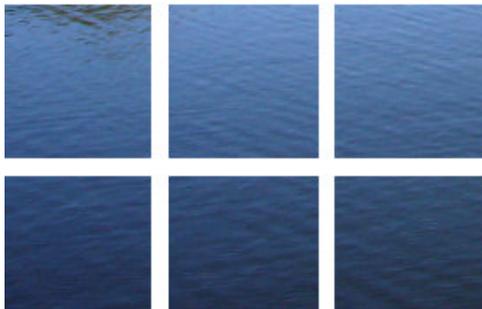


Wir machen Schifffahrt möglich.



# Mediationsverfahren „Zukunft Landwehrkanal“

4. Sitzung AG Meilensteine: Realisierungsvarianten am 26. April 2012



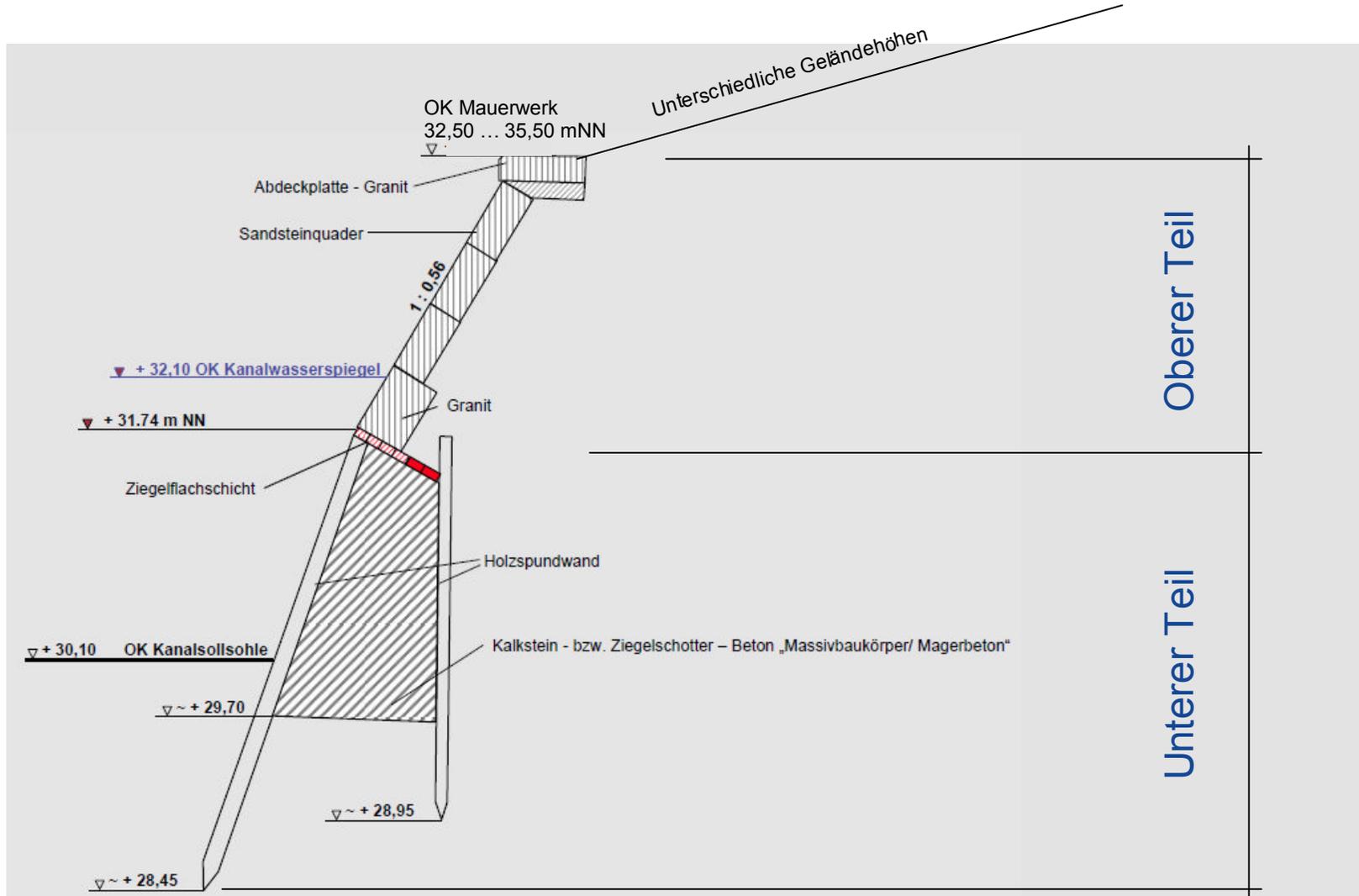
**Die Entwicklung der statischen Berechnungen  
in der Konzeption zum Entwurf HU;  
Ausblick auf die weiteren Entwurfsplanungen**

## Die Entwicklung der statischen Berechnungen in der Konzeption zum Entwurf HU; Ausblick auf die weiteren Entwurfsplanungen

### Inhalt

0. Die Randbedingungen für die Statischen Berechnungen in der Konzeption zum Entwurf HU
1. Die statischen Berechnungen bis 09.2011
2. Die statischen Berechnungen des Ingenieurbüros Krebs & Kiefer
3. Die Schlussfolgerungen für die Bearbeitung der Konzeption zum Entwurf HU und für die weiteren Entwurfsplanungen

# 0. Die Randbedingungen für die Statischen Berechnungen in der Konzeption zum Entwurf HU



Vertrauliche Arbeitsunterlage

Die Uferbefestigung in der Regelbauweise

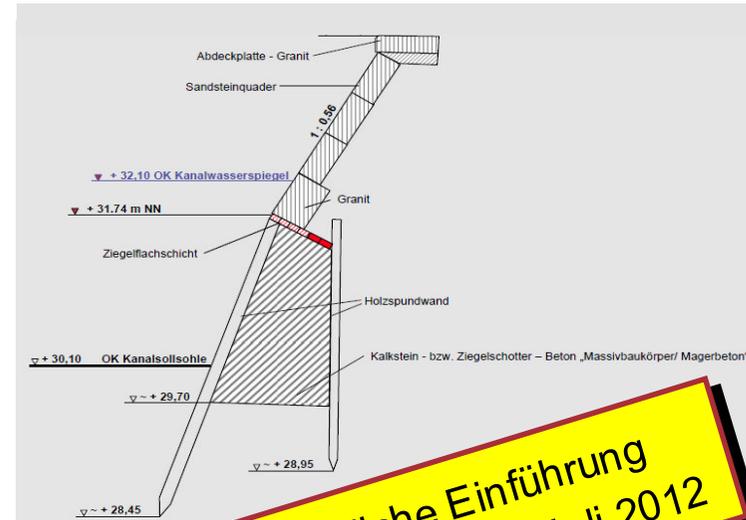
# 0. Die Randbedingungen für die Statischen Berechnungen in der Konzeption zum Entwurf HU

