


Bild E 77-4. Erddruckumlagerung für das Herstellverfahren ‚Hinterfüllte Wand‘

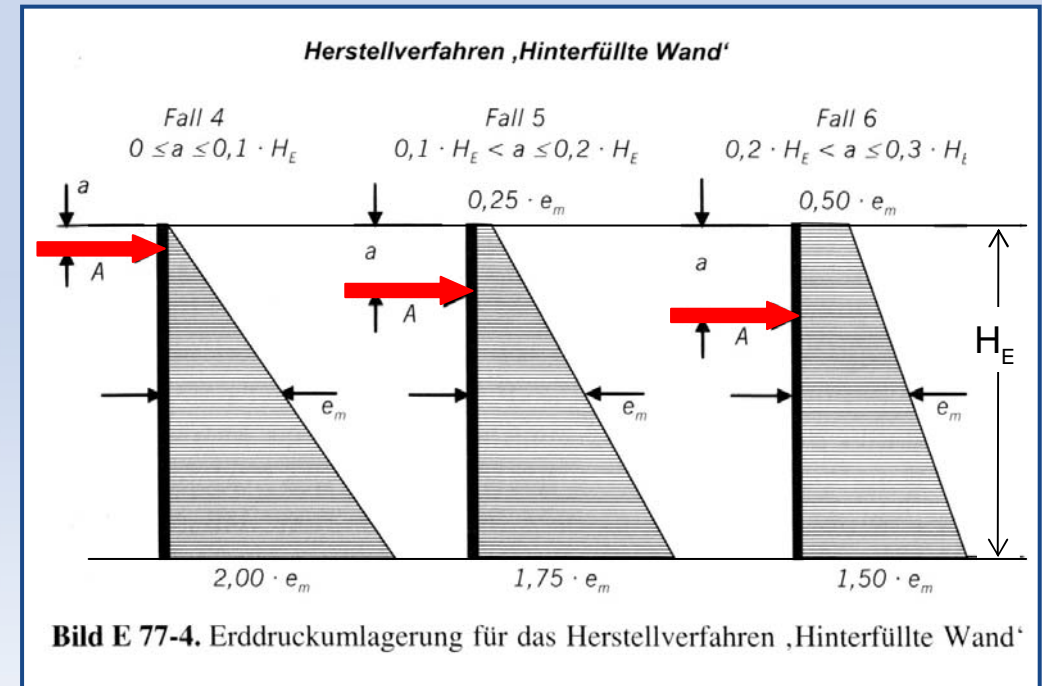
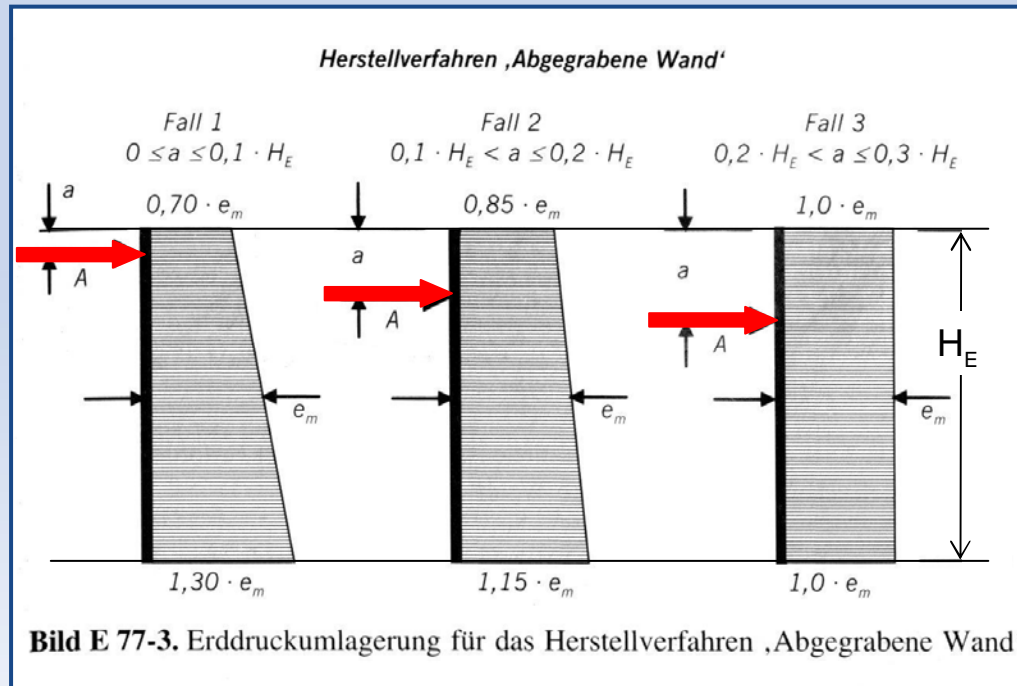
Belastungsbilder der EAU – hinterfüllte Wand



BAW - DH / 2006-10 K1 Folie-Nr. 8



Belastungsbilder der EAU

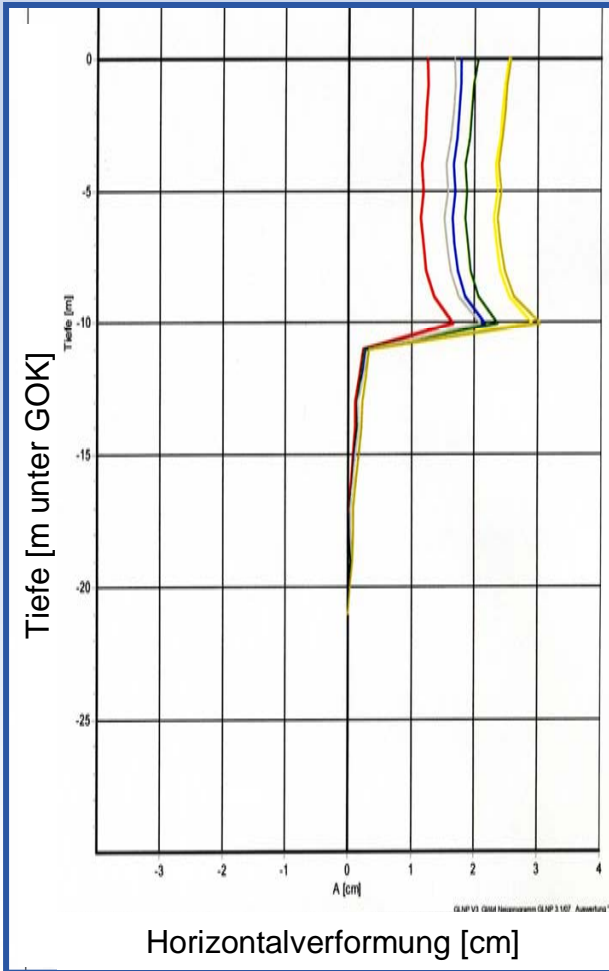


- EAU 2004 erlaubt Erddruckumlagerung ⇒ realitätsnah
- Erddruckfigur ist abhängig von der Lage des Ankers (Steife)
- Erddruckfigur ist abhängig von der Art der Herstellung

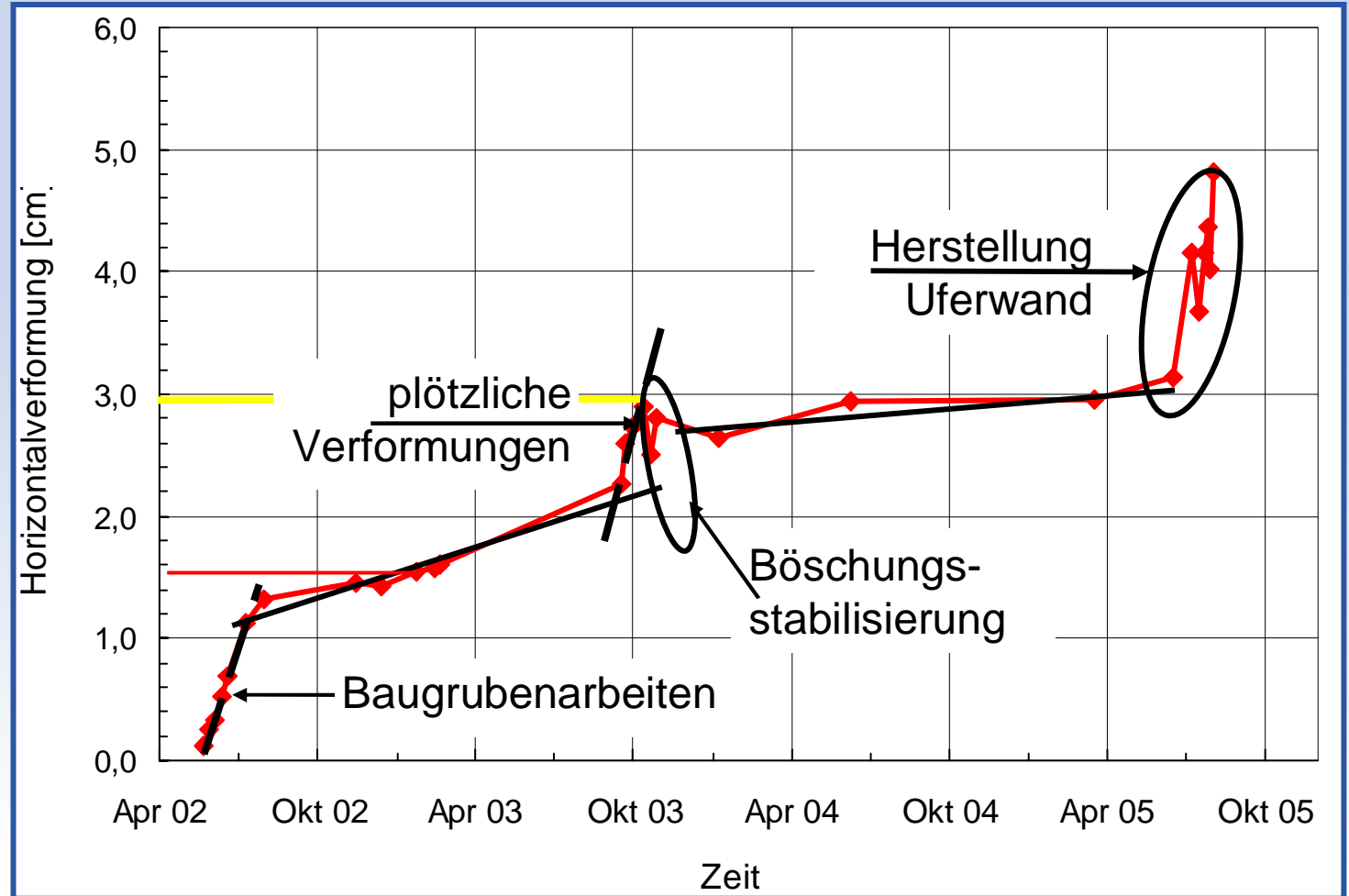
Alte und neue Schleuse Lauenburg - Draufsicht



