

Deichtage – 19./20. September 2023, Nürnberg



Ertüchtigung von Flussdeichen – Theorie und Praxis



Dr.-Ing. Ronald Haselsteiner
Bauingenieur
Bad Ems^{A)}

r.haselsteiner@hotmail.de

M&P Water GmbH
Mainzer Straße 130
56130 Koblenz



ronald.haselsteiner@mup-group.com

^{A)} Bad Ems ist seit 2022 Weltkulturerbe „Spas of Europe“ und die Stadt gab der „Emser Depesche“ den Namen, die dazu führte, dass der deutsch-französische Krieg 1870/71 entfacht wurde und Deutschland zum Kaiserreich unter Wilhelm I. wurde.

DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Gliederung

- Einführung
- Rahmenbedingungen
- Maßnahmenkatalog
- Hinweise für die Praxis
- Beispiele aus der Praxis



Quelle:
Wasserwirtschaftsverwaltung
Bayern

DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Gliederung

- **Einführung**
- Rahmenbedingungen
- Maßnahmenkatalog
- Hinweise für die Praxis
- Beispiele aus der Praxis



Quelle:
Wasserwirtschaftsverwaltung
Bayern

DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Notwendigkeit von Ertüchtigungsmaßnahmen → Klimawandel

- **Hydrologische und/oder hydraulische Randbedingungen** → Schutzgrad (Hochwasserereignis), Höhendefizite
 - verändertes Schutzziel (**Schadenspotential**)
 - Reaktion auf die festgesetzten Überschwemmungsgebiete → **Standortentwicklung**
 - **bauliche Veränderungen**
 - Veränderung der Eigenschaften des **Deichkörpermaterials**
 - Veränderung der Eigenschaften des **Untergrundes**
 - Auftreten von unkontrolliertem/-barem **Bewuchs/Gehölze**
 - aufgetretene **Schäden**
 - **Stand sicherheitsdefizite** (resultierend aus vorigen Gründen) und/oder Planungs- und Baufehlern/-mängel
 - **Defizite bei Unterhaltung und Verteidigung**
- **Geänderte Anforderungen/Einwirkungen** → **DIN 19712/2013**

Kumutat, C. (2014): Hochwasser, Hochwasserschäden und Hochwasservorsorge in Bayern. DWA Deichtage, Augsburg, 2014



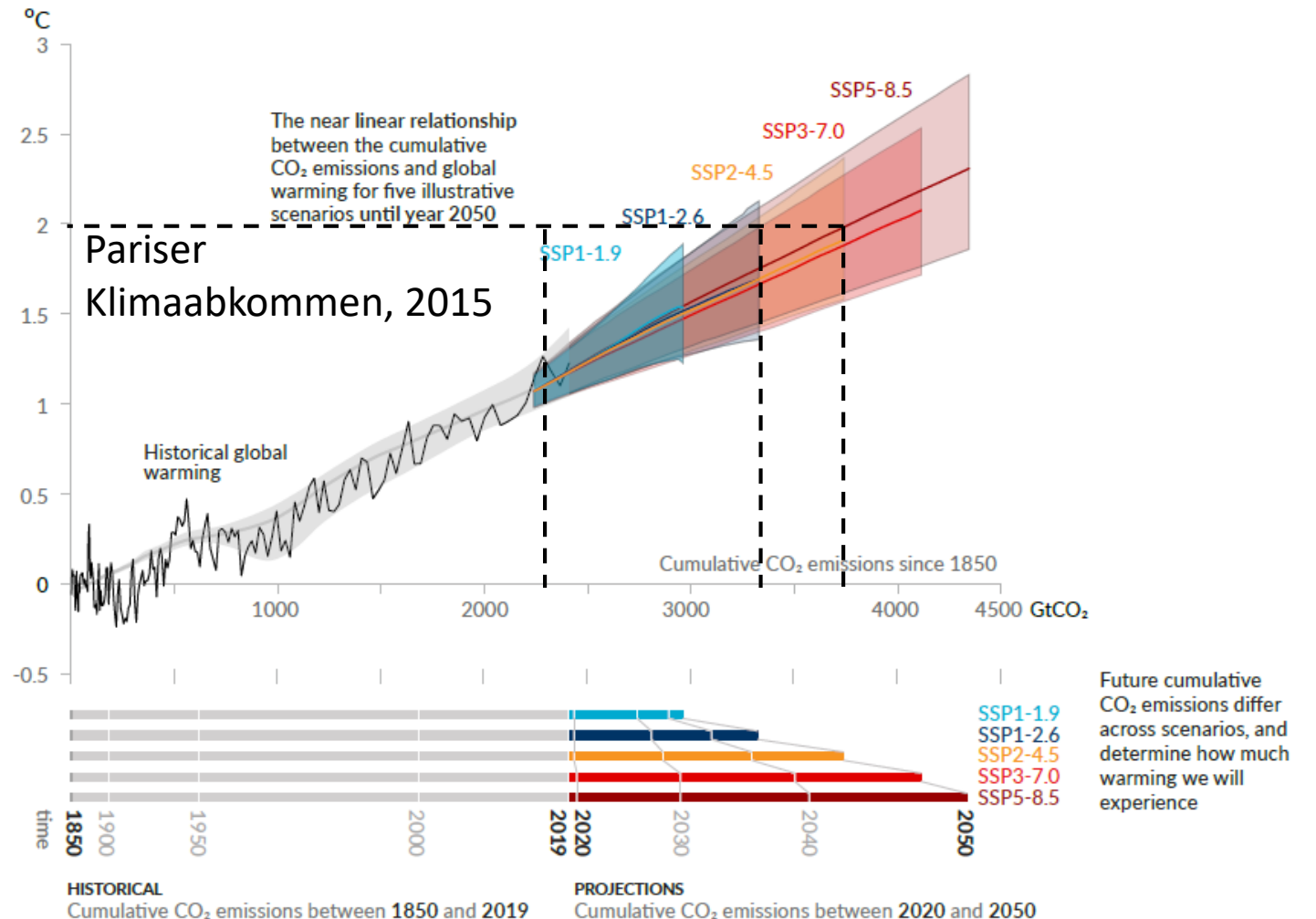
Der Isardamm bei Fischerdorf am Dienstag, 4. Juni, gegen Mittag: Wenig später brach der Deich an dieser Stelle. – F.: M. Birgmann

Prognose

Betrachtung des Temperaturanstiegs
in Abhängigkeit des CO₂-Ausstoßes

Quelle:
IPCC (2021): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press.