Europäische Norm:

EN 1997 – EC 7 Eurocode 7:  
Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik

Umsetzung in nationales Vorschriftenwerk:

DIN 1054:2010-12  
Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau  
Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1



Bauaufsichtliche Einführung des Eurocode 7 zum 1. Juli 2012

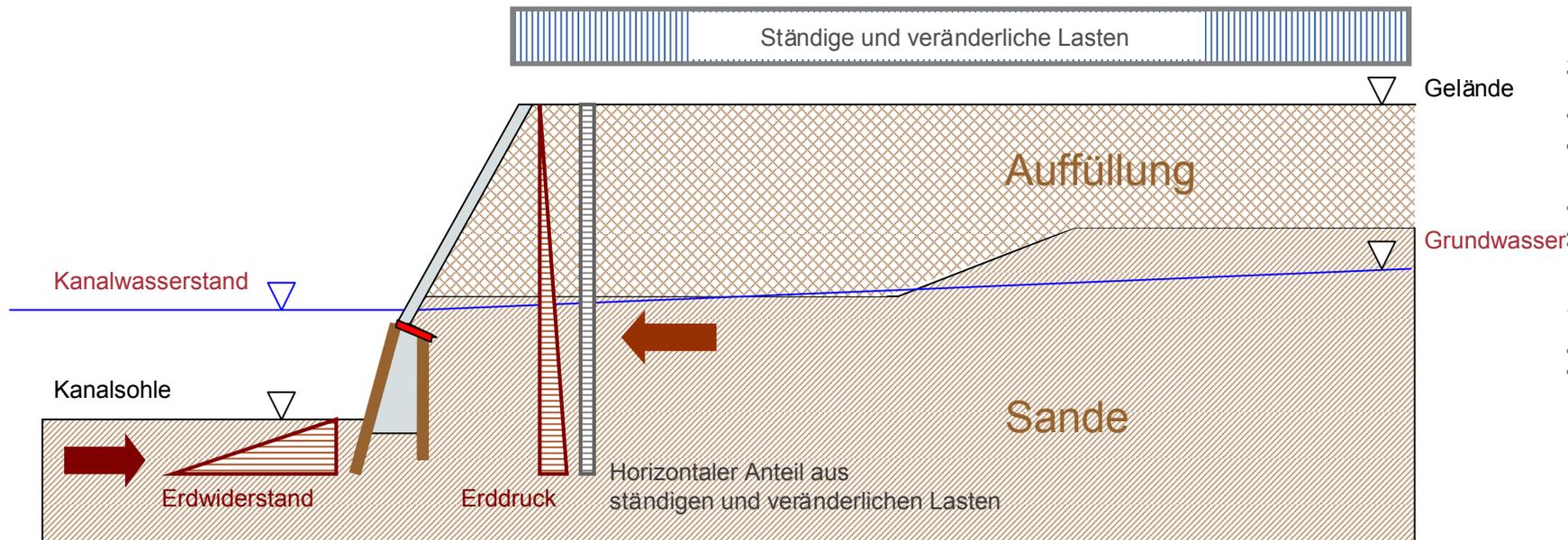
1  
2  
3  
4

Nachweise der Tragfähigkeit – Versagen durch Verlust der ...	Bedingung	Vert.
<b>... Festigkeit von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund</b> (Verlust des mechanischen Widerstandes) STR (structural), GEO-2 (Boden, Nachweisverfahren 2)	Einwirkungen < Widerstände	Alle Teile der Uferbefestigung, bei Sanierung: Neue Bauwerksteile der Realisierungsvarianten
<b>... Gesamtstandsicherheit</b> GEO-3 (Boden, Nachweisverfahren 3)	Destabilisierende Einwirkungen < Stabilisierende Einwirkungen	Tiefer / Großer Gleitkreis
<b>... Standsicherheit von Bauwerksteilen</b> GEO-3 (Boden, Nachweisverfahren 3)		Oberer / Kleiner Gleitkreis
<b>... Lagesicherheit von Bauwerksteilen</b> (Verlust des Gleichgewichts – nicht der Festigkeit) EQU (equilibrium)		Bauteile der oberen Böschungssicherung