Verformungen I 5 in der Gleitschicht

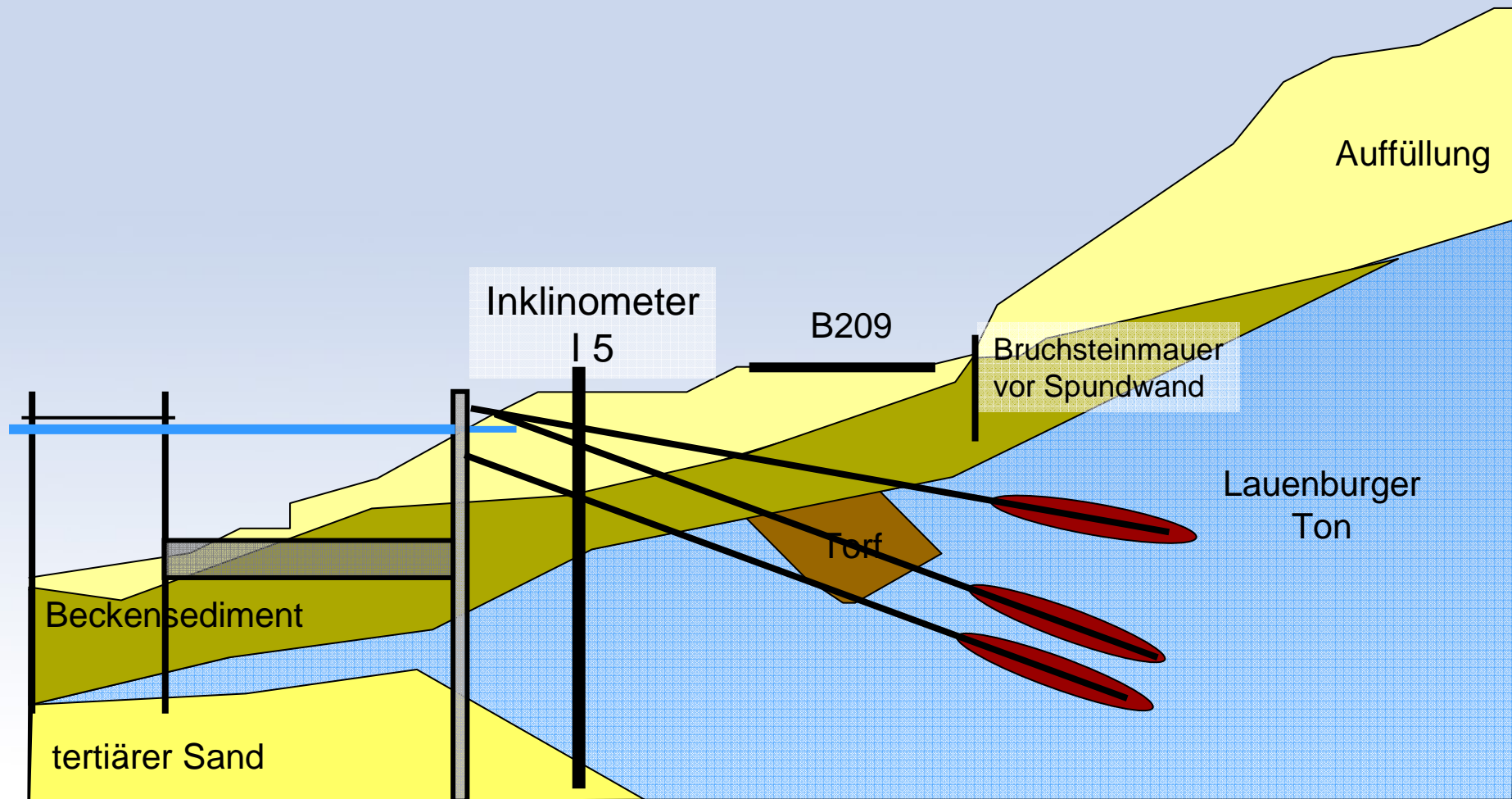


Inklinometer Verformung von I 5



Verformungen Inklinometer I 5 in der Tiefenlage von 10 m u. GOK

Geotechnischer Querschnitt und Verankerung



Vorgehensweise bei der Uferwand A 1.1

vermutete Rutschung:
Handlungsbedarf !!!

Belastung der Uferwand: FEM

Modell mit 1 Anker

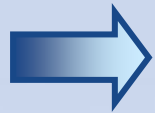
Modell mit 3 Ankern

Bemessung: analytisches Verfahren
(einfach gestütztes System, Bettungsmodulverfahren)

Modellierung eines Verpressankers



Eingangsparameter der 2 Modelle



Modell mit 1 Anker

Stahl: $2,9 \cdot 10^4$ kN/m, $I_{Sp} = 0,5$ m

Verpresskörper: $EA = 1 \cdot 10^5$ kN

Interface: $R_{inter} = 1,0$



Modell mit 3 Ankern

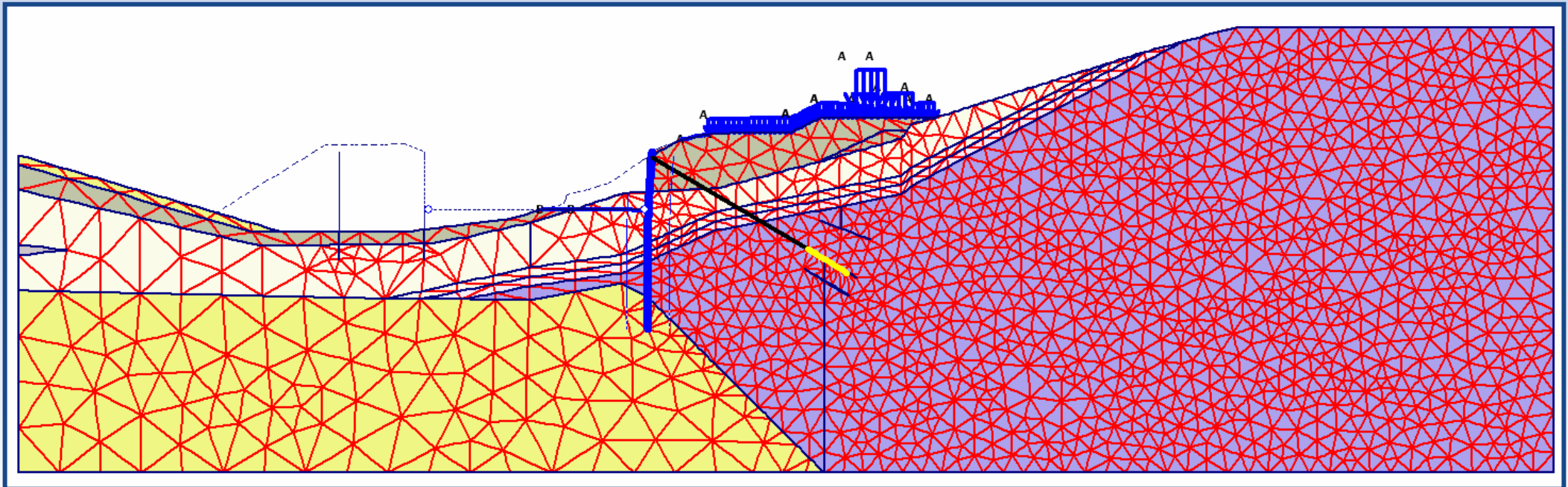
Stahl: $2,9 \cdot 10^4$ kN/m, $I_{Sp} = 1,5$ m

Verpresskörper: $EA = 1 \cdot 10^5$ kN/m

Interface: $R_{inter} = 1,0$

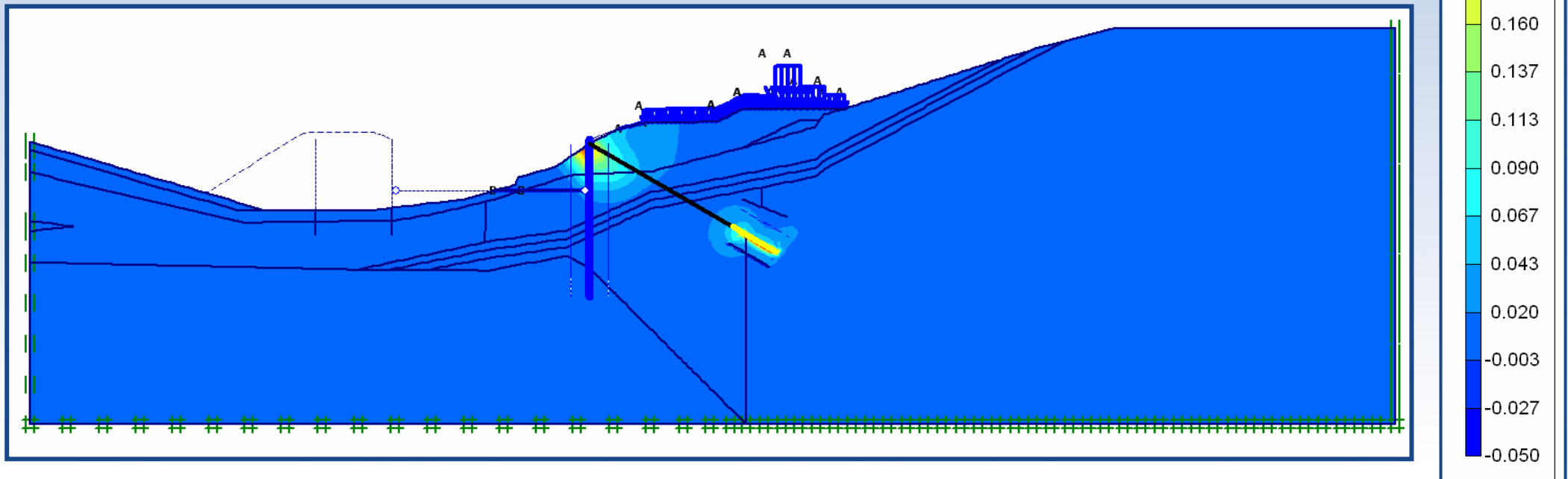
Modell 1 – 1 Ankerlage

Netz für die FE Berechnungen



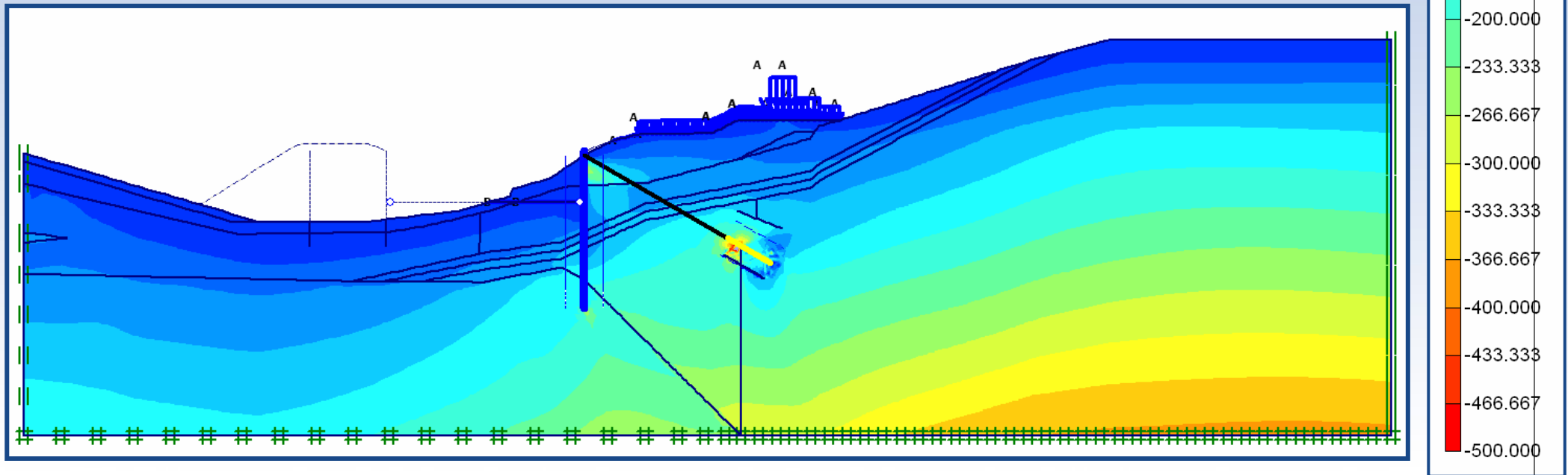
Modell 1 – 1 Ankerlage

Verformungsbild



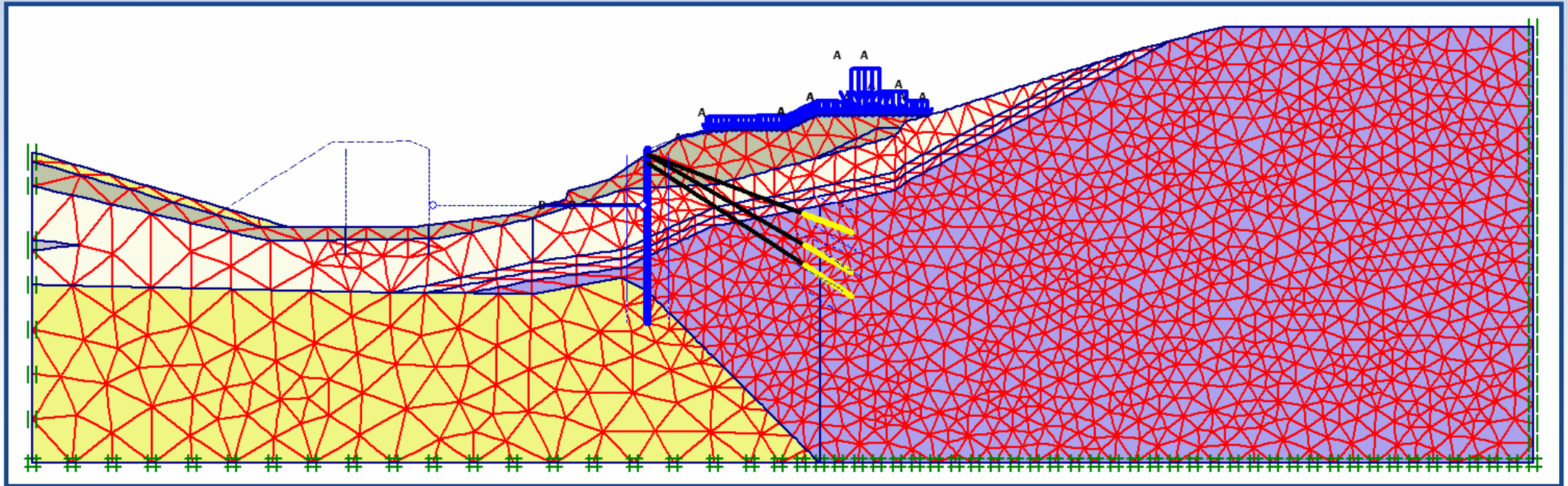
Modell 1 – 1 Ankerlage

Spannungsbild (effektive Hauptspannungen)