Legende:
SSPx-y: Shared Socio-Economic Pathway
x: Number SSP
y: Level of radiative forcing (in W/m²)



DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Klimawandel

Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft
(DWA-Thema, 2010)

- Erhöhung der Niederschläge im Winter
- Verringerung der mittleren Abflüsse im Sommer
- Stärkere Extremabflüsse im Sommer
- Längere Trockenperioden im Sommer
- Erhöhung der mittleren Hochwasserereignisse
- Verstärktes Auftreten von Niederschlagsereignissen
- Erhöhte Temperaturen in Gewässern...

→ **Quantifizierbare Parameter** für die Bemessung, Planung und Unterhaltung

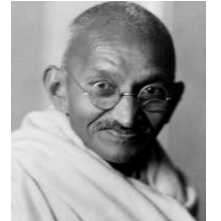


Bemessungsparameter, z. B.

- Bemessungshochwasserstand
- Dauer von HW-Ereignissen für instationäre Betrachtung z. B. bei fallendem Wasserstand
- Windgeschwindigkeit / Windstärke für Freibordermittlung
- Grundwasserstände
-

„Wir müssen der Wandel sein, den wir in der Welt zu sehen wünschen.“

Mohandas Karamchand Gandhi
(1869 - 1948)



DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Gliederung

- Einführung
- **Rahmenbedingungen**
- Maßnahmenkatalog
- Hinweise für die Praxis
- Beispiele aus der Praxis



Quelle:
Wasserwirtschaftsverwaltung
Bayern

Rahmenbedingungen – Übersicht

- Bestehender Altdeich → Erkundung
 - Platzverhältnisse/Flächenverfügbarkeit
 - Naturhaushalt/Ökologie → Kompensation
- *Kampfmittelfreiheit sicherstellen!*
 - *Kampfmittelkoordination stärken*
 - *Risiko von Baustillstand vermeiden*
 - *Ausreichend erkunden!*
 - *Umgang mit Altdeich mit Unsicherheiten behaftet → Statisches Ersatzsystem und/oder Rückbau*
 - *Schutz des Privateigentums → Enteignung zum Allgemeinwohl möglich*
 - *Bereits Klärung der Eigentumsverhältnisse im Genehmigungsverfahren → Bei der Vorplanung (Vorzugslösung) Abstimmung mit Eigentumsverhältnissen*
 - *Flächenschonende Lösungen günstig*
 - *Umweltverträglichkeitsgesetz (UVP)*
 - *Wasserwirtschaftlicher Fachbeitrag → Quantitative Ermittlung der Auswirkungen auf die wasserwirtschaftlichen Güteparameter für Grund- und Oberflächenwasser → **Grundwassermodellierung***
 - *Behandlung wie die naturschutzfachlichen Güteparameter (**Gewässergüte!**)*
 - *Artenschutz (!) → Erheblichkeit der Eingriffe*



Quelle:
WWA
Rosenheim



Quelle:
TU München



Quelle:
WWA
Rosenheim



Quelle:
WWA
München

Rahmenbedingungen – Übersicht

- Landschafts- und Städtebild
 - *Verschlechterung des Landschaftsbildes mit hohen Widerständen verbunden*
 - *Mögliche integrale Planung mit Stadtentwicklung prüfen*
 - *Nachhaltigkeitskriterien und –ziele prüfen*
- Zeitplan/Ausführungszeit/Finanzhaushalt
 - *Finanzierung in Abhängigkeit von vorhandenen Landes-, Bundes- und/oder EU-Mitteln*
 - *Winterbaustellen ungünstig, Verbotsbauperioden /-bereiche aus Artenschutz*
 - *Lange Planungs- und Genehmigungsperioden*
- Deichüberwachung/Deichverteidigung
 - *Wege, Zugänglichkeit prüfen und sicherstellen*
 - *Einsatz- und Alarmpläne erstellen oder aktualisieren*
 - *Konkrete Ziele und Aufgaben der Deichüberwachung und -verteidigung definieren*



Quelle:
WWA
Rosenheim



Quelle:
TU München



Quelle:
WWA
Rosenheim



Quelle:
WWA
München

Rahmenbedingungen – Übersicht

- Unterhaltung/Instandhaltung
- Rechtliche Vorgaben
- Öffentlichkeit/Politik

- *Wege und Zufahrten für Unter- und Instandhaltung sicherstellen*
- *Flache Böschungen bei großen Deichen vorteilhaft (Mahd und/oder Beweidung)*
- *Bundesweit nicht einheitlich! WHG § 76 Retentionsraumausgleich*
- *Aktuelle Entwicklung in der Rechtsprechung!*
- *Hochwasserschadensbeseitigungsprojekte im Osten → bilaterale Einigung mit Betroffenen*
- *Akzeptanz der Betroffenen, TÖB, Bevölkerung...*
- *Frühe Einbindung/Beteiligung der Öffentlichkeit*
- *Multifunktionale, integrale Planungen anstoßen → Win-Win-Projekte schaffen*
- *Kommunal- und landespolitische Einflussnahme*
- *„Stakeholdermanagement“*



Quelle:
WWA
Rosenheim



Quelle:
TU München



Quelle:
WWA
Rosenheim



Quelle:
WWA
München

DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Gliederung

- Einführung
- Rahmenbedingungen
- **Maßnahmenkatalog**
- Hinweise für die Praxis
- Beispiele aus der Praxis



Quelle:
Wasserwirtschaftsverwaltung
Bayern

Maßnahmenkatalog

- Deich(rück)verlegung
- Erdbauliche Maßnahmen
- Bauwerke & Dichtungen
- Materialverbesserung
- Oberflächensicherung
- Sicherung von Deichen mit Gehölzen

Spezielle technische Themen

- Freibord
- Resilienz-/Überströmstrecken (!)
- Wühltiere
- Alterung
- Bergsenkungen
- Altlasten
- Statische Ersatzsysteme
- Grundwasserauswirkung
- Zulässigkeit von Gehölzen
- ...