# 0. Die Randbedingungen für die Statischen Berechnungen in der Konzeption zum Entwurf HU

## 1 Festigkeit von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund

Einwirkungen < Widerstände

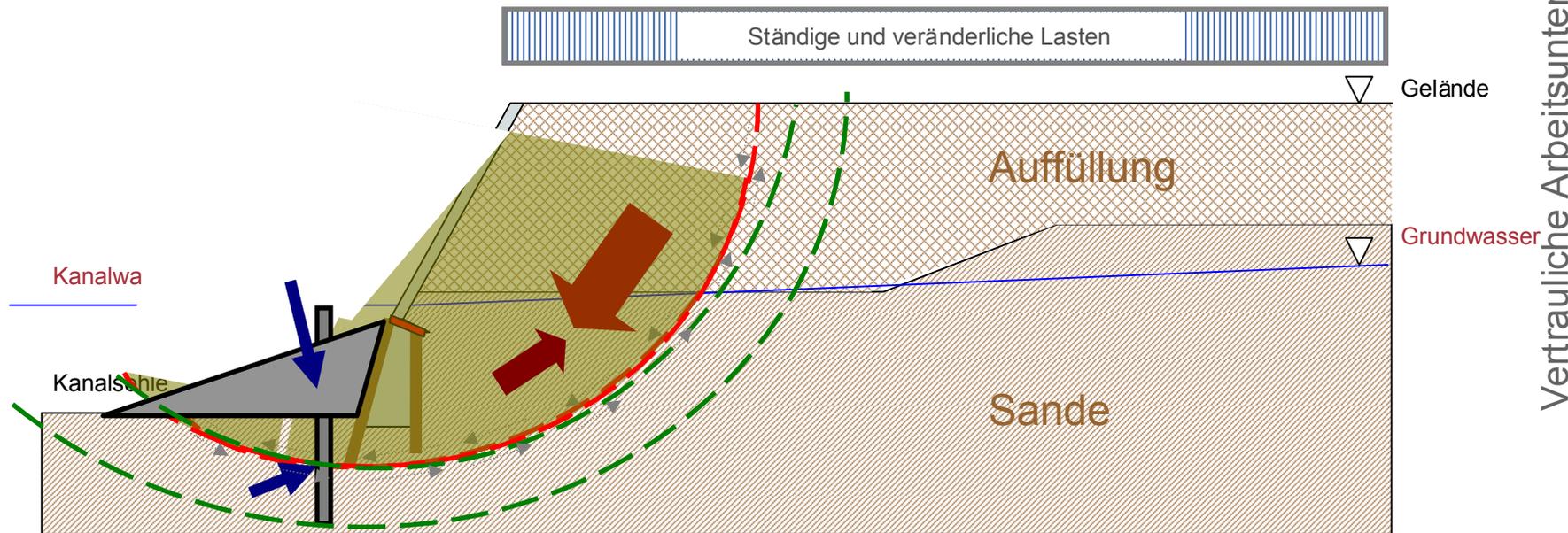


- Zulässige Beanspruchungen der Bauteile (Ist-Zustand: Unterer Betonkörper, Holzspundwände) dürfen nicht überschritten werden,
- Der Erdwiderstand vor der Uferwand muss die eingetragenen Beanspruchungen (Erddruck, horizontaler Anteil aus ständigen und veränderlichen Lasten) aufnehmen können.

# 0. Die Randbedingungen für die Statischen Berechnungen in der Konzeption zum Entwurf HU

## 2 Gesamtstandsicherheit

Destabilisierende Einwirkungen < Stabilisierende Einwirkungen



Der Gleitkreis mit der geringsten Sicherheit verläuft durch den Fußpunkt des tiefsten Bauteils.

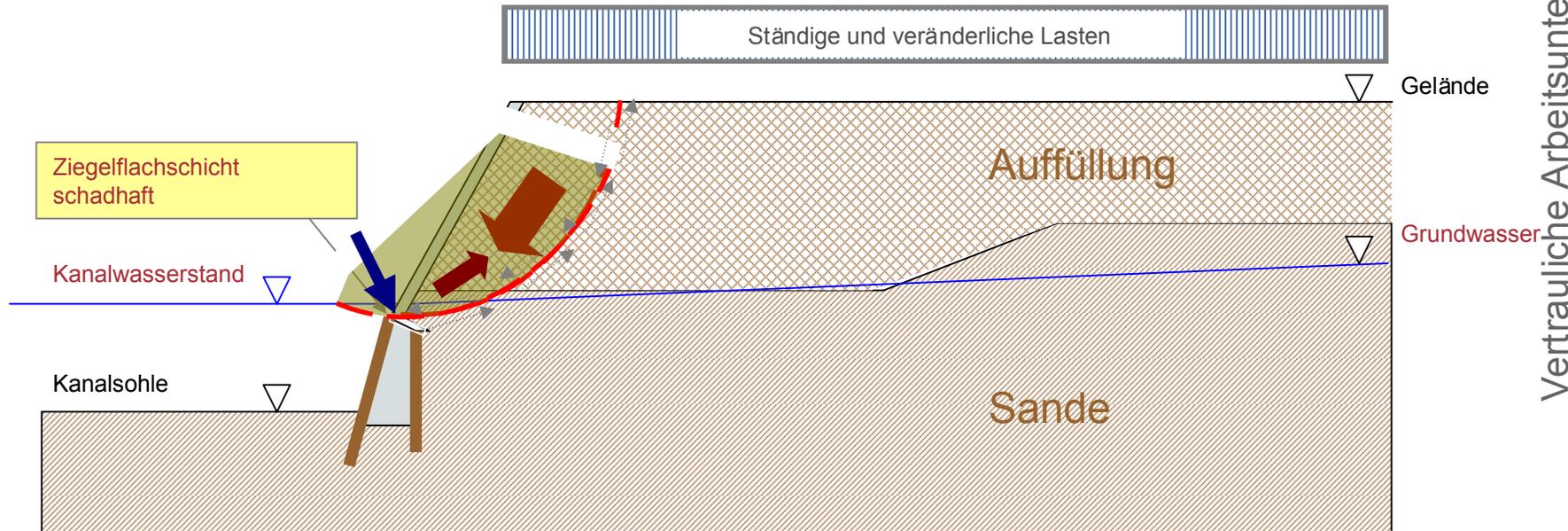
Ein Versagen des Gesamtsystems in tiefen / großen Gleitkreisen tritt ein, wenn aufnehmbare Scherkräfte die eingetragenen Beanspruchungen nicht aufnehmen können (Sicherheit < 1).

=> **Zusätzliche Maßnahmen zur Stabilisierung erforderlich.**

# 0. Die Randbedingungen für die Statischen Berechnungen in der Konzeption zum Entwurf HU

## 3 Standsicherheit von Bauwerksteilen

Destabilisierende Einwirkungen < Stabilisierende Einwirkungen



Bei Schäden an der Uferbefestigung (z.B. an der Ziegelflachsicht oder am unteren Betonkörper) können sich obere / kleine Gleitkreise ausbilden.