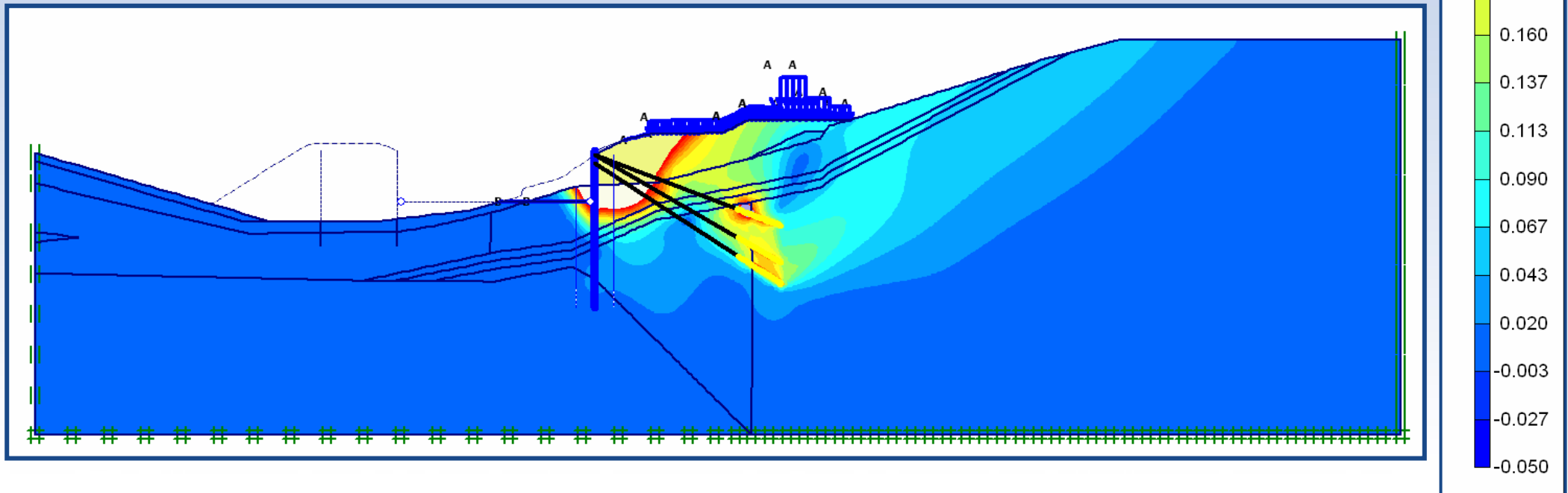
Modell 2 – Spreizung in 3 Ankerlagen

Netz für die FE Berechnungen

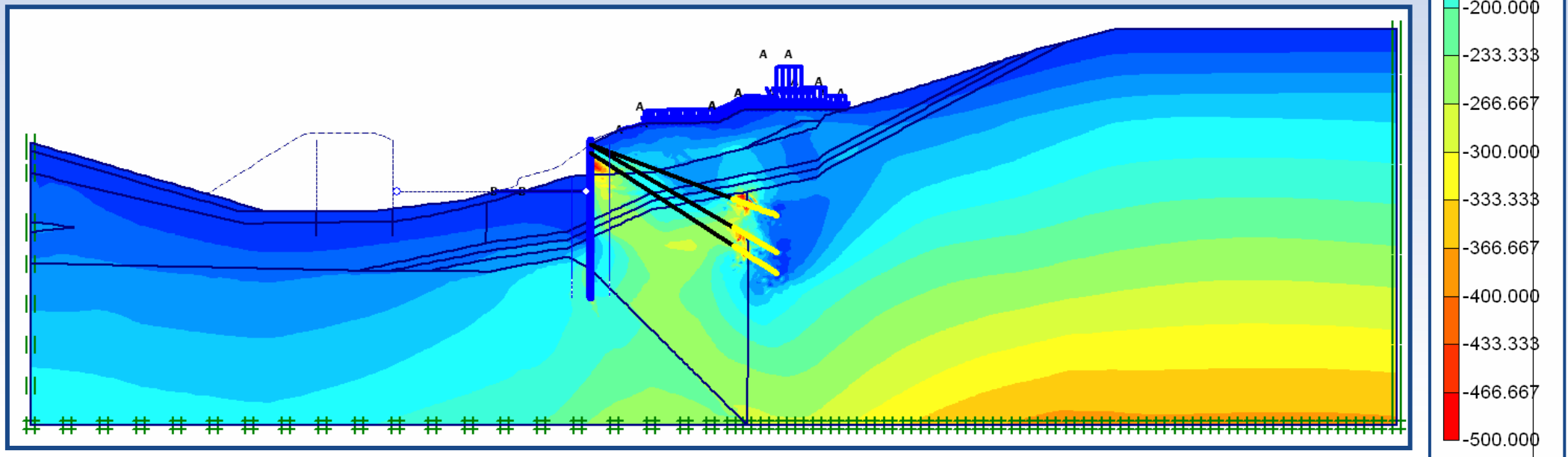


Modell 2 – Spreizung in 3 Ankerlagen

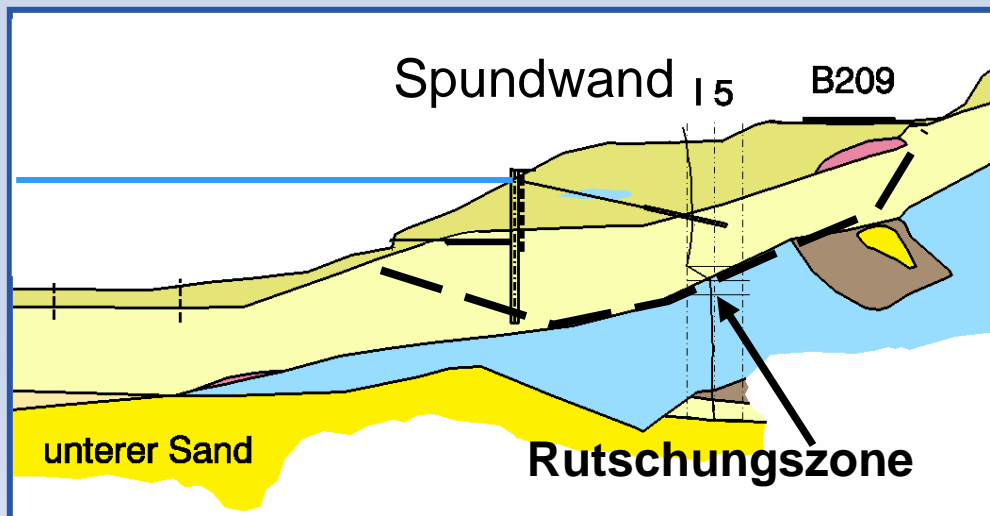
Verformungsbild



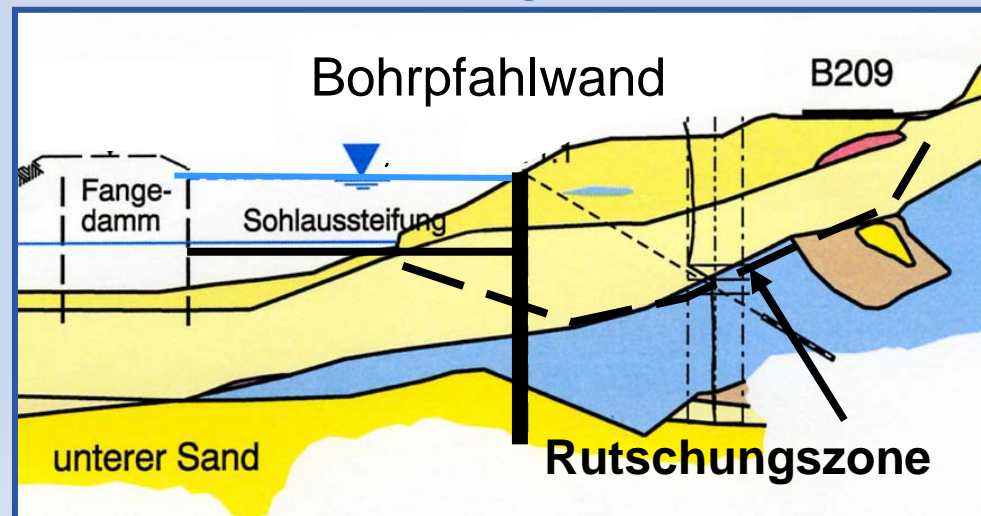
Modell 2 – Spreizung in 3 Ankerlagen Spannungsbild (effektive Spannungen)



Entwurf



Ausführung



Konstruktionsmerkmale

	$W = 1250 \text{ cm}^3$
Länge	11 m
Bemessungsmoment	230 kNm/m

$d = 1,0 \text{ m}; a = 1,5 \text{ m } a_s = 3800 \text{ kg/Pfahl}$
19 m
2350 kNm/m

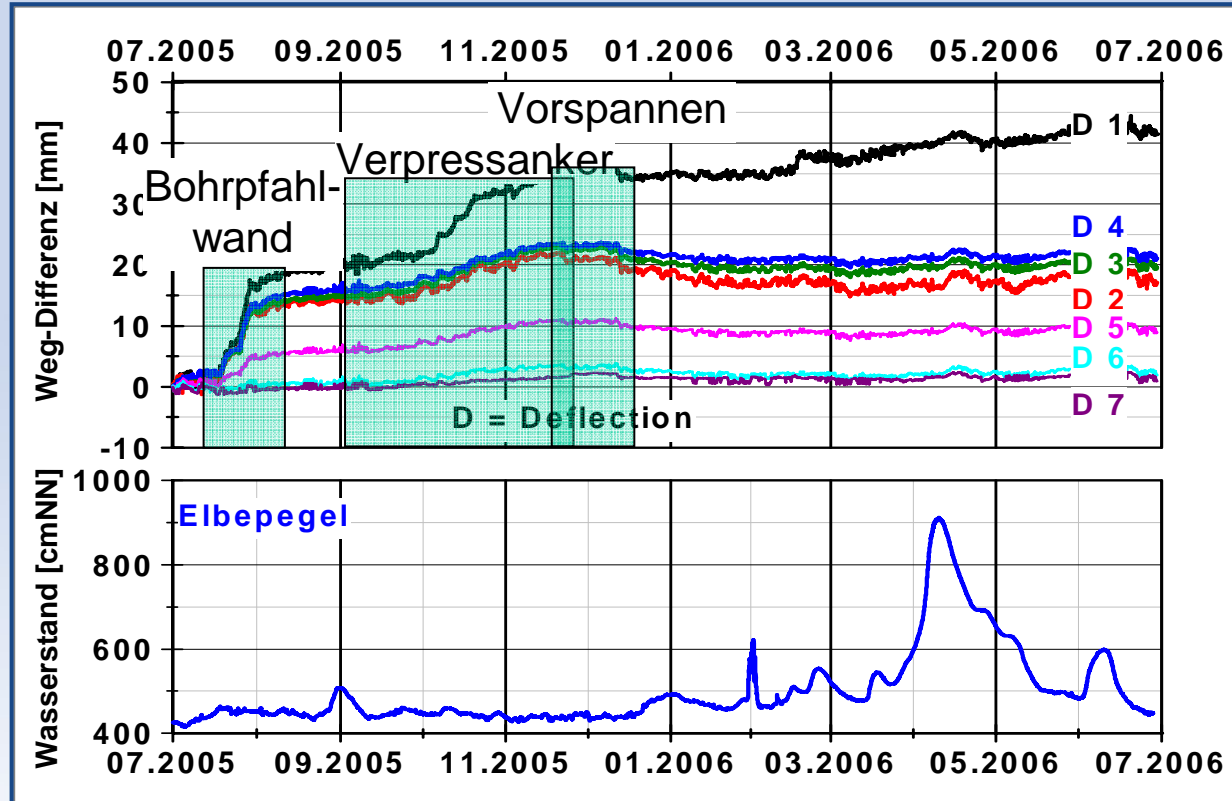
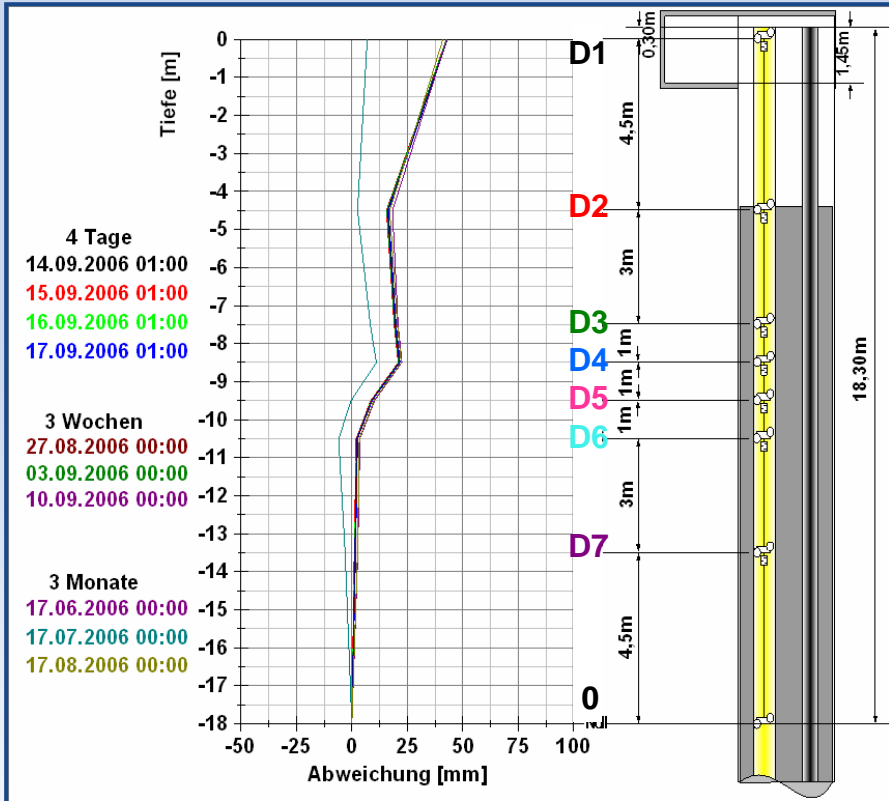
Verankerung