Quelle:
WWA
Ingolstadt



Quelle:
WWA
Ingolstadt

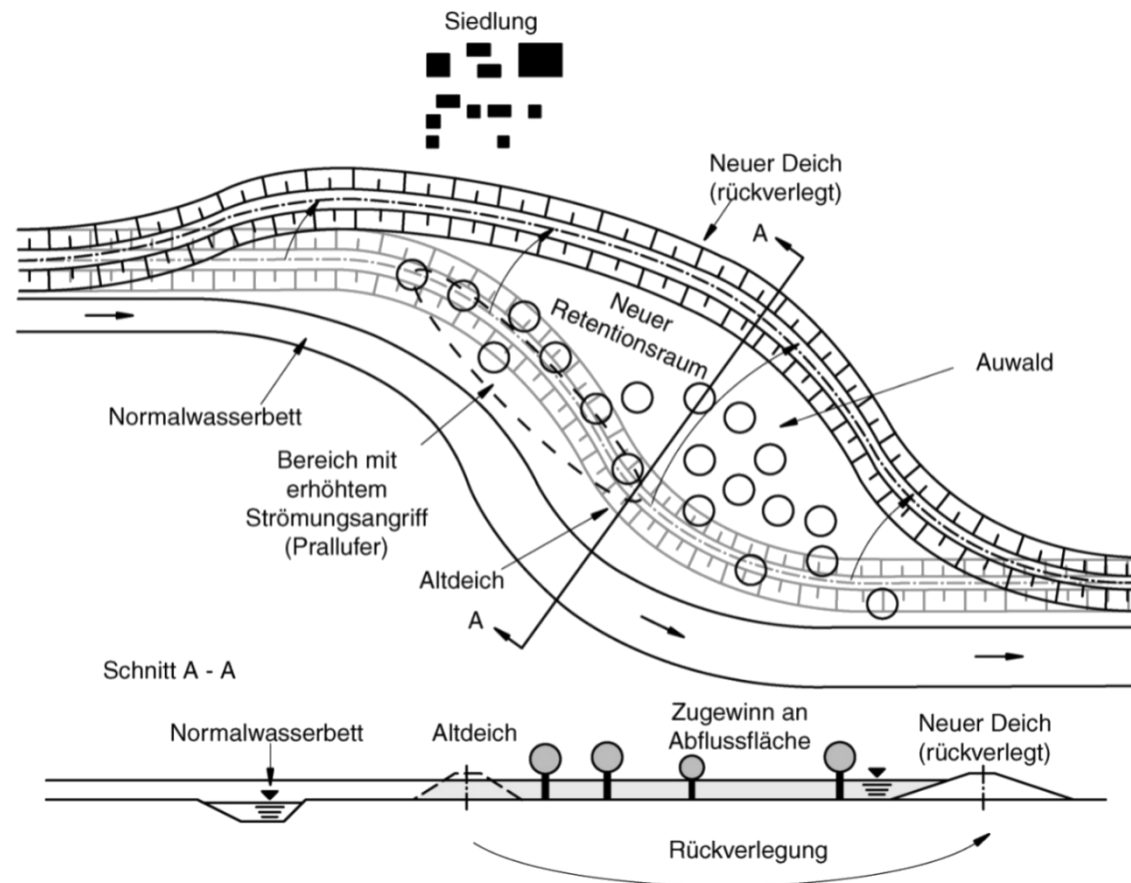


Quelle:
TU München



Quelle:
WWA
Rosenheim

Deich(rück)verlegung

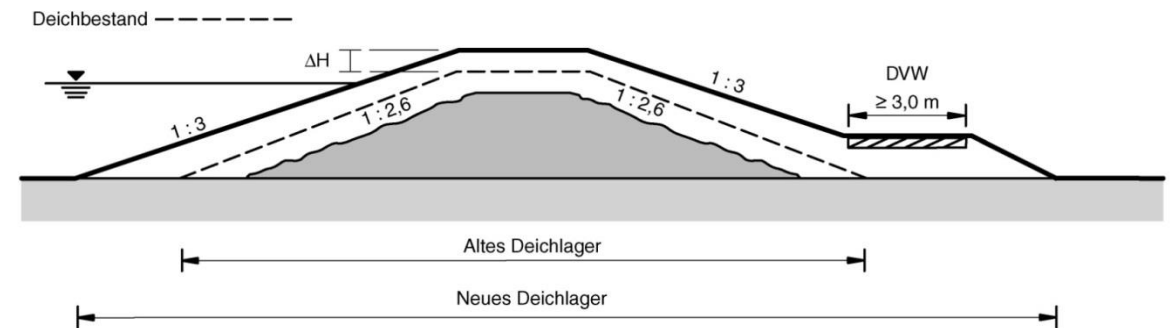
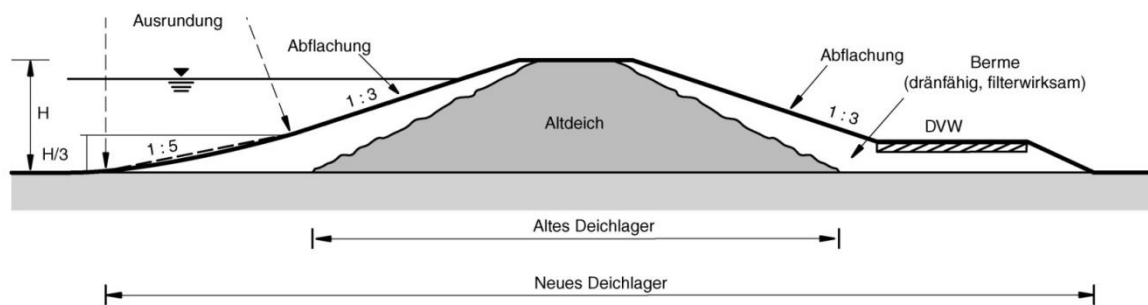


Trassenfestlegung

- Naturschutzfachliche Aspekte
- Retentionsraum
- Anbindung Wegenetz
- Eigentumsverhältnisse
- Gewässerlage
- **Hydraulische Auswirkungen!**
 - Kompensationsmöglichkeit bei der Rückverlegung durch Umwandlung der Nutzung von ehemaligem Deichhinterland in eine extensive landwirtschaftliche Nutzung im Vorland
 - Deichquerschnitte werden i. d. R. breiter, so dass auch hier ein Kompensationsplus auftreten kann.
 - Einfluss auf die Hochwassersituation (richtig) einschätzen und bewerten → Wirksamkeit eher beschränkt bis nicht vorhanden.