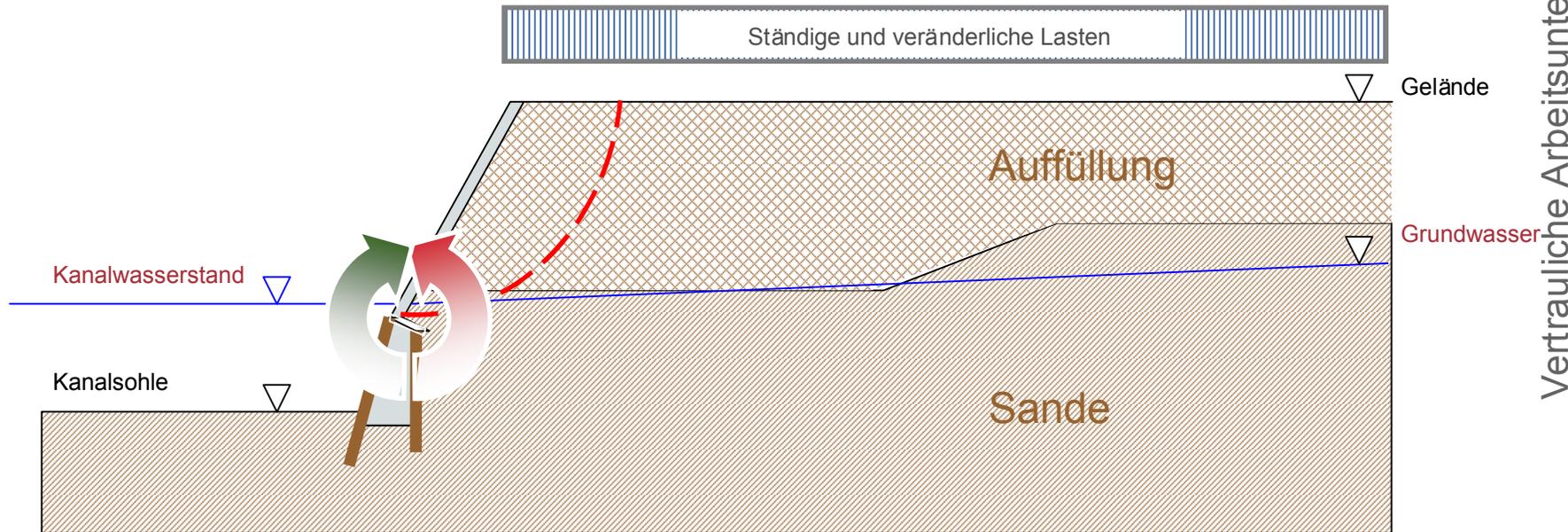
Ein Versagen tritt ein, wenn die mobilisierten Scherkräfte nicht ausreichend groß sind, um den Beanspruchungen zu widerstehen (Sicherheit < 1).

=> Zusätzliche Maßnahmen zur Stabilisierung erforderlich (z.B. Instandsetzung der Ziegelflachsicht, Sanierung des Betonkörpers).

# 0. Die Randbedingungen für die Statischen Berechnungen in der Konzeption zum Entwurf HU

## 4 Lagesicherheit von Bauwerksteilen

Destabilisierende Einwirkungen < Stabilisierende Einwirkungen



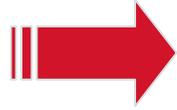
Zu Beginn der statischen Berechnungen stand folgende Frage an:



- Wirkt das obere Quadermauerwerk *als Bauwerksteil zusätzlich stabilisierend* oder
- Ist das obere Quadermauerwerk vorrangig eine *konstruktive Böschungssicherung* ?

=> Zur Beantwortung dieser Frage waren zunächst die stabilisierende Einflüsse mit den Nachweisen zur Lagesicherheit der oberen Befestigung (Kippen) zu untersuchen.

# 1. Die statischen Berechnungen bis 09.2011



- Verwendung bis dahin gültiger Baugrundkennwerte
- Untersuchung an ausgewählten Einzelfällen

- **Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)**

2 3

1. Geotechnische Stellungnahme zu den Uferstandsicherheiten nach DIN 4084 für verschiedene Berechnungsannahmen durch die BAW vom 27.06.2007
2. Geotechnische Stellungnahme zum Vergleich von globalem Sicherheitskonzept (DIN 4084:1981-07 und DIN 1054:1976-11) und neuem Teilsicherheitskonzept (E DIN 4084:2002-11 und DIN 1054:2005-01) durch die BAW vom 14.02.2008

=> Standsicherheit der Uferbauwerke nicht *normgerecht* nachweisbar

- **Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst, Prof. Dr. Weihs**

1. Forschungsprojekt „Geophysikalische Untersuchungen am Berliner Landwehrkanal“ vom 09.08.2010 und Ergänzung vom 04.10.2010
2. Gutachterliche Stellungnahme zu den von der GuD Geotechnik und Dynamik GmbH gewählten Annahmen 2011

=> Lasteintrag der Bäume beeinflusst nicht die Standsicherheit intakter Ufermauern

- **Geotechnik und Dynamic Consult GmbH (GuD)**

2 3 4

Bericht über die Ergebnisse von Standsicherheitsuntersuchungen an verschiedenen Ufermauerhöhen vom 08.04.2011

- => Standsicherheit im oberen / kleinen Gleitkreis (GEO-3) nicht *normgerecht* nachweisbar
- => *zusätzlich*: Lagesicherheit (EQU: Kippen und Gleiten) nicht *normgerecht* nachweisbar

Vertrauliche Arbeitsunterlage

# 1. Die statischen Berechnungen bis 09.2011

## Anfang 2011: **Wasser- und Schifffahrtsamt Berlin**

Umfassend abgebildeter Ist-Zustand der Konzeption in Geometrie und Belastung:

- 10,74 km Kanalstrecke LWK + 0,65 km Flutgraben + 0,41 km Wehrgraben
- Im Ist-Zustand **11 unterschiedliche Bereiche** aus unsanierter Regelbauweise und den bisherigen Sanierungsvarianten
  - mit **unterschiedlichen rückwärtigen Geländehöhen**
  - mit **unterschiedlichen ständigen und veränderlichen Lasten** (z.B. aus Straßenlage)

### ▪ **Wasserstraßen-Neubauamt Berlin (für das Wasser- und Schifffahrtsamt Berlin)**

Ermittlung der

- Gesamtstandsicherheiten im tiefen / großen Gleitkreis,
- Standsicherheiten im oberen / kleinen Gleitkreis und
- Überprüfung der Lagesicherheiten des oberen Quadermauerwerks, wenn Standsicherheiten im oberen / kleinen Gleitkreis unzureichend

2 3 4

für ausgewählte Lastfälle des Ist-Zustandes auf der Grundlage der DIN 1054:2010-12 und der **bis dahin gültigen Baugrundkennwerte**

- => Die Gesamtstandsicherheit der Uferbauwerke ist auch bei Anwendung der neuen Vorschriften (Eurocode 7) nicht normgerecht nachweisbar,
- => Die zusätzlich geführten Nachweise auf Lagesicherheit des oberen Quadermauerwerks ergeben weit geringere Sicherheiten als für die Nachweise im oberen / kleinen Gleitkreis.