Ankerkräfte	102 kN/m	810 kN/m und eine Sohlaussteifung
Ankerlänge	15,5m	40 m
Ankerneigung	15°	20°
Abstand	2,0m	ca. 0,45 m

BAW - DH / 2006-10 K1 Folie-Nr. 22



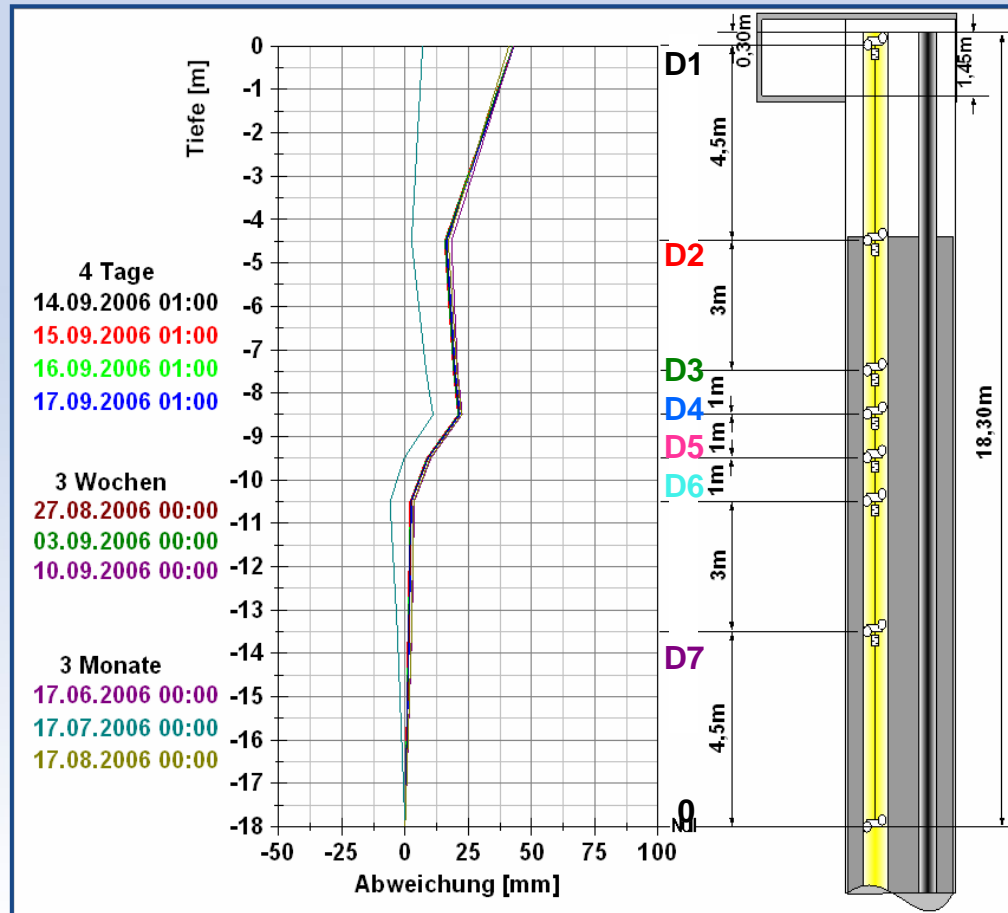
Messungen des Ketteninklinometers



Bauabläufe

Bohrpfähle	4.7-8.8	
Betonholm 1,7/1,8	8.8-30.9	
Ankerherstellung	30.8-22.11	
Festlegen der Anker	23.11-20.12	
Aushub vor der Wand und Sohlbetonage	01.03-01.05	