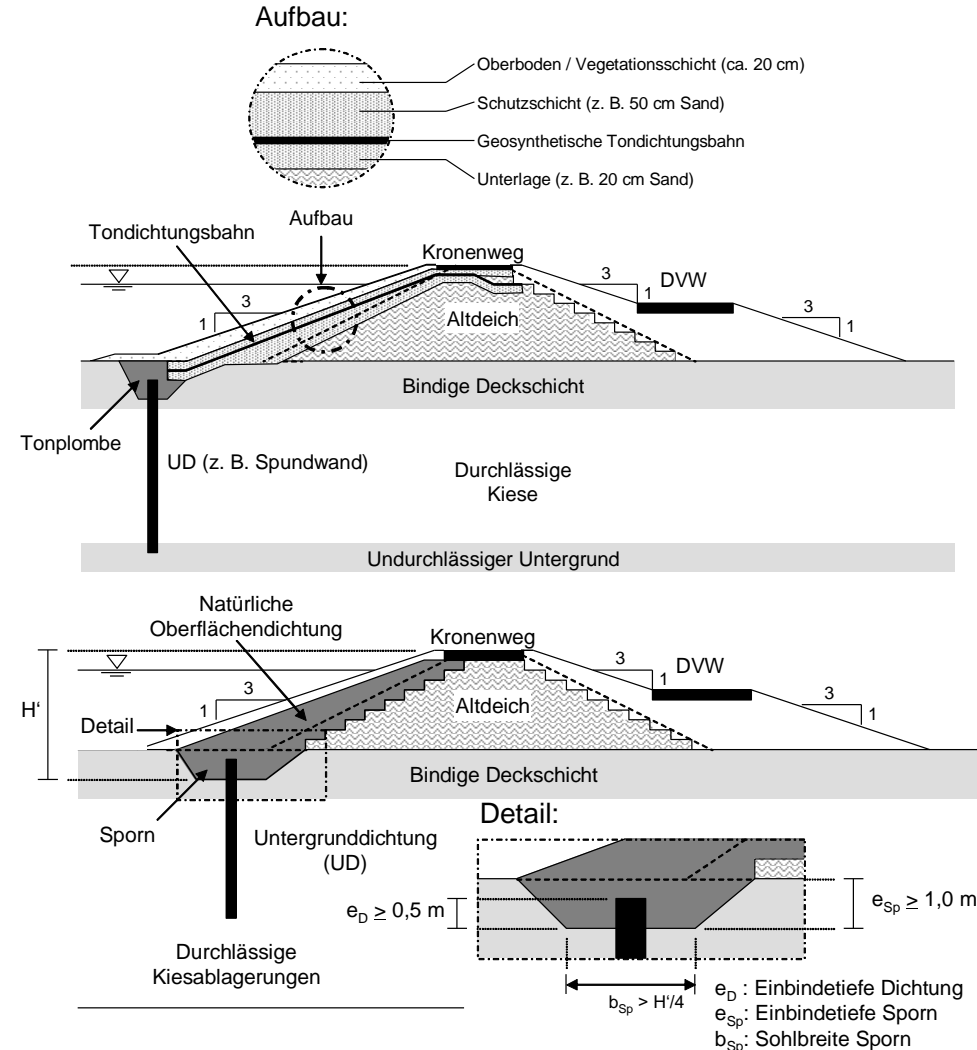
Erdbauliche Maßnahmen – Verbreiterung und Erhöhung

- Verwendung von geeigneten Materialien
 - Wasserseitig Dichtung – Drän landseitig
 - Mit dem Altdeich verbleibt ein Baugrundrisiko!
- Filterstabilität zwischen Altdeich und Anschüttungen
 - Verformungsverhalten von Altdeich → Rissgefahr
 - Verwendbarkeit des Altdeiches oder von Abbruchmaterialien prüfen!
 - Auswirkungen auf die Kosten.
 - Unsicherheit bei der Einschätzung des vorhandenen Materials, variierende Bestandsdeichmaterialien → Einschätzung des Verhaltens und der Dauerhaftigkeit oft schwierig



Oberflächendichtungen

- Grundsätzlich: 3-Zonen-Deich
- Anforderungen an Systemdurchlässigkeit von Dichtungen
- Qualitätssicherungsplan (QSP)



Mailing an der Donau (WWA Ingolstadt)



Neuburg an der Donau (WWA Ingolstadt)

Innendichtungen

- Grundsätzlich: 3-Zonen-Deich
- Einsatz als statische Ersatzsysteme
- ...

Achtung: Neue DIN-Norm!



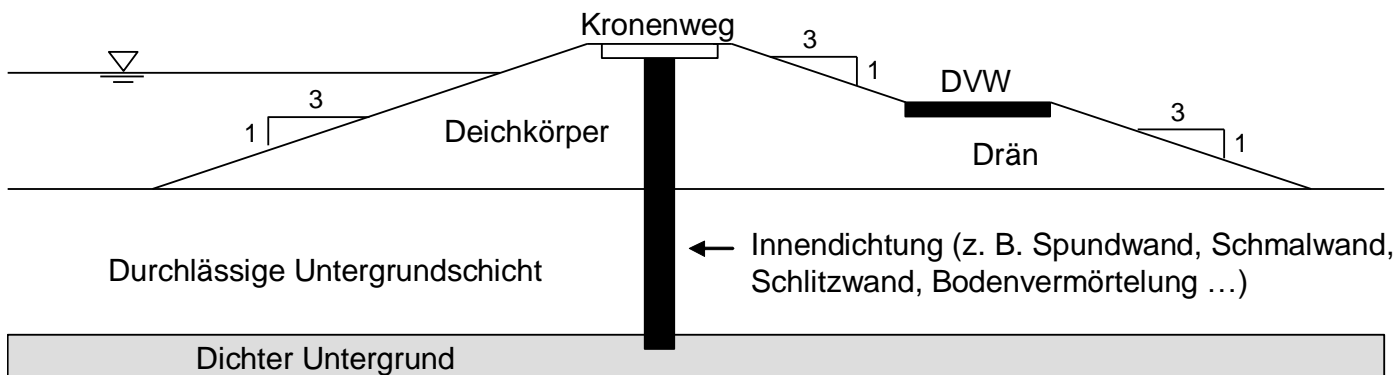
Kunststoffspundwand
(Firma g²)