Vertrauliche Arbeitsunterlage

# 1. Die statischen Berechnungen bis 09.2011

Ausgeführte statische Berechnungen für die Bereiche im Ist-Zustand:

2 3 4 1 e

Bereich	Bezeichnung	Bäume	Länge (m)	Gesamt GEO-3	Ob. Teil GEO-3 (EQU)	Unt. Teil STR, GEO-2
LWK	Regelbauweise (unsaniert / nach Originalzustand saniert)	x	7.855,00	x	x	ohne Nachw.
			2.042,00			
	Regelbauweise (saniert mit vorgesetzter Stahlspundwand)	x	1.435,00	saniert	x	saniert
			481,00			
	Regelbauweise (saniert auf Stahlspundwand)	x	240,00	saniert	x	saniert
			87,00			
	Regelbauweise (stabilisiert mit Sicherung aus Kleinbohrpfählen)	x	37,00	stabilisiert	x	stabilisiert
			467,00			
	Stahlspundwand (mit und ohne Verholmung)	x	583,00	saniert	saniert	saniert
			1.100,00			
	Verblendete Stahlspundwand	x	1.792,00	saniert	saniert	saniert
			236,00			
	Trägerbohlwand	x	140,00	saniert	x	saniert
Winkelstützwand verblendet			271,00	saniert	saniert	saniert
Senkrechtufer Beton oder Ziegelmauerwerk	x	187,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.	
			331,00			
Schrägufer mit und ohne Fußsicherung	x	1.641,00	x	---	---	
			90,00			
Bebauung			2.425,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.
Wehrgraben	Stahlspundwand (mit und ohne Verholmung)		95,00	saniert	saniert	saniert
	Senkrechtufer Beton oder Ziegelmauerwerk	x	212,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.
	Schrägufer mit und ohne Fußsicherung	x	411,00	x	---	---
	Bebauung		94,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.
Flutgraben	Regelbauweise (unsaniert / nach Originalzustand saniert)	x	180,00	x	x	ohne Nachw.
	Senkrechtufer Beton oder Ziegelmauerwerk	x	60,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.
	Schrägufer mit und ohne Fußsicherung	x	787,00	x	---	---
	Bebauung	x	45,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.
			232,00			

Vertrauliche Arbeitsunterlage

## 1. Die statischen Berechnungen bis 09.2011



### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorgenannten geotechnischen Unterlagen stehen im Widerspruch zur 100-jährigen Standzeit der Ufermauern des Landwehrkanals:

Die Nachweise **im unteren / großen Gleitkreis** sind überwiegend **nicht mit normgerechter Sicherheit** zu führen (Sicherheiten  $< 1,4$ ).

Die Nachweise **im oberen / kleinen Gleitkreis** ergeben überwiegend rechnerische Sicherheiten  $< 1,0$  (Eintreten des Bruchzustandes).

**=> Die bis dahin gültigen Bodenkennwerte erfassen offenbar nicht die Realität – sie sind unter Berücksichtigung der über 100jährigen Standzeit zu ungünstig.**

Die ermittelten **Lagesicherheiten** für das obere Quadermauerwerk sind geringer als die ermittelten Sicherheiten im oberen / kleinen Gleitkreis.

**=> Das Naturstein-Quadermauerwerk wirkt nicht zusätzlich stabilisierend.**

Es ist vorrangig eine **konstruktive Böschungssicherung**, die als Außenhaut außer ihrem Eigengewicht keine weiteren waagerechten oder senkrechten Auflagerlasten direkt in den Baugrund eintragen kann (DIN 1054:2010-12, Abschn. A 11.1.1).

## 1. Die statischen Berechnungen bis 09.2011



# Verbindliche Festlegungen und neue maßgebende Bodenkenngrößen

sind als Planungsgrundlage für die

- Konzeption für den Entwurf HU,
- Entwürfe AU,
- Ausführungsunterlagen

erforderlich!

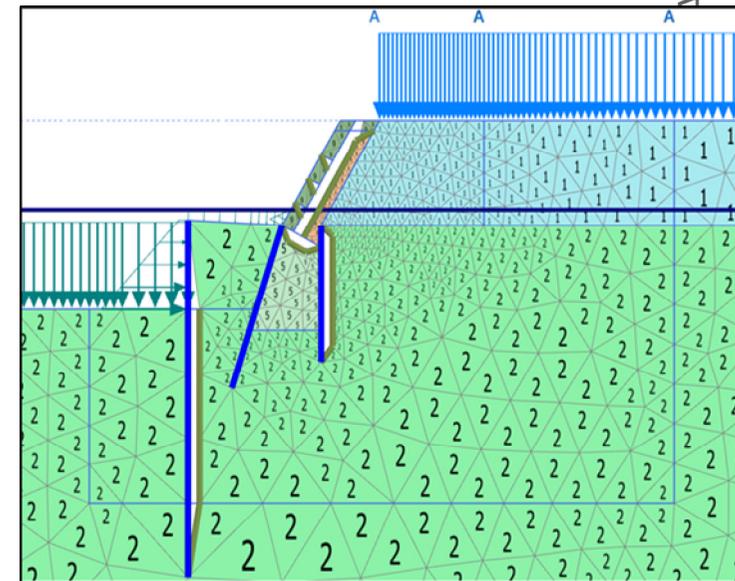
## 2. Die statischen Berechnungen des Ingenieurbüros Krebs & Kiefer

**Ende 2011 / Anfang 2012:**

Zusätzliche numerische Untersuchungen (Finite-Elemente-Methode, FEM) erfolgen durch das [Ingenieurbüro Krebs und Kiefer](#) zur Ermittlung der maßgebenden (realistischen) Bodenkenngrößen für die statischen Berechnungen der weiteren Entwurfsplanungen.