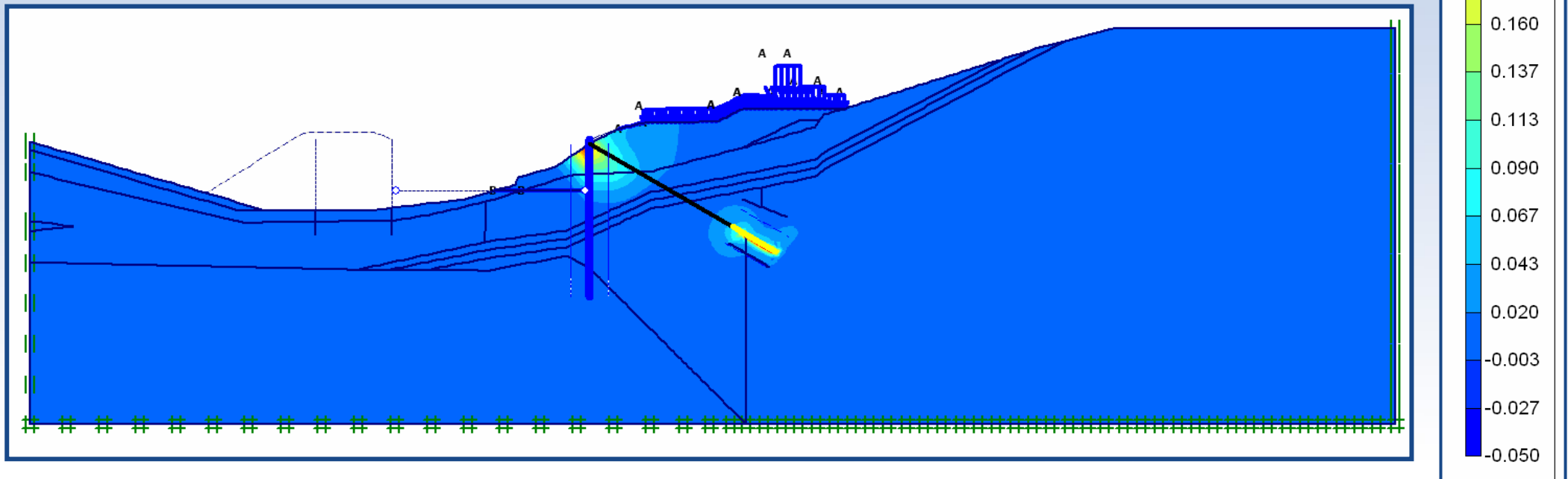
Vergleich Messungen und Berechnung



1 Anker mit Interface
max. u = 10 mm

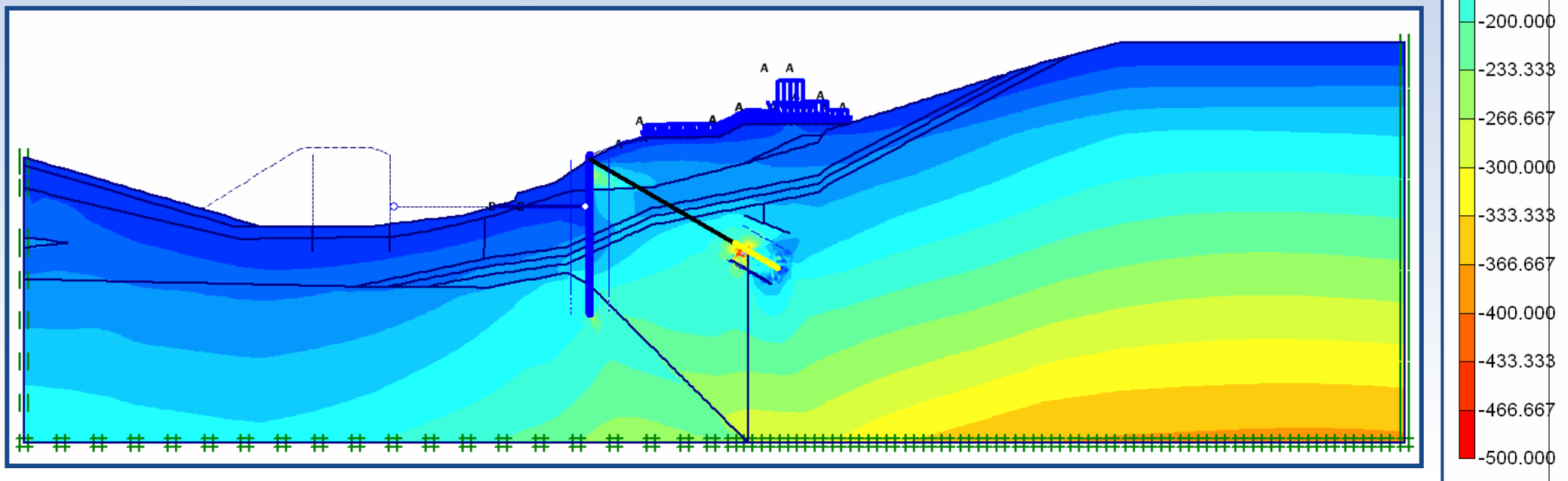
Modell 1 – 1 Ankerlage

Verformungsbild – mit Interface



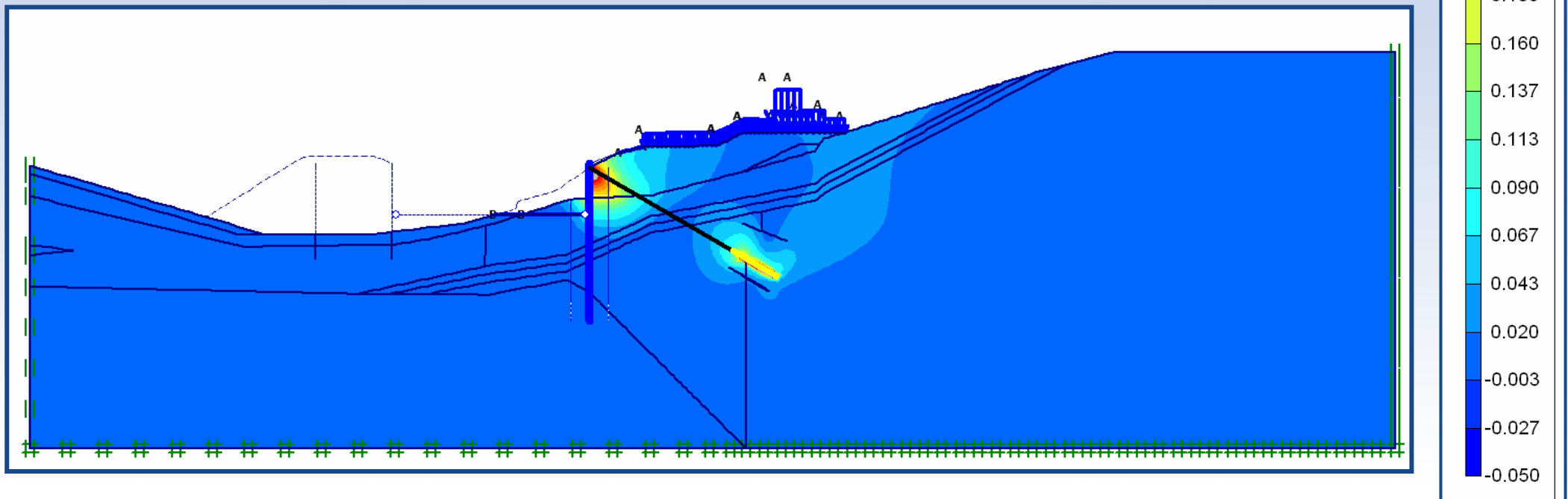
Modell 1 – 1 Ankerlage

Spannungsbild (effektive Hauptspannungen) – mit Interface



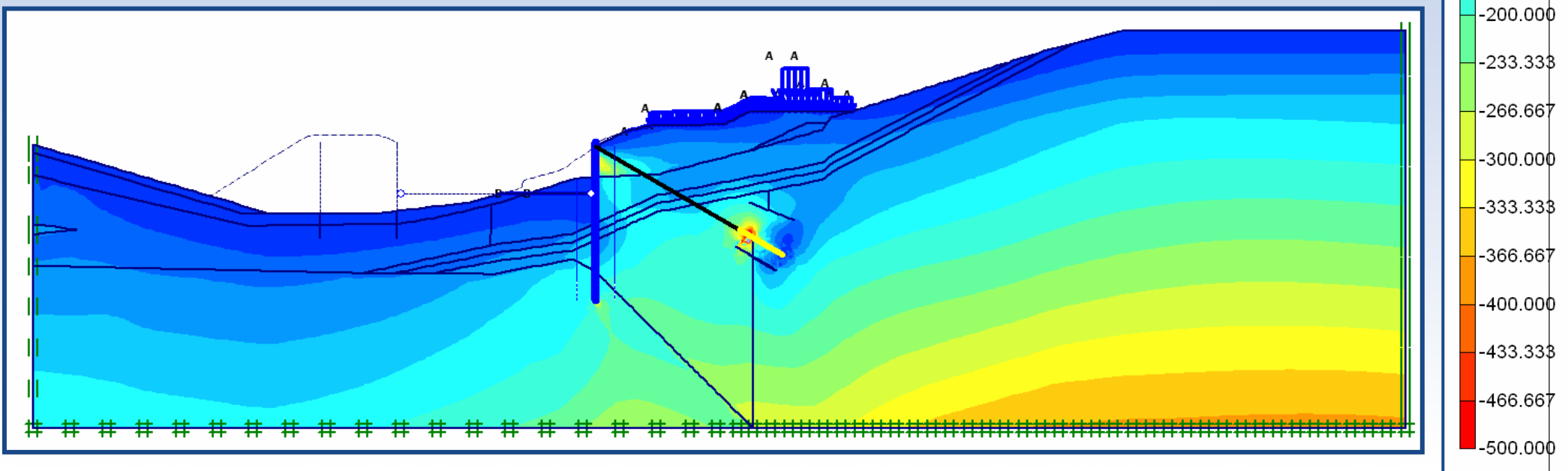
Modell 1 – 1 Ankerlage

Verformungsbild – ohne Interface

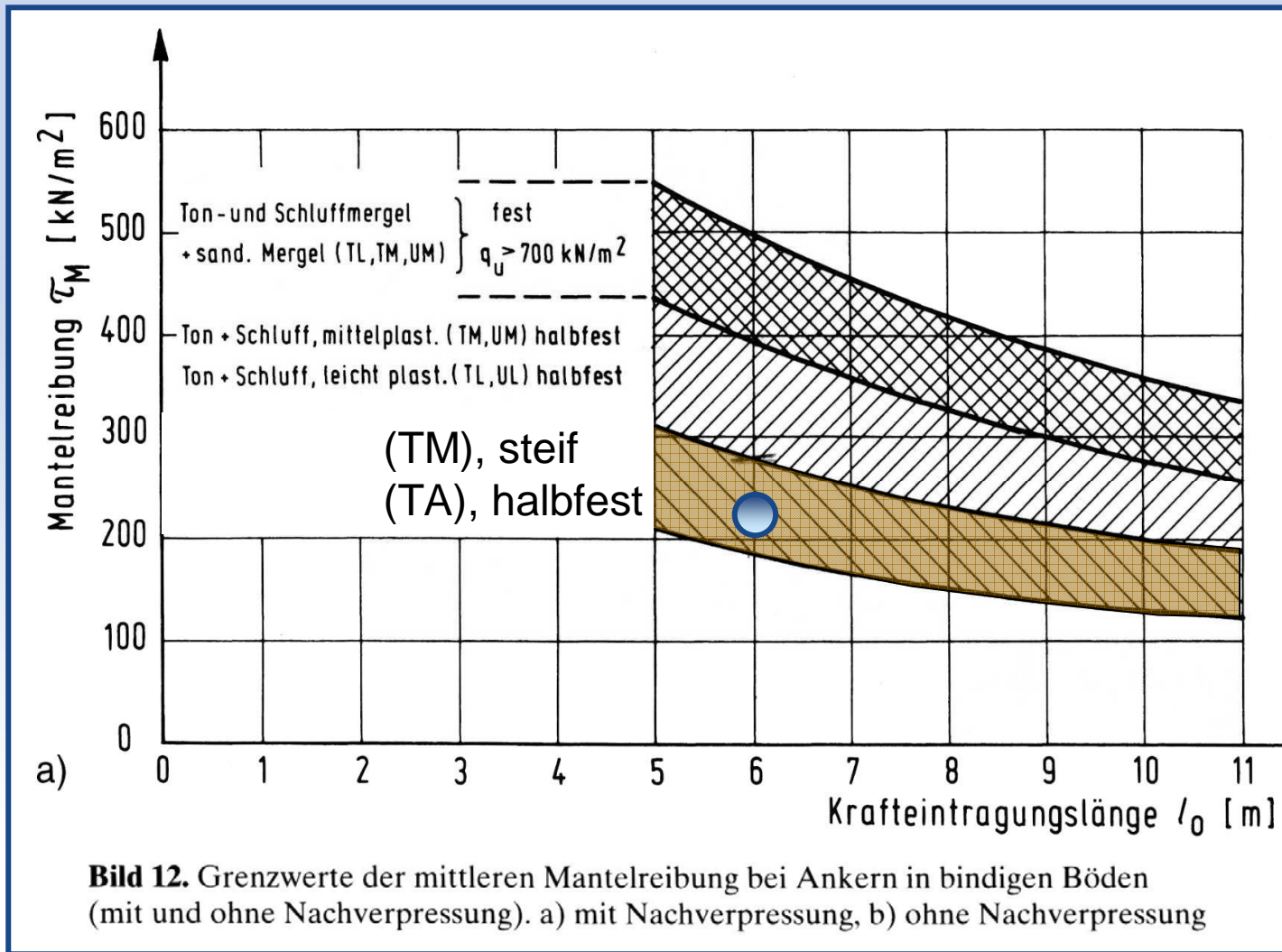


Modell 1 – 1 Ankerlage

Spannungsbild (effektive Spannungen) – ohne Interface



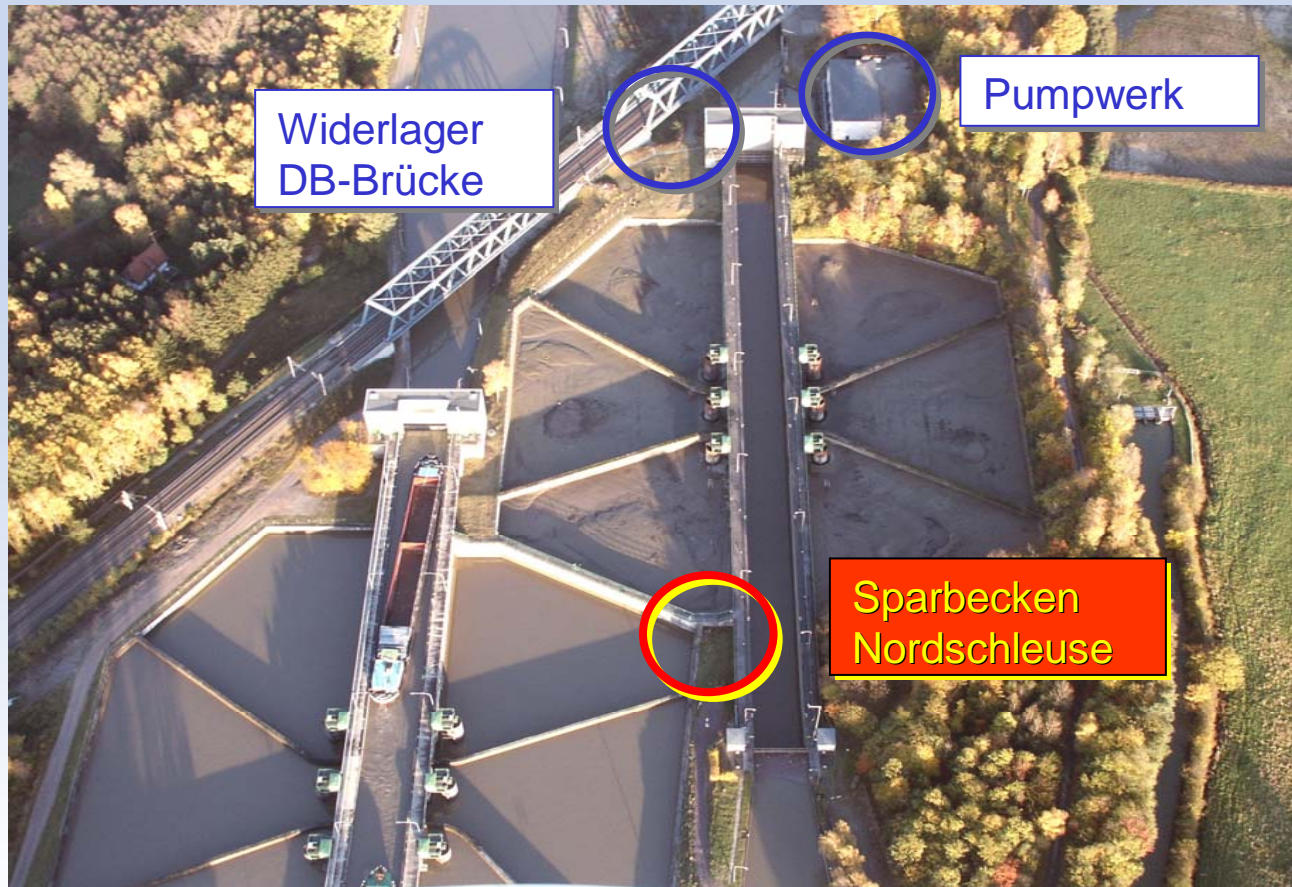
Bemessungsvorschlag nach Ostermeyer



Mantelreibung aus
FE Ergebnissen

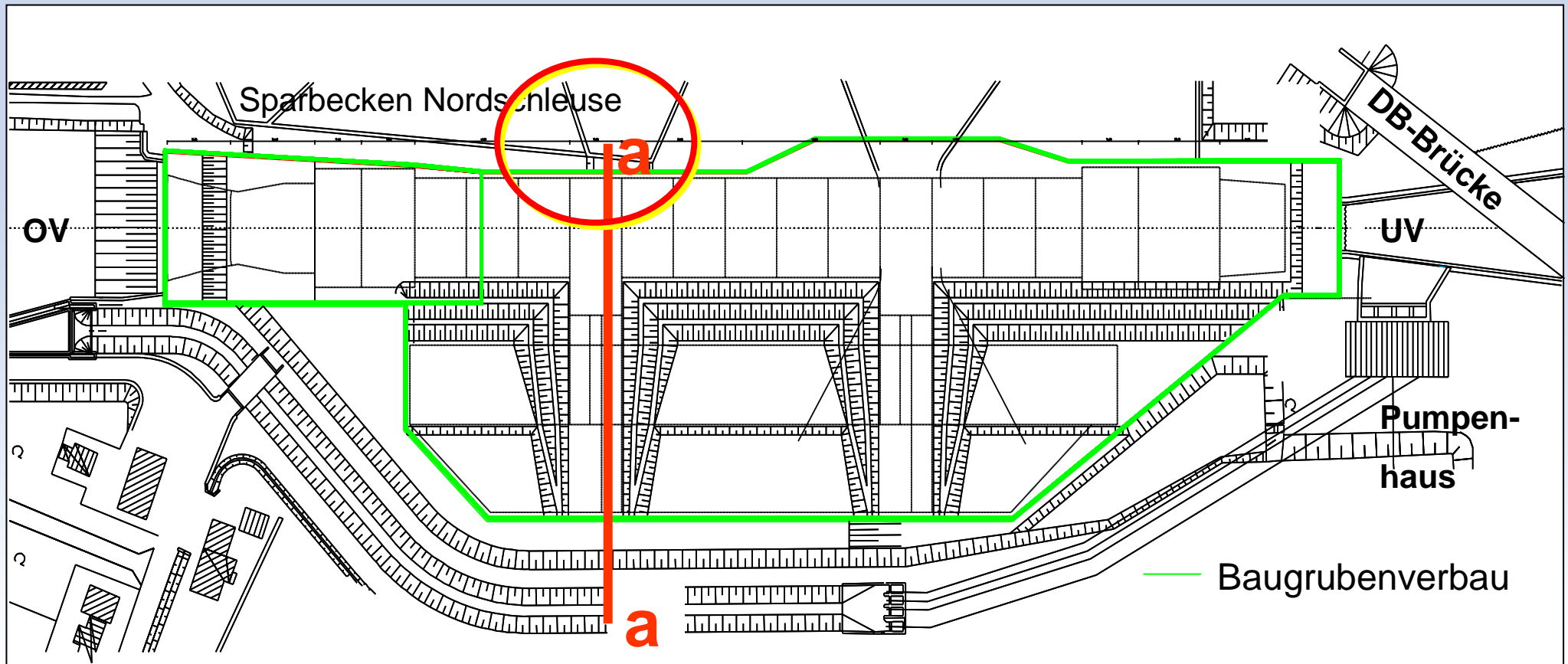
$\tau_{mf} = 230 \text{ kN/m}^2$ Modell 1