Deich an der „Kleinen Donau“
(WWA Ingolstadt)



Winterdeiche an Rhein und Main
(DWA 2005)



Niederaltaich an der Donau
(TUM)



Vohburg an der Donau
(WWA Ingolstadt)

DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Regeldeich ohne Gehölze nach DIN 19712

- Kein Gehölzbewuchs auf nicht überdimensionierten Deichen → Grundsätzliches Verbot (!) → **Regelfall**
 - Kein Gehölzbewuchs auf wasserseitigen Böschungen und Bermen, im Bereich der Deichkrone und an Überlaufstrecken
 - Keine Ausbreitung der Wurzeln in den erdstatisch erforderlichen Querschnitt
 - Kein Gehölz im unteren Drittel der wasserseitigen Böschung, Sicherheitsabstand vom Deichfuß
 - **Ausnahmefall (?)**
→ **Siehe DIN 19712 und DWA-M 507 Teile 1+2**
- Bei sehr vielen Projekten wird der Erhalt bzw. Neupflanzung von Gehölzen auf Deichen und an HWS-Mauern diskutiert → politisches Thema → Öffentlichkeitsbeteiligung → transparente Planung



Lohauer Deich in Düsseldorf
(Quelle: BezReg Düsseldorf)



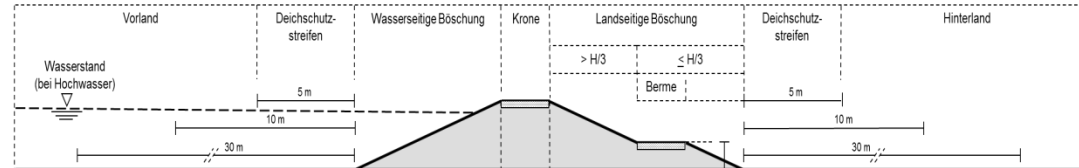
Deich an der Iller bei
Altenstadt (Quelle: TUM)



Muldedeich HW 2002
(Quelle: LTV Sachsen)

Sicherung von Deichen mit Gehölzen (siehe DWA-M 507-2)

Zulässigkeit von Gehölzen auf Deichen nach GeK
 GeK: Gehölzklassen I bis IV



Regel-fall

Aus-nahme-fälle

	Sicherungs- maßnahmen	Deich- querschnitt	Zone	Zone	Zone	Zone	Zone	Zone	Zone	Zone	Zone	Zone	Zone	
			W5	W4	W3	W2	W1	0	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Regel-fall	1	Keine (Nur erdstatistisch erforderlicher Deichquerschnitt)	GeK 1	GeK 2	GeK 3	-	-	-	-	-	-	GeK 3	GeK 2	GeK 1
	Ausnahmefall		GeK 1	GeK 2	GeK 3	-	-	-	GeK 4	-	-	GeK 3	GeK 2	GeK 1
	Ausnahmefall		GeK 1	GeK 2	GeK 3	GeK 4	-	GeK 4	GeK 4	-	GeK 4	GeK 3	GeK 2	GeK 1
	Ausnahmefall		GeK 1	GeK 2	GeK 2	GeK 3	GeK 4	-	GeK 4	-	GeK 4	GeK 3	GeK 2	GeK 1



DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

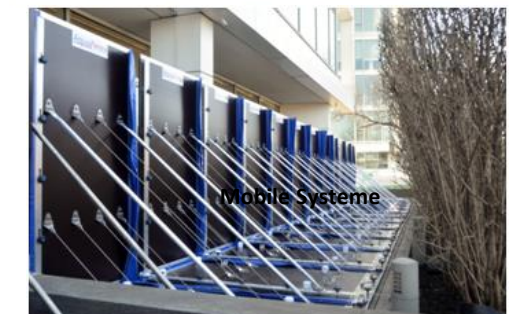
Gliederung

- Einführung
- Rahmenbedingungen
- Maßnahmenkatalog
- **Hinweise für die Praxis**
- Beispiele aus der Praxis



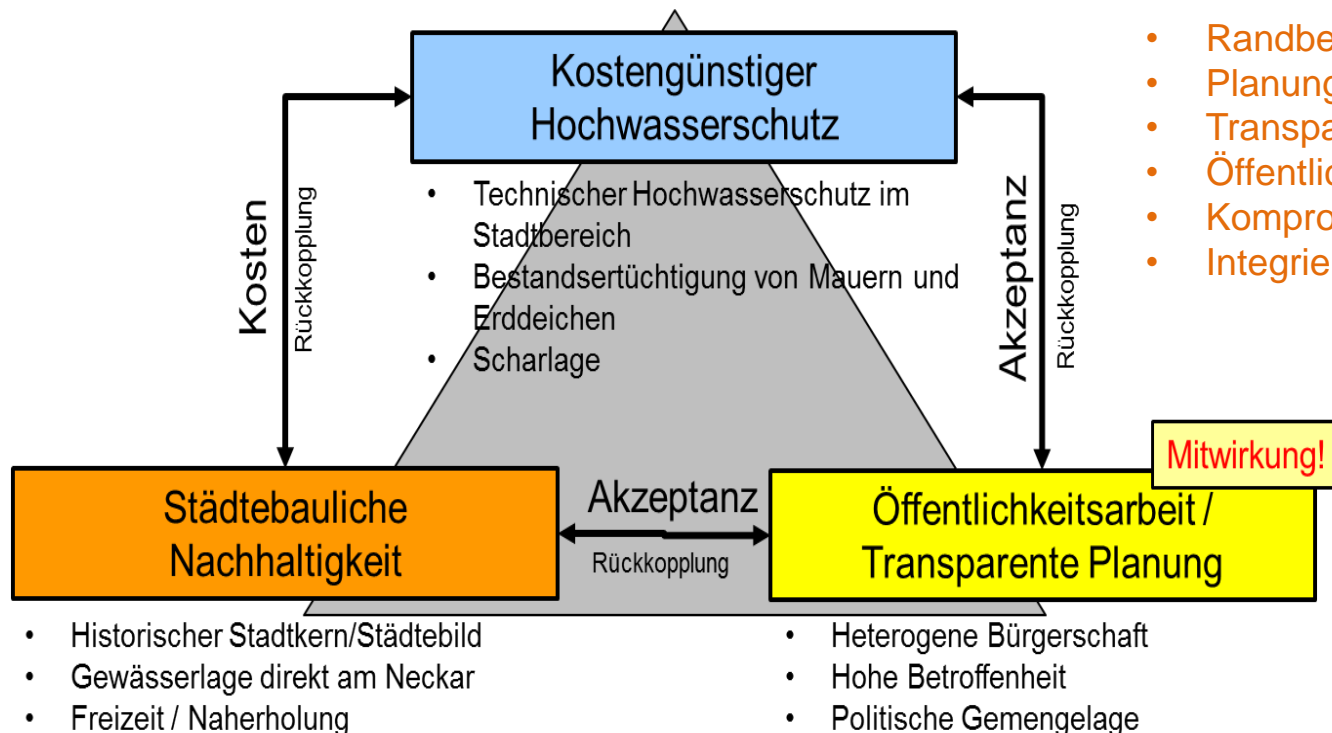
Quelle:
Wasserwirtschaftsverwaltung
Bayern