**Vorteile und Nutzen der Finiten-Elemente Methode (FEM):**

- Alle statischen Einflussfaktoren werden in einem Modell abgebildet (ganzheitliche Betrachtung).
- Die wesentlichen Randbedingungen können genauer berücksichtigt werden (z.B. Geometrie, Materialeigenschaften, Fugen).
- Wechselwirkungen Baugrund/Tragwerk wird erfasst.
- Last-Verformungsverhalten wird erfasst.
- Vorbelastungen werden berücksichtigt.
- Verformungen werden genau ermittelt.
- Das maßgebliche statische System und der Versagensmechanismus können ermittelt werden.



Ausschnitt FEM-Berechnungsmodell

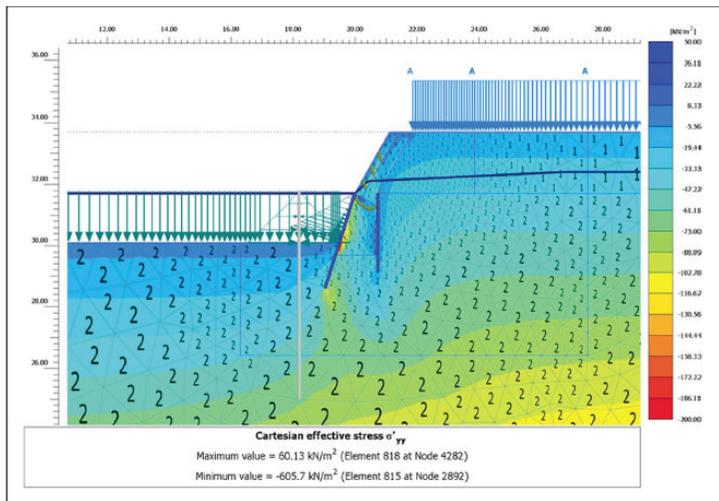
Abbildung: Ingenieurbüro Krebs und Kiefer

## 2. Die statischen Berechnungen des Ingenieurbüros Krebs & Kiefer

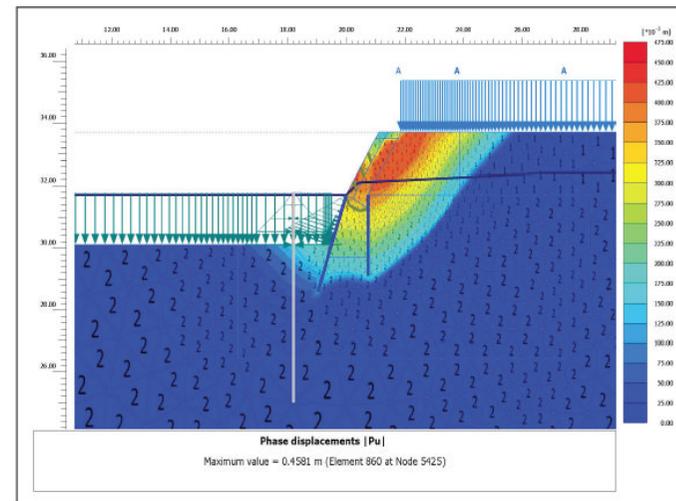
### Berechnungsarten:

- Rückrechnung der Bodenkenngößen anhand maximaler vorhandener Lastsituationen (z. B. hohe Uferböschungen, Probelastungen) → Sicherheit  $\geq 1,0$ , Ziel: Ermittlung der maßgebenden (realistischen) Bodenkennwerte.
- Rechnerische Annäherungen an den Bruchzustand im oberen / kleinen Gleitkreis durch  $\phi$ -c-Reduktion, Ziel: Ermittlung des vorhandenen Sicherheitsniveaus.

Vertrauliche Arbeitsunterlage



QS 1, Vertikalspannungen Regelquerschnitt  
Lasten: Verkehrslast A = 5 kN/m<sup>2</sup>, Sunk 0,4 m, Grundwasser (GW) 32,4 mNN



QS1 Regelquerschnitt, Verformungen nach  $\phi$ -c-Reduktion, globale Gesamtstandsicherheit (tiefer Gleitkreis):  $\eta = 1,4$  ohne Wasserdruckdifferenz und  $\eta = 1,3$  mit Wasserdruckdifferenz  
Lasten: Verkehrslast A = 5 kN/m<sup>2</sup>, Sunk 0,4 m, Grundwasser (GW) 32,4 mNN

Abbildungen: Ingenieurbüro Krebs und Kiefer

## 2. Die statischen Berechnungen des Ingenieurbüros Krebs & Kiefer

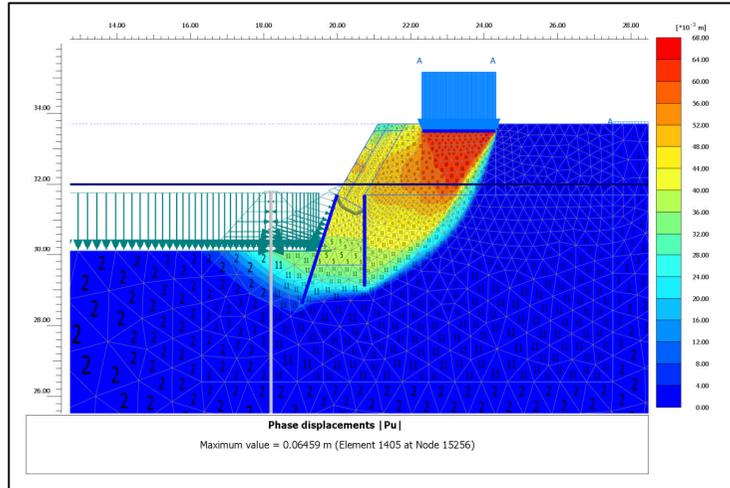
Querschnitt	Bezeichnung	Zielsetzung
QS 1	Regelquerschnitt, Uferhöhe 33,7 mNN	Ausgangsquerschnitt
QS 2	Erhöhtes Ufer, Uferhöhe 36,0 mNN	Typische erhöhte Uferböschung im Bereich von Brücken, Rückrechnung Bodenkenngroßen
QS 3	Probelastung 1989, Uferhöhe 33,7 mNN	Nachrechnung der durchgeführten Probelastung, Rückrechnung Bodenkenngroßen
QS 4	Regelquerschnitt mit Baum, Uferhöhe 33,7 mNN	Einfluss der Baumlasten im Regelbereich
QS 5	Erhöhtes Ufer mit Baum, Uferhöhe 36,0 mNN	Einfluss der Baumlasten bei erhöhtem Ufer
QS 6	Mittlere Uferhöhe mit anschließender Geländeneigung, Uferhöhe 35,0 mNN, Geländeneigung 1:3	Ergänzende Abschätzung der Sicherheiten

Vertrauliche Arbeitsunterlage

Wir machen Schifffahrt möglich.