Südschleuse Sülfeld



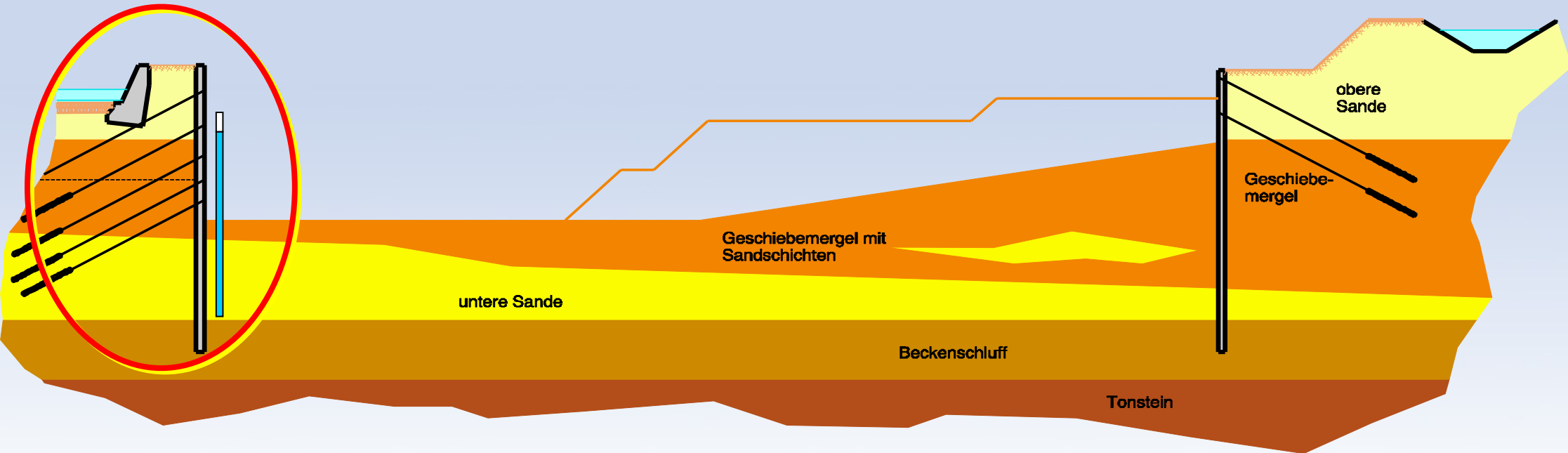
Nachbarbebauung

Planung Baugrube (2)



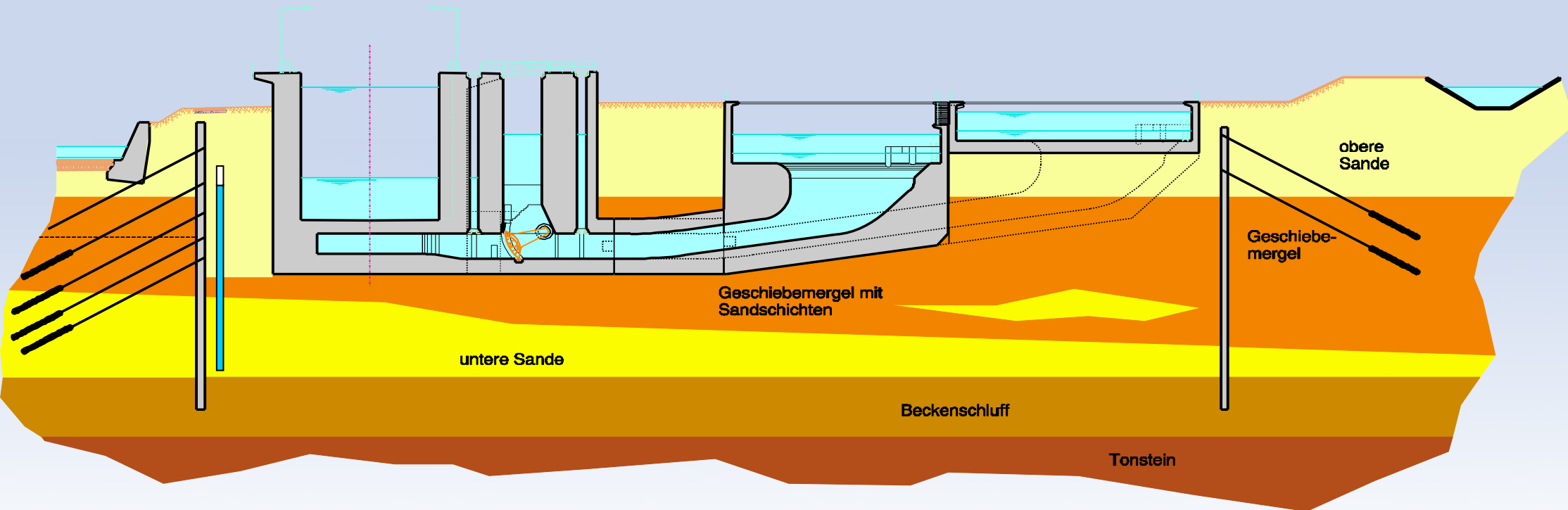
Baugrubendraufsicht

Planung Baugrube (3)



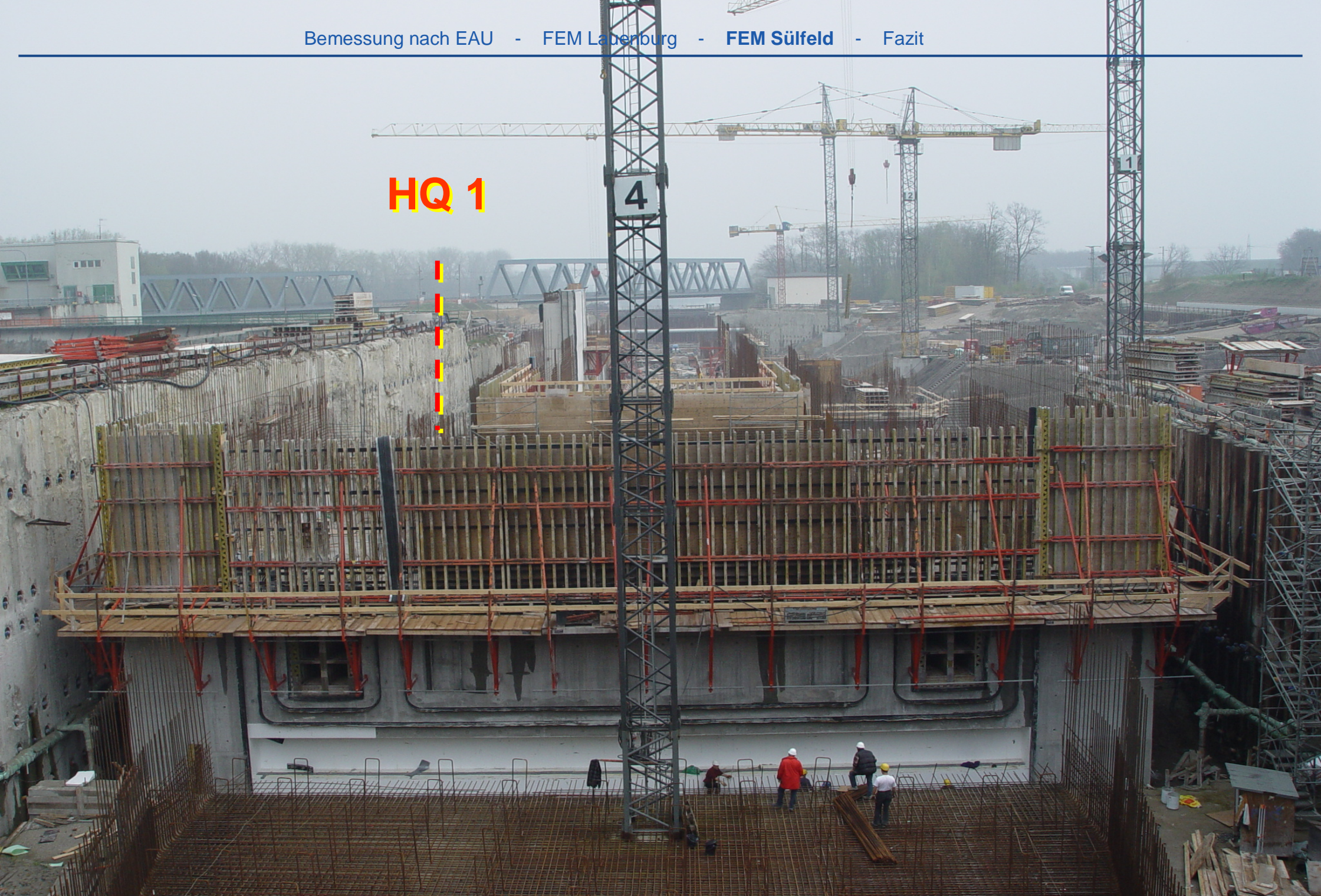
Schnitt a - a

Planung Baugrube (4)