Koblenz



Quelle: AquaFence

Hochwasserschutz ist oft ein (hoch) politisches Thema!



- Randbedingungen festlegen!
- Planungsziele definieren! (Politik)
- Transparente Planung
- Öffentlichkeitsarbeit
- Kompromisse finden
- Integrierte Planungen anstoßen!

Weitere Planungsziele: Umwelt-/Naturschutz, Finanzierung, Genehmigungsfähigkeit

DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Ausschreibung, Vergabe, Kosten und Ausführung

Negative Einheitspreise beim Angebot der Unternehmer

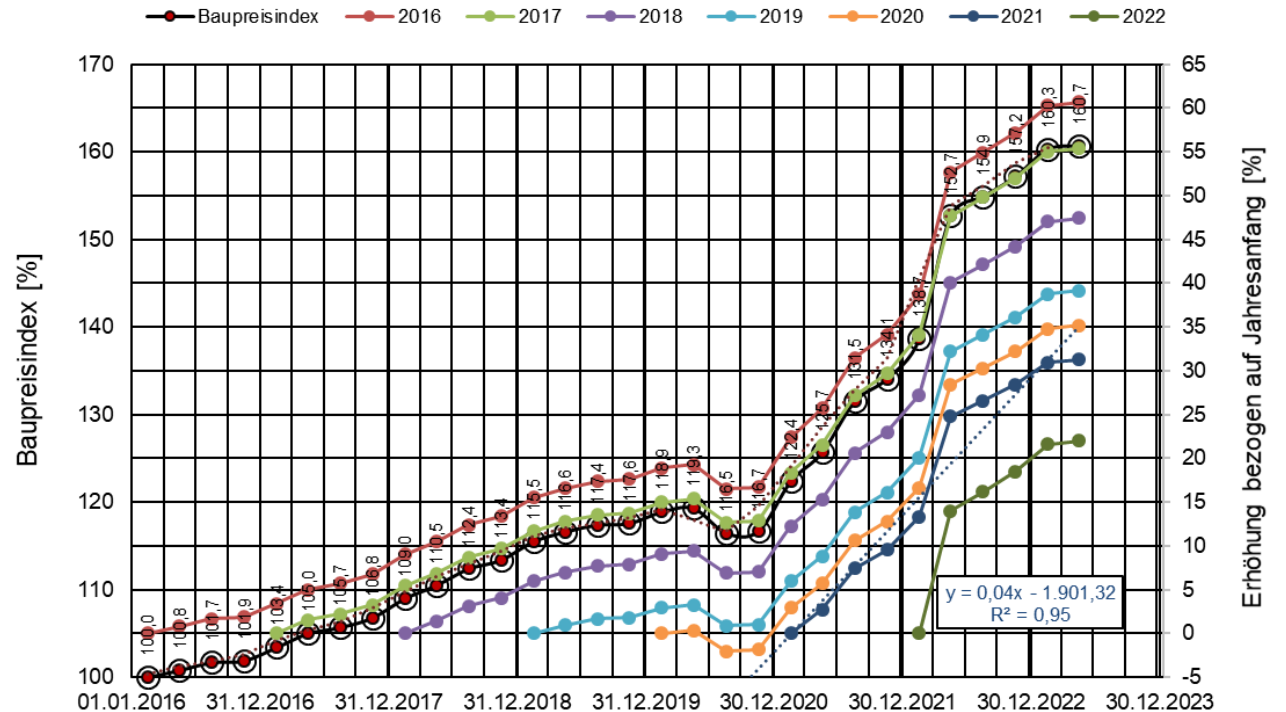
- Reduktion vom Angebotspreis
- Leistung wird nicht ausgeführt! → Mehrkosten!

Kostensteigerungen bei „Altplanungen“

- Die a.a.R.d.T sind strikter gefasst worden
- größere Sicherheiten → größere Investitionen (!)

Kampfmittelerkundung

- Konzept zur Kampfmittelerkundung
- Zeitliche Koordination, am besten vorlaufend zum/beim Bau



DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Klimawandel – Hydrologie, Binnenentwässerung

- Bemessung auf zukünftige Wasserstände (z. B. unter Berücksichtigung eines **Klimafaktors** auf die Bemessungsabflüsse)
- Berücksichtigung von **Starkniederschlags**ereignissen bei der Betrachtung der Binnenentwässerung
→ Überlagerung von Hochwasser- und Starkniederschlagsereignissen
 - Nicht in allen Bundesländern ist die Klimaveränderung bei den Bemessungsgrößen berücksichtigt → Bayern und Baden-Württemberg + 15 % auf BHQ
 - Überlagerung: $HQ_x \times r_{N,x} = p_{\text{Entwurf}}$ (z. B. $HQ_{100} \times r_{N,1a}$)
 - Möglichkeit der Betrachtung von Starkregenereignissen mit Hochwassereinfluss ($r_{N,100a} \times HQ_1$)
 - Keine einheitliche Herangehensweise → projektspezifische Betrachtung



Rekordhochwasser an der Ahr (Rheinland-Pfalz, 2016)

Quelle:
www.wetteronline.de

Foto:
Verena Leyendecker



Starkniederschläge
Gemeinde Simbach
(Bayern, 2016)

Quelle:
www.tagesschau.de



Braunsbach
(Baden-
Württemberg, 2016)

Quelle:
www.merkur.de

Foto:
dpa

DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Gliederung

- Einführung
- Rahmenbedingungen
- Maßnahmenkatalog
- Hinweise für die Praxis
- **Beispiele aus der Praxis**