## 2. Die statischen Berechnungen des Ingenieurbüros Krebs & Kiefer

### ➔ Untersuchungsergebnisse (02.2012):



Ergebnis der Rückrechnung der Probelastung:

→ Erhöhung der Scherfestigkeit für Auffüllung: Bandbreite nach EAU für lockere feinkörnige Mittelsande:  
Reibungswinkel:  $\varphi' = 30,0^\circ \rightarrow 32,5^\circ$  30,0° - 32,5°  
Kapillarkohäsion:  $c'_{c,k} = 2 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 4 \text{ kN/m}^2$  2 - 6 kN/m<sup>2</sup>

Werte liegen noch innerhalb der Bandbreite der Erfahrungswerte nach EAU für vergleichbare Böden.

Abbildung: Ingenieurbüro Krebs und Kiefer

QS 3 Rückrechnung Probelastung (1300 kN),  
Verformungen nach  $\varphi$ -c-Reduktion

Vertrauliche Arbeitsunterlage

## 2. Die statischen Berechnungen des Ingenieurbüros Krebs & Kiefer

=> Der untere Teil der Ufersicherung ist für die Gesamtstandsicherheit entscheidend. Hier besteht Sanierungsbedarf.

=> Das obere Quadermauerwerk wirkt nicht zusätzlich stabilisierend sondern vorrangig als Oberflächensicherung und Verwitterungsschutz. Die Standsicherheit des oberen Teils der Uferbefestigung wird durch die Scherfestigkeit des Bodens erreicht.

=> Zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen sind an der oberen intakten Ufersicherung nicht erforderlich.

=> Uferhöhe bis 35,0 mNN:

Ist die untere Ufersicherung intakt bzw. saniert, kann eine **normgerechte Standsicherheit** ( $> 1,4$ ) für die obere Ufersicherung nachgewiesen werden.

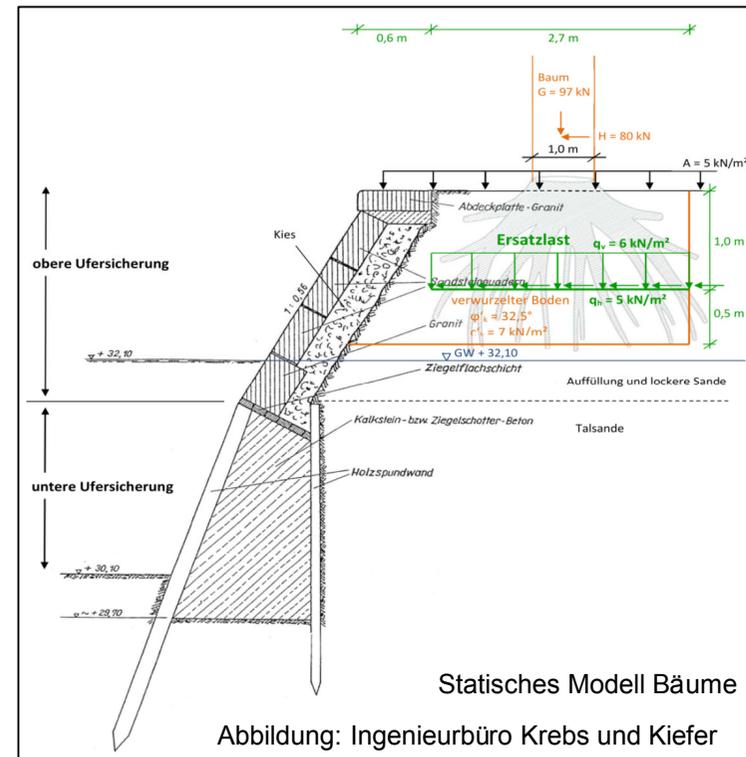
=> Uferhöhen über 35,0 mNN:

**Reduziertes Sicherheitsniveau** (1,2 .. 1,4), unter Berücksichtigung der langen Standzeit und eines Bestandsschutzes ausreichend, wenn

- zunächst die untere Ufersicherung saniert wird,
- lokale Schwachstellen, Mängel oder Schäden der oberen Ufersicherung saniert werden,
- die obere Ufersicherung beobachtet und gewartet wird.

## 2. Die statischen Berechnungen des Ingenieurbüros Krebs & Kiefer

=> Bäume haben keinen negativen Einfluss auf die Standsicherheit der Ufersicherung.  
Ein statisches Modell für Bäume wird vorgeschlagen.



Vertrauliche Arbeitsunterlage

=> Wesentliche Abweichungen von den betrachteten Querschnitten müssen in weiteren Entwurfsplanungen noch untersucht werden (z.B. angrenzende Gebäudelasten).



Die im Rahmen der Grundlagenermittlung vorgelegten Ergebnisse ergänzen die Arbeitsgrundlage für die weiteren Entwurfsplanungen und geben einen Ausblick auf den voraussichtlich erforderlichen Umfang zusätzlicher Sanierungsmaßnahmen. Sie ersetzen nicht die noch notwendigen statischen Berechnungen im Rahmen der weiteren Entwurfsplanungen!

### 3. Die Schlussfolgerungen für die Bearbeitung der Konzeption zum Entwurf HU und für die weiteren Entwurfsplanungen

Für die Konzeption zum Entwurf HU:

- => Für die Standsicherheit der oberen Uferbefestigung der Regelbauweise <sup>3</sup> sind mit den modifizierten Bodenkennwerten keine weiteren Nachweise erforderlich. Für alle (auch bereits sanierten) Bereiche mit oberer Uferbefestigung in Quadermauerwerk ist aber
- die Überprüfung und ggf. Instandsetzung der Ziegelflachsicht und des Betonkörpers sowie
  - die Verfugung des Quadermauerwerks erforderlich.

Die Standsicherheitsnachweise für die obere Uferbefestigung erfolgen im Zuge der weiteren Entwurfsplanung für die Sanierungsmaßnahmen (Entwürfe AU und Ausführungsplanungen).

### 3. Die Schlussfolgerungen für die Bearbeitung der Konzeption zum Entwurf HU und für die weiteren Entwurfsplanungen

Ausgeführte statische Berechnungen für Realisierungsvarianten:

2 3 4 1<sub>ge</sub>

nicht mehr erforderlich  für Realisierungsvarianten ausgeführt

Bereich	Bezeichnung	Bäume	Länge (m)	Gesamt GEO-3	Ob. Teil GEO-3 (EQU)	Unt. Teil STR, GEO-2
LWK	Regelbauweise (unsaniert / nach Originalzustand saniert)	x	7.855,00	x	x	x
			2.042,00			
	Regelbauweise (saniert mit vorgesetzter Stahlspundwand)	x	1.435,00	saniert	x	saniert
			481,00			
	Regelbauweise (saniert auf Stahlspundwand)	x	240,00	saniert	x	saniert
			87,00			
	Regelbauweise (stabilisiert mit Sicherung aus Kleinbohrpfählen)	x	37,00	stabilisiert	x	stabilisiert
			467,00			
	Stahlspundwand (mit und ohne Verholmung)	x	583,00	saniert	saniert	saniert
			1.100,00			
	Verblendete Stahlspundwand	x	1.792,00	saniert	saniert	saniert
			236,00			
	Trägerbohlwand	x	140,00	saniert	x	saniert
Winkelstützwand verblendet			271,00	saniert	saniert	saniert
Senkrechtufer Beton oder Ziegelmauerwerk	x	187,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.	
			331,00			
Schrägufer mit und ohne Fußsicherung	x	1.641,00	x	---	---	
			90,00			
Bebauung			2.425,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.
Wehrgraben	Stahlspundwand (mit und ohne Verholmung)		95,00	saniert	saniert	saniert
	Senkrechtufer Beton oder Ziegelmauerwerk	x	212,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.
	Schrägufer mit und ohne Fußsicherung	x	411,00	x	---	---
	Bebauung		94,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.
Flutgraben	Regelbauweise (unsaniert / nach Originalzustand saniert)	x	180,00	x	x	x
	Senkrechtufer Beton oder Ziegelmauerwerk	x	60,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.
	Schrägufer mit und ohne Fußsicherung	x	787,00	x	---	---
	Bebauung	x	45,00	ohne Nachw.	ohne Nachw.	ohne Nachw.
			232,00			

Vertrauliche Arbeits

### 3. Die Schlussfolgerungen für die Bearbeitung der Konzeption zum Entwurf HU und für die weiteren Entwurfsplanungen

Zusammenstellung der durch Realisierungsvarianten zu sanierenden Bereiche (nach Tabelle):

**Unterer Teil der Regelbauweise** (unterschiedliche Realisierungsvarianten): **10.077 m**

- Landwehrkanal: 7.855 m (mit Bäumen) + 2.042 m (ohne Bäume) = 9.897 m
- Flutgraben: 180 m (mit Bäumen)

=> **Ausgeführte statische Nachweise: Bauteile 1, Gesamtstabilität 2**

**Oberer Teil der Regelbauweise** (Ziegelflachsicht, Fugenpflege): **12.724 m**

- Landwehrkanal: 12.644 m (mit und ohne Bäume)
- Flutgraben: 180 m (mit Bäumen)

=> **Erforderliche statische Nachweise: Keine** (nach Modifizierung der Bodenkennwerte)

**Schrägufer** mit und ohne Fußsicherung (Neuaufbau bei Schäden): **2.929 m**

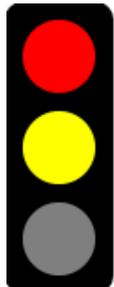
- Landwehrkanal: 1.641 m (mit Bäumen) + 90 m (ohne Bäume) = 1.731 m
- Wehrgraben: 411 m (mit Bäumen)
- Flutgraben: 787 m (mit Bäumen)

=> **Ausgeführte statische Nachweise: Gesamtstabilität 2**

### 3. Die Schlussfolgerungen für die Bearbeitung der Konzeption zum Entwurf HU und für die weiteren Entwurfsplanungen

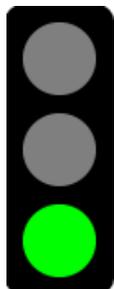


Die modifizierten Bodenkennwerte gelten nur für die Nachweise im oberen / kleinen Gleitkreis 3.



- Im **Ist-Zustand** haben die modifizierten Bodenkennwerte auf die Gesamtstandsicherheit im tiefen / großen Gleitkreis 2 keinen Einfluss.

=> *Stabilisierungsmaßnahmen sind zur Erreichung einer normgerechten Gesamtstandsicherheit erforderlich.*



- Auf die bereits ausgeführten Nachweise zur Gesamtstabilität 2 und die ermittelten Bauteilabmessungen 1 der **Realisierungsvarianten** haben die modifizierten Bodenkennwerte keinen Einfluss.

*Eine Überarbeitung der Bauteilabmessungen ist im Rahmen der Konzeption zum Entwurf HU deshalb nicht erforderlich.*

### 3. Die Schlussfolgerungen für die Bearbeitung der Konzeption zum Entwurf HU und für die weiteren Entwurfsplanungen

#### Für die weiteren Entwurfsplanungen:

=> Für die jeweiligen konkreten örtlichen Bedingungen und in Abhängigkeit von der späteren Realisierungsvariante sind ggf. noch zusätzliche Nachweise erforderlich.

#### Für die Ausführungsplanung und Baudurchführung:

=> Herstellung einer intakten Regelbauweise durch

- eine standsichere und gebrauchstaugliche Unterwasserkonstruktion,
- eine schadensfreie Ziegelflachsicht und
- ein vollständig verfugtes Mauerwerk

=> Verringerung des Sanierungsumfangs der Uferbereiche des Landwehrkanals gegenüber den bisherigen Annahmen durch

- Reduzierung der Eingriffe in den landseitigen Naturraum und in Flächen Dritter
- Erhaltung der Ansicht des Baudenkmals oberhalb des Wasserspiegels
- Verminderung des Ressourceneinsatzes

=> Verbesserung der Realisierbarkeit durch Reduzierung des Konfliktpotentials

Wir machen Schifffahrt möglich.



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