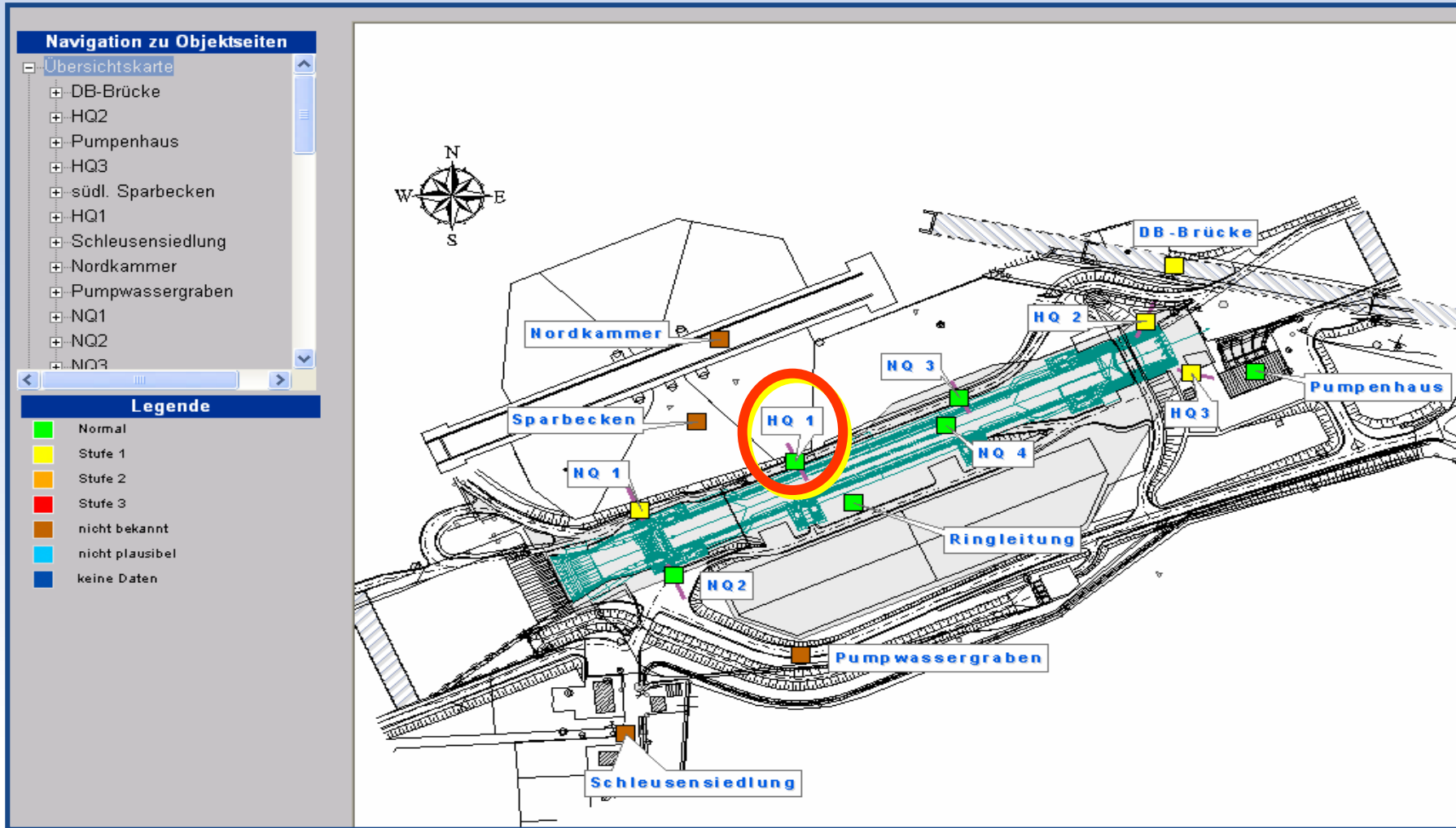


Schnitt a - a

HQ 1



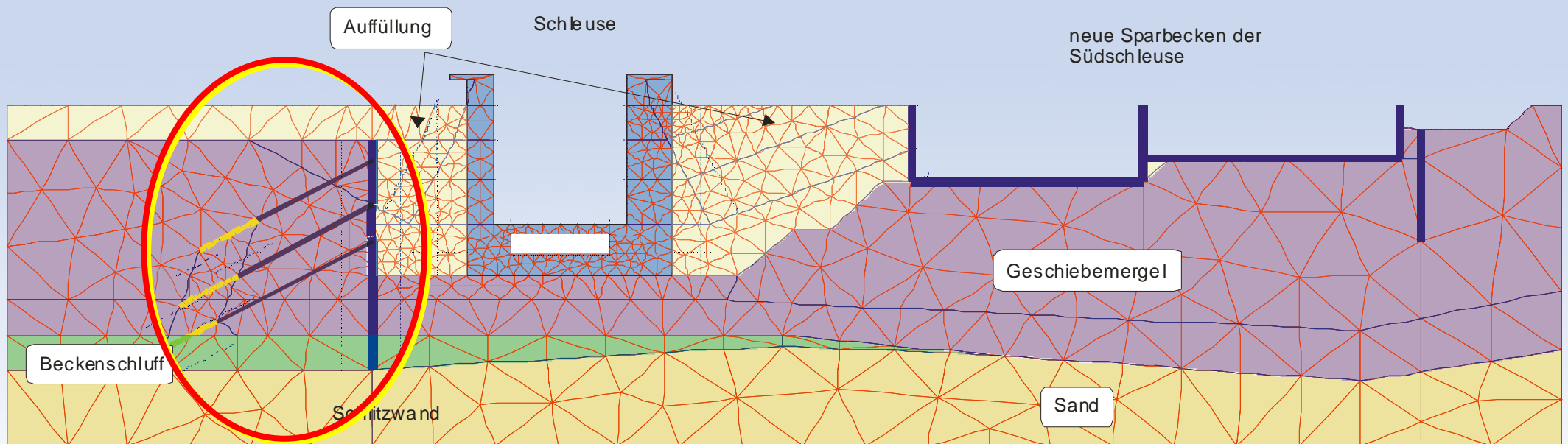
Messungen



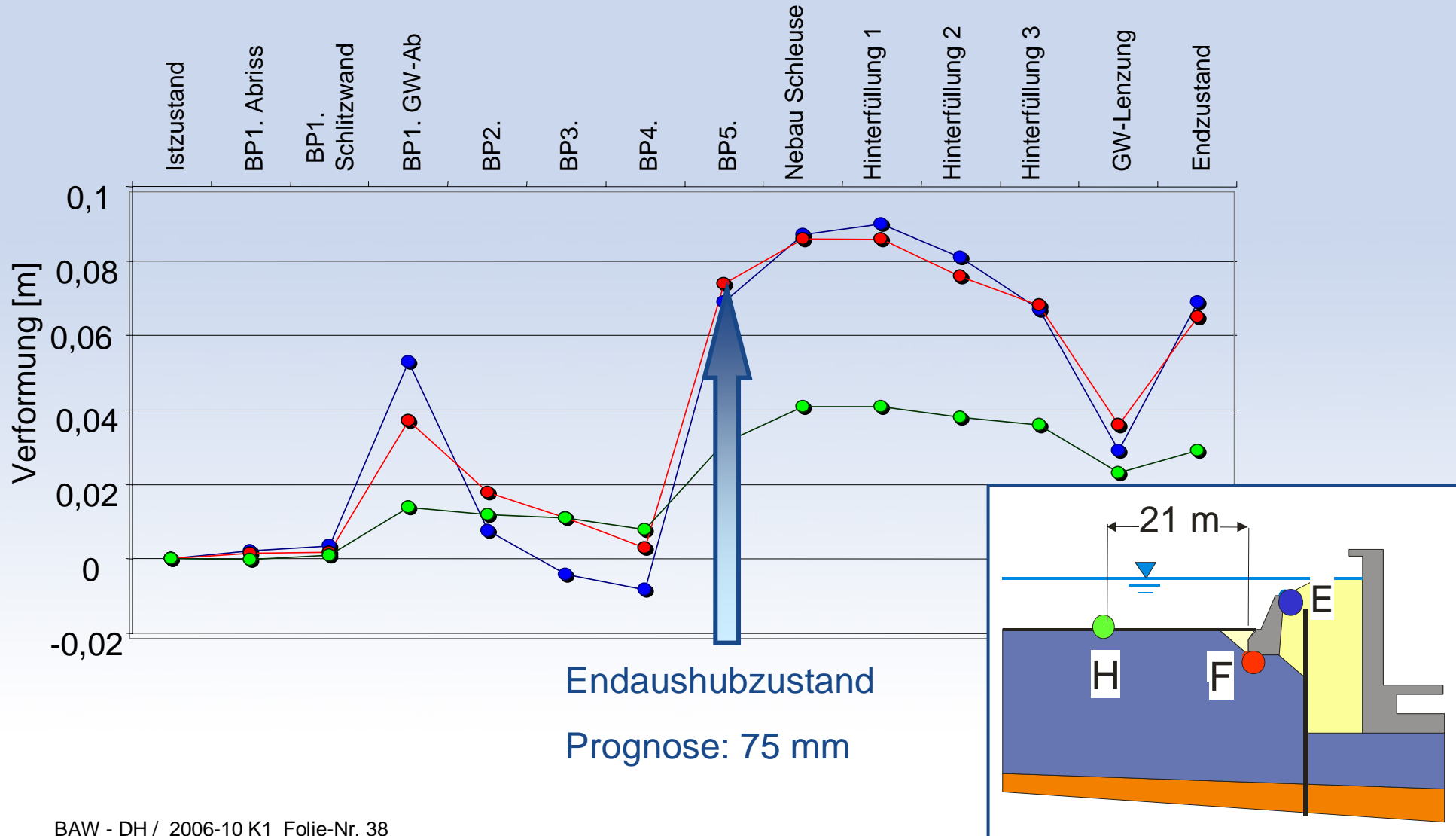
FE Berechnungen in der Entwurfsphase

Ziele	<ul style="list-style-type: none"> • Abschätzung des Verhaltens • (Festlegung der Ziele der Messungen)
FE-Modell	<ul style="list-style-type: none"> • wenig detailliert, nur die Haupteigenschaften des Systems
Kennwerte	<ul style="list-style-type: none"> • Erste Kalibrierung der Kennwerte anhand von Laboruntersuchungen, Korrelationen und Beobachtungen • Kennwerte auf der sicheren Seite
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • erste Verformungsprognose • Last- und Bettungsziffern