Quelle:
Wasserwirtschaftsverwaltung
Bayern

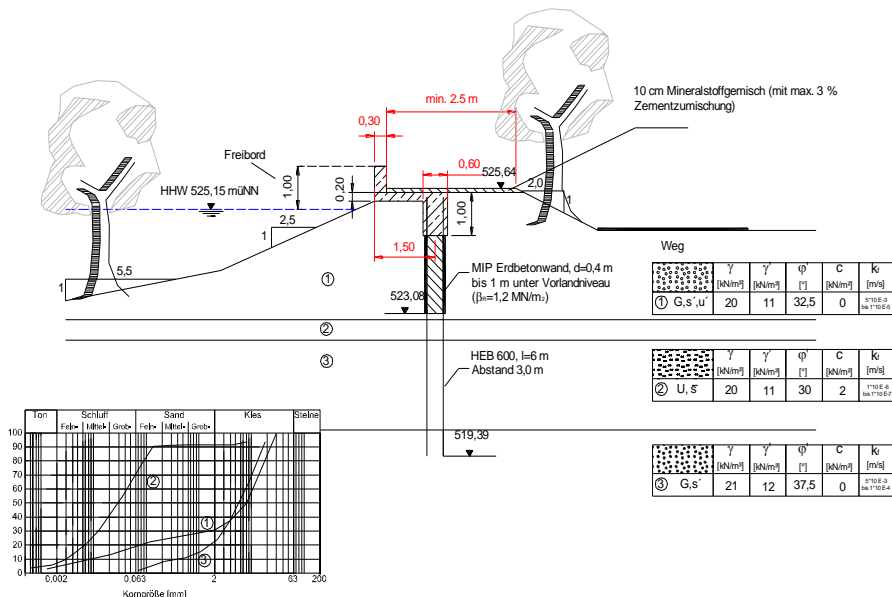
DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Isardeich im Stadtbereich München

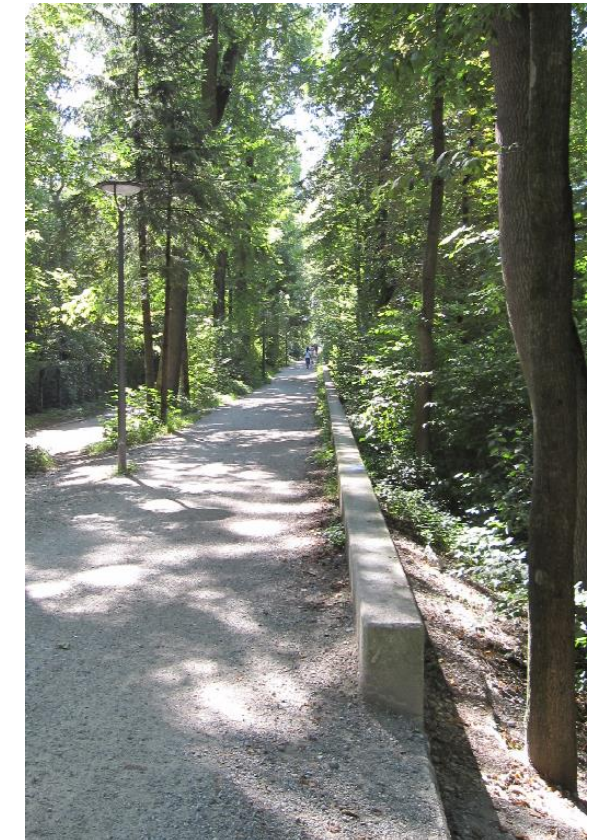


- Beibehaltung von Gehölzbewuchs und der Deichgeometrie
- Statisch wirksame Innendichtung (MIP) → statisches Ersatzsystem
- Bereichsweise Deicherhöhung

Kosten:
≈ 2.000 € pro Meter
(eskalierte Werte)



Quelle: WWA München



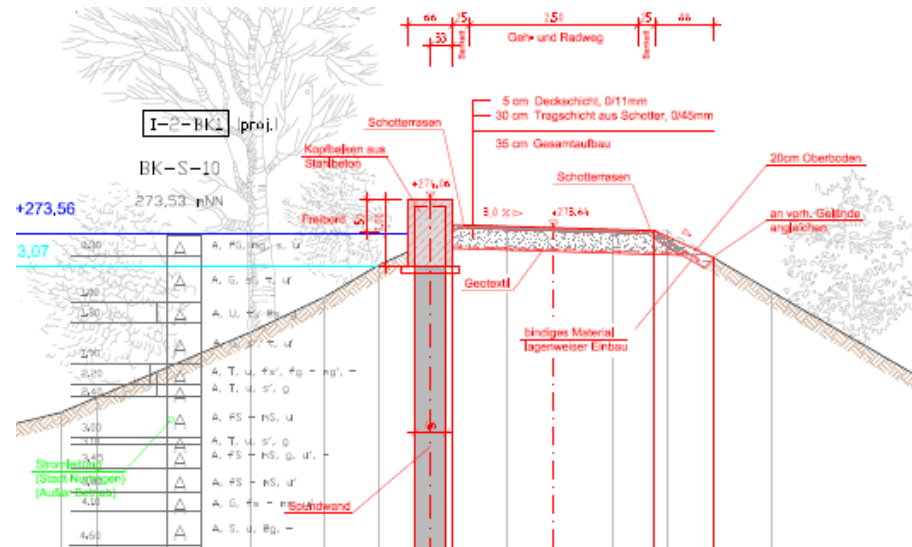
Quelle: Ronald Haselsteiner

DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Neckardeich in Nürtingen



- Minimierung Eingriff in den vorhandenen Baumbewuchs → Biotope
- Keine Flächenverfügbarkeit
- Erhalt von Gehölzen
- Städtebauliche Einbindung wichtig
- Statisches Ersatzsystem (Spundwand) → Verfahren mit hydraulischer Presse
- Auswirkungen auf Grundwasser (Fachbeitrag!)



Kosten:
≈ 4.000 € pro Meter

Quelle: BCE



Silent Piler (Hermann Koth Ingenieurbau)



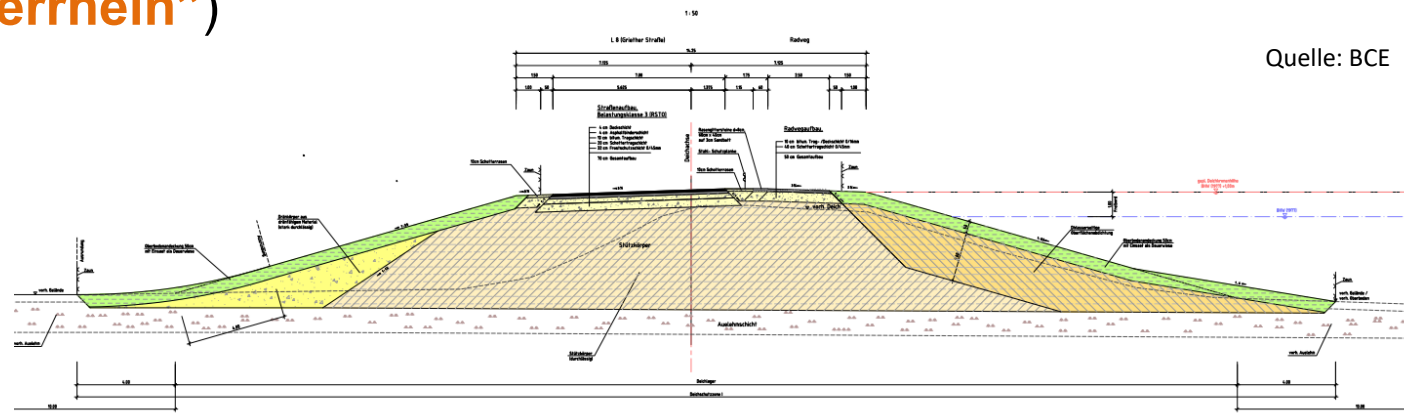
DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

Rheinhauptdeich am Niederrhein



- Kompletter Abbruch des Altdeiches
- Neuaufbau eines Sonderprofils mit Landstraße (ca. 14 m Krone)
- Kein Gehölzbewuchs nach DSchVO der BezReg
- Retentionsraumausgleich durch partielle Rückverlegung
- Hohes Schadenspotential → Hohe Sicherheit (**“Panzer vom Niederrhein”**)

Kosten:
≈ 4.500 € pro Meter
(eskalierte Werte)

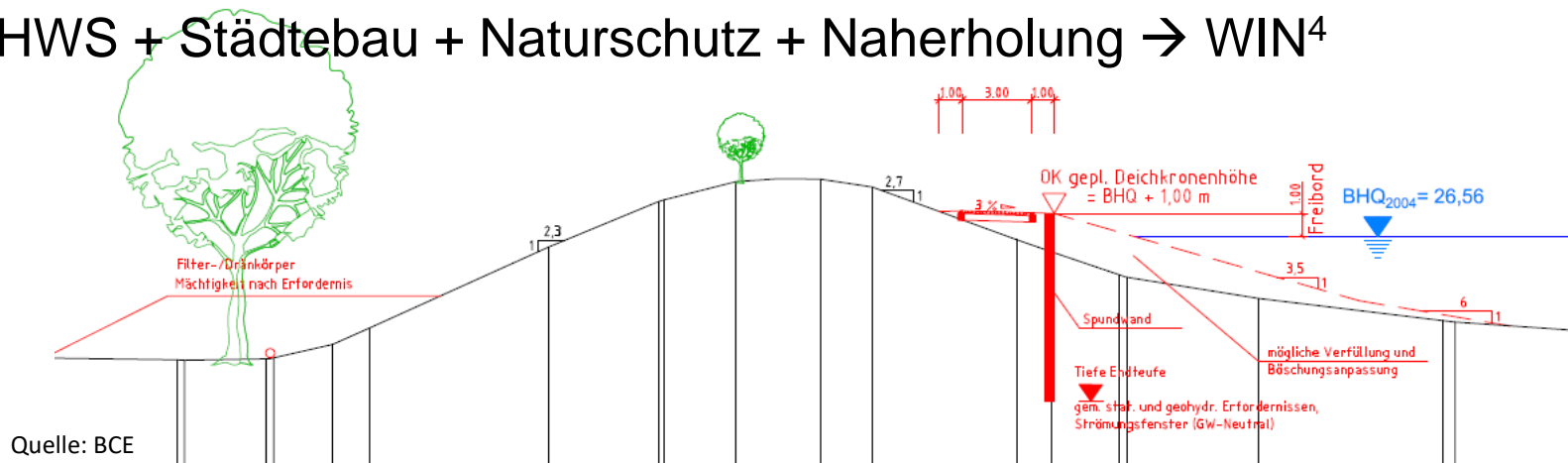


DeichTage – 19./20. September 2023, Nürnberg

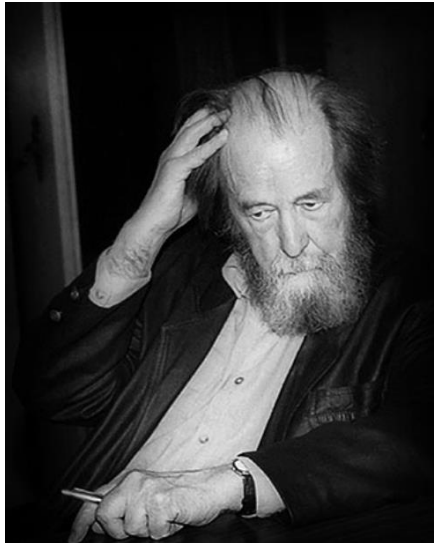
Rheinhauptdeich im Bereich Orsoy



- Deich im urbanen Bereich, Bauwerke/Häuser im und am Deich
- Auf dem Deich sind Alleen und Baumreihen vorhanden
- Abtrag und Neuaufbau des Bestandsdeiches schwierig und aufwendig → bauliche Alternative günstige
- Einsatz eines statischen Ersatzsystems in Form einer Spundwand
→ HWS + Städtebau + Naturschutz + Naherholung → WIN⁴



Kosten:
> 5.000 € pro Meter



*„Die Lösung ist immer einfach,
man muss sie nur finden.“*

Alexander Issajewitsch Solschenizyn (geb. 1918 in Kislowodsk, Oblast Terek; † 2008 in Moskau), russischer Schriftsteller und Systemkritiker, Nobelpreisträger.

Ertüchtigung von Flussdeichen – Theorie und Praxis

ENDE