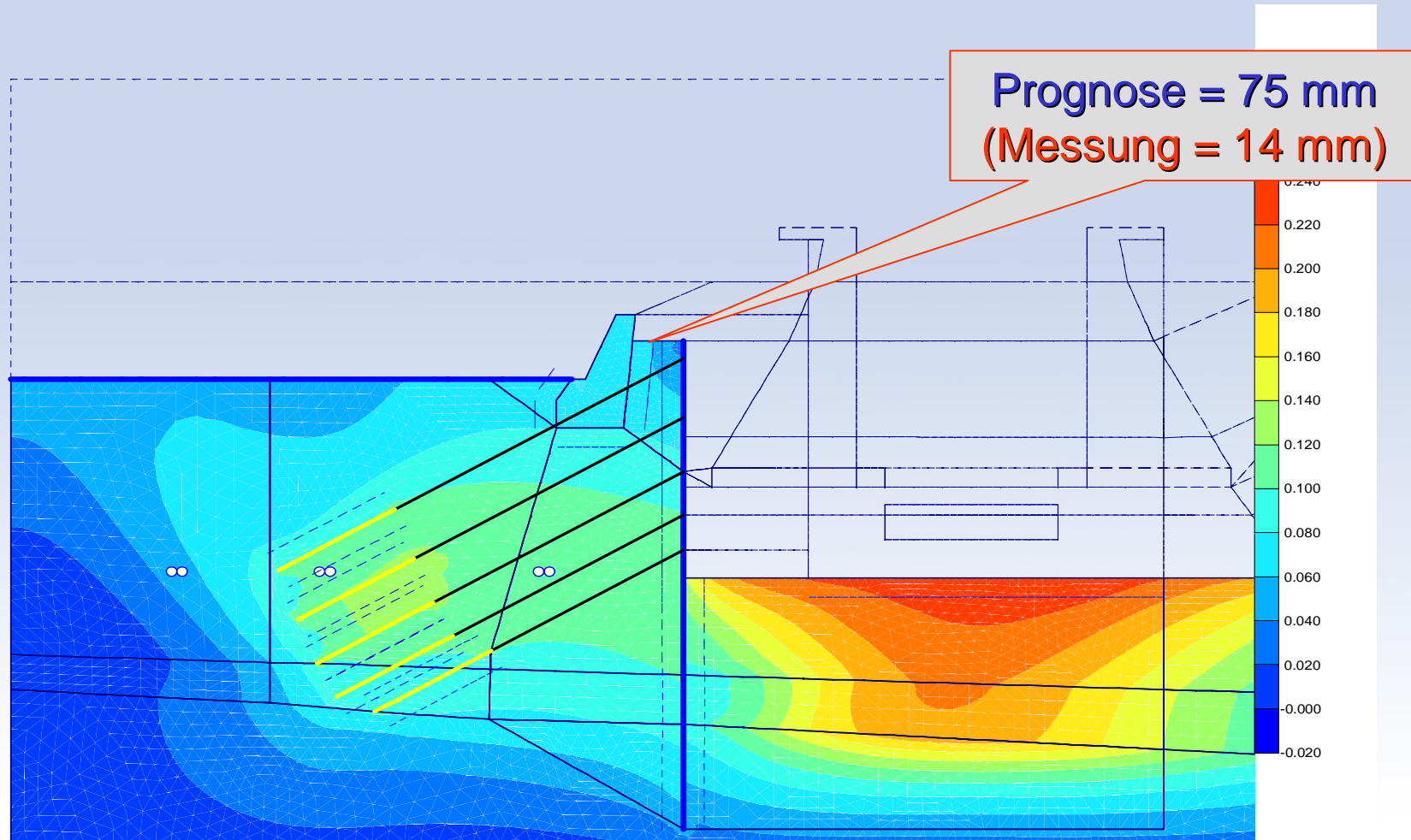
Entwurfsphase 1 – FE-Netz



Entwurfsphase – horizontale Verformungen



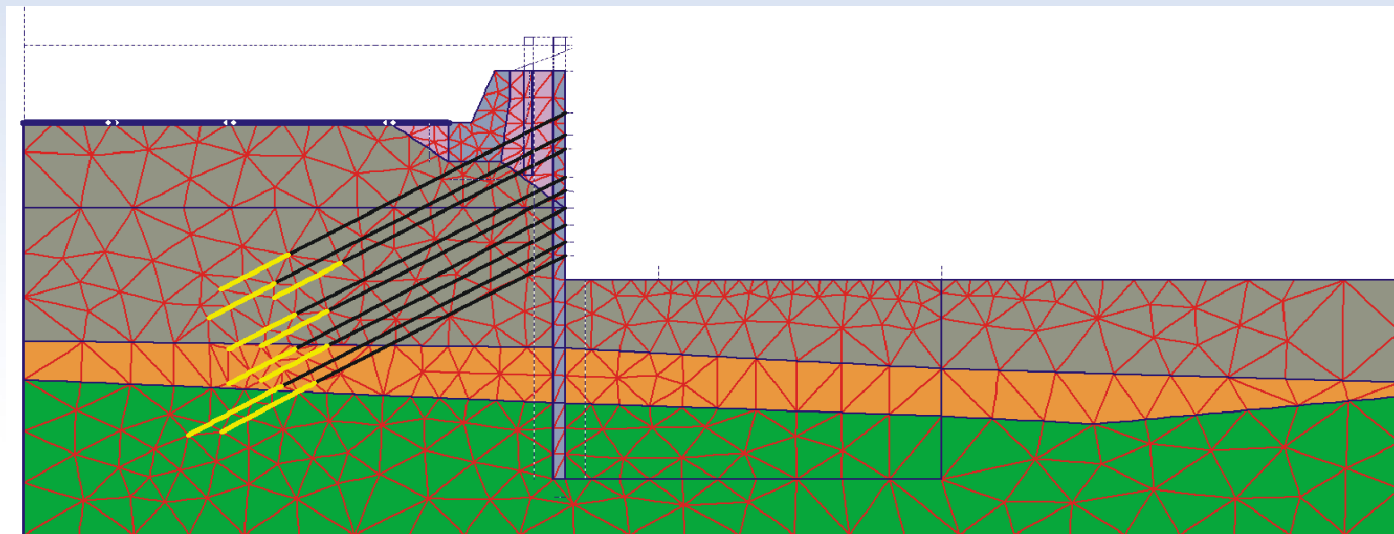
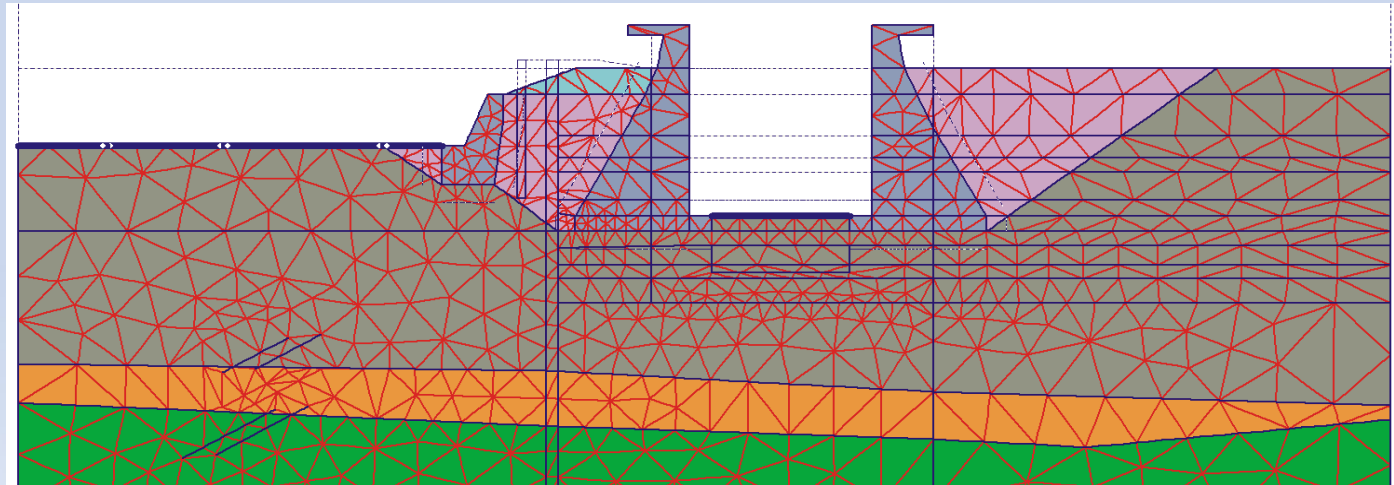
Entwurfsphase 2 – horizontale Verformungen



FE Berechnungen in der Ausführungsphase

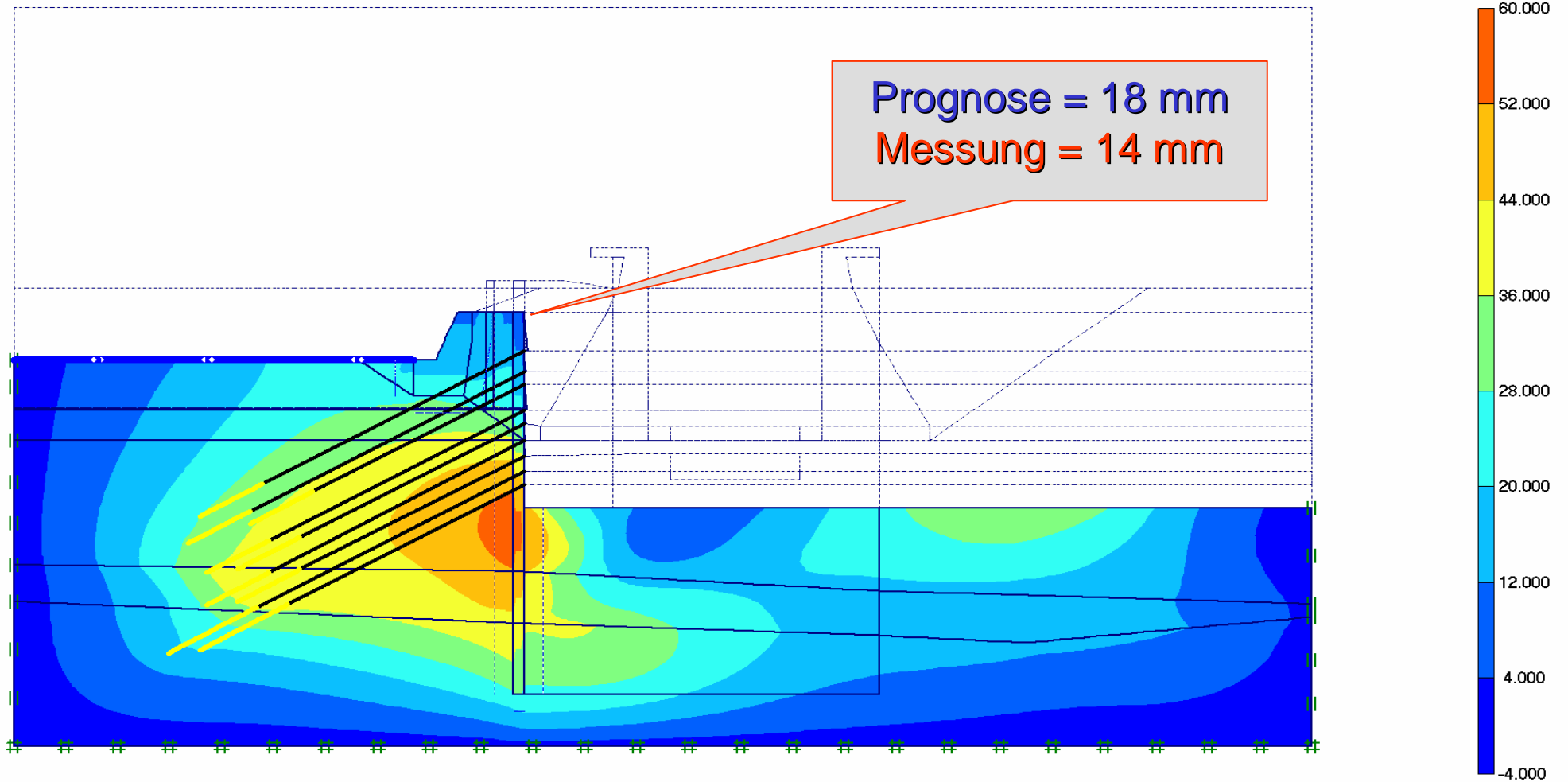
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung der Bauwerk-Boden-Wechselwirkung
FE-Modell	<ul style="list-style-type: none"> • Detailliert • Berücksichtigung der konstruktiven Änderungen
Kennwerte	<ul style="list-style-type: none"> • in Entwurfsphase ermittelt
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Detailinformationen für die Bemessung der Bauteile • zweite Verformungsprognose

Ausführungsphase – FE-Netz

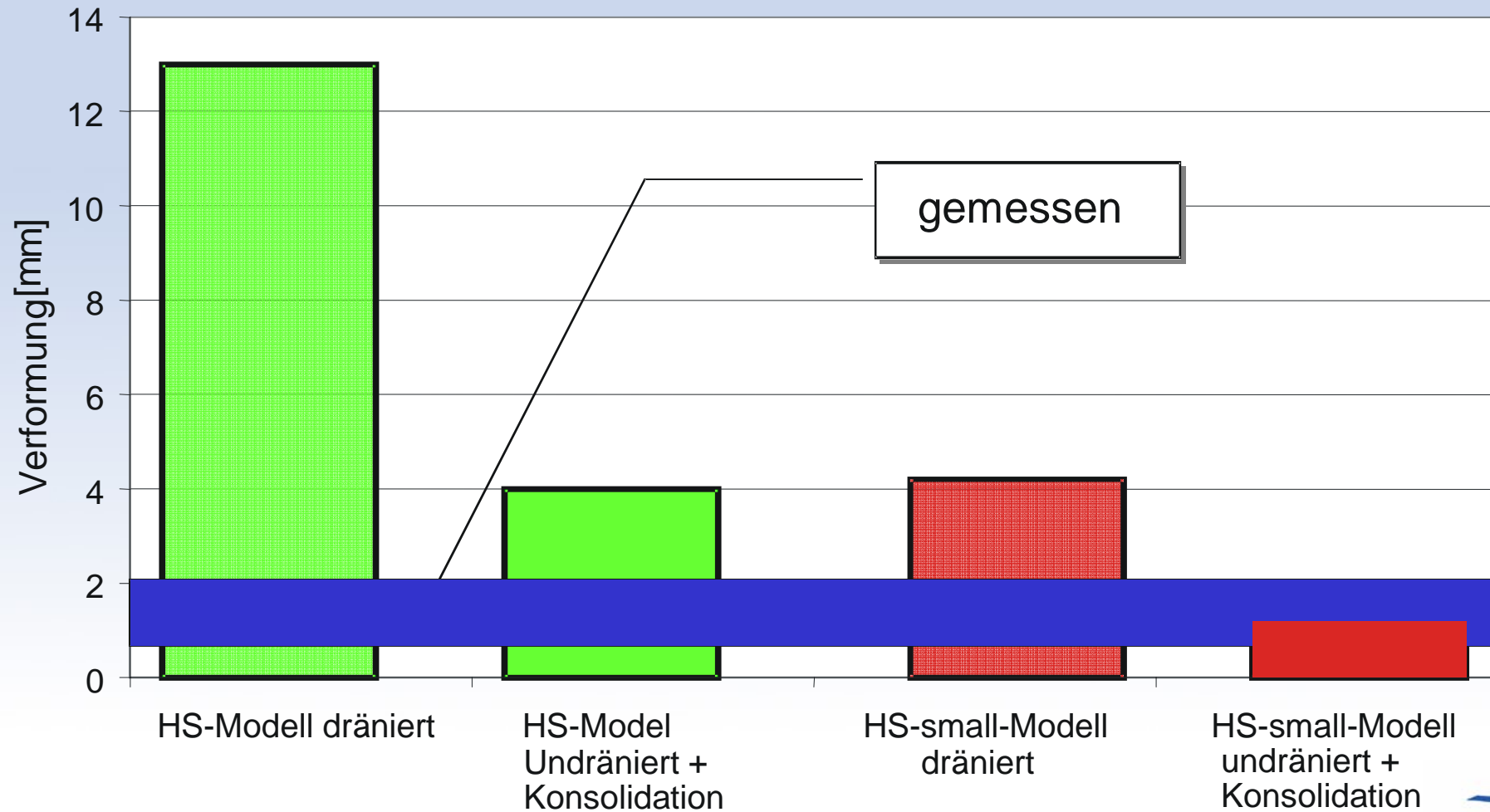


[*10⁻³m]

Ausführungsphase – horizontale Verformungen



vertikale Verformungen der Baugrubensohle



Fazit

Regelfall: Bemessung von Uferwänden nach EAU

FE Berechnungen immer dann:

- ⇒ Komplexe Randbedingungen (sensible Bebauung in der Nähe)
- ⇒ Verformungsanalysen und -prognosen
- ⇒ Abweichung gemessene/prognostizierte Verformungen (Beobachtungsmethode)

Erkenntnisse für weitere Bauwerke ziehen





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit