



## Workshop „Hochwasserpartnerschaft Elbe“

25. und 26. August 2011 im Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Magdeburg

---

### Workshop 2: „Reichen unsere Deiche auch in 20 Jahren noch?“



## Einführung





**Uwe Grünewald**  
Lehrstuhl Hydrologie und Wasserwirtschaft  
Brandenburgische Technische Universität Cottbus



## „Hochwasserrisikomanagement – eine Querschnittsaufgabe, die nicht sektoral bewältigt werden kann“



**HOCHWASSERVORSORGE  
in Deutschland**  
Leiten aus der Katastrophe 2002 im Elbegebiet



**HOCHWASSERRISIKO-  
MANAGEMENT**  
als Kreislauf von  
Hochwasservorsorge  
und -bewältigung



Quelle: DKKV, 2003




**1. Hochwasserrisikomanagement als Kreislauf von Hochwasser-Vorsorge und -Bewältigung**


**3**

## Gliederung:

- 1. Hochwasserrisikomanagement als Kreislauf von Hochwasser-Vorsorge und -Bewältigung**
- 2. Aus Extremhochwassern lernen - an der Elbe schon lange ein Thema**
- 3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / ... wie kommunizieren wir diese?**



**Uwe Grünewald**  
Lehrstuhl Hydrologie und Wasserwirtschaft  
Brandenburgische Technische Universität Cottbus



## „Risiko als Resultat der Interaktion von Gefährdung und Vulnerabilität“

„... je größer die Eintrittswahrscheinlichkeit für ein Extremereignis wird ...“

**Gefahr**

↓

beschrieben durch:

- Intensität
- Wahrscheinlichkeit

↓

**Gefährdung**

**Menschen, Güter, Umwelt...**

↓


beschrieben durch:

- Exposition
- „Wert“, Empfindlichkeit

↓

**Vulnerabilität**


„... je mehr Werte in gefährdete Gebiete gebracht werden...“



**Risiko**

... desto größer wird das Risiko !

Quelle: DKKV, 2003



**1. Hochwasserrisikomanagement als Kreislauf von Hochwasser-Vorsorge und -Bewältigung**

**4**

„... Die Natur kennt keine Katastrophe, Katastrophen kennt allein der Mensch, sofern er sie überlebt.“ [Max Frisch, Der Mensch erscheint im Holozän, 1979]

1000-jährlicher Abfluss

„Handlungsbedarf zum Schutz vor Extremereignissen .... aufgrund der zunehmenden Wertkonzentration und Schadenempfindlichkeiten und dem ansteigenden Schutzbedürfnis auch ohne Klimaänderung gegeben.“

Textquelle: OcCC, 2003, Seite 8

b-tu 1. Hochwasserrisikomanagement als Kreislauf von Hochwasser-Vorsorge und -Bewältigung 5

„Weg vom Sicherheitsdenken („Schutzversprechen“) hin zum Hochwasserrisikomanagement“

Das bisherige **Sicherheitsdenken** („Hochwasserschutzversprechen“) wird (international) zunehmend durch eine **Risikokultur** ersetzt, die zunächst gesamtheitlich betrachtet, **was „überhaupt passieren kann“ (Risikoanalyse)**.

Darauf aufbauend wird das Risiko bewertet  
**„Was darf nicht passieren?“** und  
**„Welche Sicherheit für welchen Preis?“ (Risikobewertung)**.

Daraus leitet sich dann die Suche nach möglichen Gegenmaßnahmen ab  
**„Wie kann mit dem Risiko bestmöglich umgegangen werden?“ (Risikoumgang)**.

Quelle: DKKV, 2003, <http://www.dkkv.org> unter: Veröffentlichungen - Schriftenreihe 29

b-tu 1. Hochwasserrisikomanagement als Kreislauf von Hochwasser-Vorsorge und -Bewältigung 7

„Differenzierte Maßnahmen zur Hochwasservorsorge bei unterschiedlichen Hochwasser-Wiederkehrintervallen T“

Häufige Überschwemmungen (T < 10 Jahre)	<b>„weiche“, strukturelle Maßnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Renaturierung</li> <li>• Verbesserte Infiltration, Entsiegelung</li> <li>• Dezentraler Rückhalt</li> <li>• Deichrückverlegung, Querschnittsaufweitung</li> <li>• Deiche</li> </ul>
Seltene Überschwemmungen (T = 10 – 200 Jahre)	<b>Technische Maßnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückhaltebecken, -flächen</li> <li>• Deiche</li> <li>• Polder</li> <li>• Deichrückverlegung, Querschnittsaufweitung</li> </ul>
Sehr seltene Überschwemmungen (T > 200 Jahre)	<b>Organisatorische Maßnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notentlastungen</li> <li>• Katastrophenbewältigung</li> <li>• Finanzielle Vorsorge</li> </ul>

Quelle: (Kron, 2003, verändert)

b-tu 1. Hochwasserrisikomanagement als Kreislauf von Hochwasser-Vorsorge und -Bewältigung 6

„Vielhundertjährige Jahreshöchstabflüsse an der Elbe/Pegel Dresden - extreme Hochwasser nichts Ungewöhnliches“

Abflüsse [m³/s]

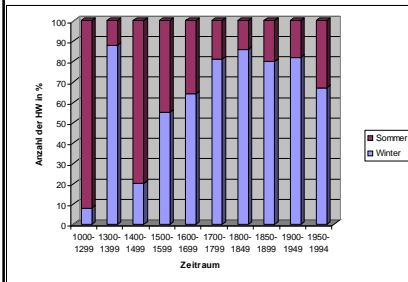
Jahre (historisch, rekonstruiert)

Jahre (gemessen)

Winterhochwasser  
Sommerhochwasser

b-tu 2. Aus Extremhochwassern lernen - an der Elbe schon lange ein Thema 8

„Jahreszeitliche Verteilung der Elbe-Hochwasser am Pegel Dresden innerhalb der letzten 1000 Jahre (nach Fügner, (1995))“



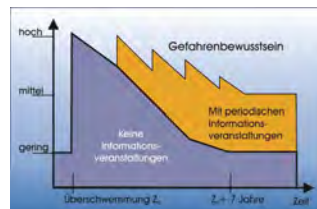
„Lernphase I (1784-1799): Gegenmaßnahmen waren bis zur Jahrhundertwende mehr oder minder reine Abwehrmaßnahmen“

- „Um **Einwohner rechtzeitig zu warnen**, wurden **Lokalbeamte** in den Ämtern zu erhöhter **Bereitschaft, Wachsamkeit und Weitergabe der Anweisungen** aufgefordert
- **Präventive Hygienevorschriften** (u. a. **Desinfektion der Wohnungen mit Weinessig**) für ganz Sachsen erlassen
- **Akustisches Warnsystem** mittels **Kanonen** und **Reiterstafetten** entlang der Elbe installiert
- **Sprengen von Eisbarrieren** auf der Elbe durch **Bomben und Artilleriebeschuss**
- **Holzhändler** hatten ihr **Floßholz rechtzeitig** von den Ufern der Elbe zu entfernen
- Bei **Soforthilfe 1799** wurden **Nahrungsmittel, Trinkwasser, Branntwein, Brennstoffe und Geld** **unmittelbar bereitgestellt**
- **24-stündiges Bewachen und Begehen der Deiche** durch die **Elbanrainer** eingeführt

„Wie reagiert eine Gesellschaft unter dem Druck nicht abbrechender Hochwasserkatastrophen?“



- Lernphase I (1784-1799)**
- Lernphase II (1800-1820)**
- Lernphase III (1820-1845)**



(IKSR, 2002)

„Lernphase II (1800-1820): Kreise und Ämter traten aus der Passivität der Dekaden zuvor heraus“

- „**Katastrophenkommunikation** erfolgt auch auf der mittleren wie lokalen Verwaltungsebene.
- **Schadenaufnahme** und **Gesundheitsvorsorge** wurden endgültig aneinander **gekoppelt**
- **Kosten für Regulierungsarbeiten** gingen auf die Nutznießer über (**Einrichten von Fonds zur Unterstützung der Gemeinden, Zusammenlegung der Elbgemeinden zu Dammkommunen, Einrichten von Dammkassen zum Unterhalt der Uferbauten**)
- **1811: Gründung** von zwei **Wasserbaudepartements** in **Torgau und Dresden**
- **1819: Elbstrom-Ufer- und Dammordnung**

„Lernphase III (1820-1845): Nach der Flut von 1845: Einrichten eines Krisenstabes (bestehend aus Innenminister, Mitglied des Kriegministeriums, Kreisdirektor, Bürgermeister und Polizeidirektor Dresdens, Amtshauptmann des 1. amtschauptmannschaftlichen Bezirkes), der optimierte Koordination für kommende Fluten gewährleisten sollte“

- 1820 legte **Wasserbaudirektor Wagner** einen umfassenden Bericht vor, der als **Basis für verbessertes Katastrophenmanagement** genutzt wurde
- Ab 1826 existierte eine landesweite Bekanntmachung: **Erhöhung der Zahl der Signalkanonen auf 17 Orte, 19 Polizeiposten entlang der Elbe**, Verhalten der Bevölkerung vor, während und nach einem Eisgang optimiert
- 1835 Gründung eines **Rettungsvereins in Dresden**
- 1836 war eine »Gefahrenkarte« für Dresden vorhanden, die eine Abschätzbarkeit der zu erwartenden Wassermassen und einen dementsprechenden präventiven Einsatz von Polizei und Militär ermöglichte
- 1845 deutlich verbessertes Management in Dresden, das noch während der Flut von der Bevölkerung gelobt wurde
- Ab 1845 bestand dauernde Kommunikation zwischen Peripherie und Hauptstadt (Polizei und Lokalbeamte berichteten an Kreisdirektion in Dresden)
- 1845 unmittelbar nach der Flut kritische Stimmen über verstärkte Hochwassergefahr aufgrund der bisherigen Flussregulierungen

„Augusthochwasser 2002 hat gnadenlos die Schwachstellen im Hochwasserschutz, im Unterhaltungszustand der Gewässer und in der Organisation aufgezeigt“

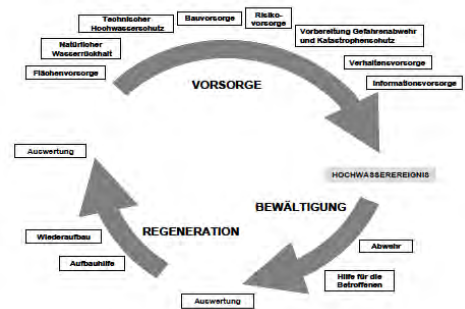


### „Hochwasserschutzkonzepte 1903“



- Nach **Ballung** großer Hochwasser im Bereich der Oberen Elbe z.B. in den Jahren **1845, 1862, 1876, 1890 und 1897** im damalige Königreich Sachsen vielfältige **Bemühungen**, deren teilweise katastrophale Wirkungen besser zu begegnen.
- **2** (von 3 geplanten) **große Flutrinnen** wurden dann in Dresden – wenn auch erst in den 20-iger Jahren des 20.Jh. – vollendet.

### „Hochwasserrisikomanagement-Zyklus (LAWA, 2010)“



- **HWRMRL** - in **D** im **Gesetz** seit **01.03.2010** verankert!

### „Landeshauptstadt Dresden hat vollkommen andere Hochwasserstrategie als z. B. Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen“

#### Hochwasserschutz für Dresden

Als kommunaler Wasser- und Abwasserbetreiber hat die Stadt Dresden seit 1990 die Aufgabe übernommen, die Hochwasserschutzmaßnahmen in der Stadt zu planen, zu realisieren und zu betreiben. Die Stadt Dresden ist für den Hochwasserschutz der Stadt verantwortlich.

#### Plan Hochwasserentsorgung Dresden (PHD)

Der Plan Hochwasserentsorgung Dresden (PHD) ist die zentrale strategische Planung für den Hochwasserschutz der Stadt Dresden. Er definiert die Ziele, die Aufgaben und die Maßnahmen für den Hochwasserschutz der Stadt.

3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?

### „Bisher kein Aufwärtstrend extremer Hochwasser an Elbe und Oder“

Extremes river floods have been a substantial natural hazard in Europe over the past centuries, and reduction effects of recent anthropogenic changes in atmospheric composition are expected to cause climate changes, especially enhancement of the hydrological cycle, leading to an increased flood risk. For the past few decades, however, observations from Europe do not show a clear increase in flood occurrence rates. Here we present flood event records at winter and summer floods in two of the largest rivers in central Europe, the Elbe and Oder rivers. For the past 40 to 150 yr, we find a decrease in winter flood occurrence in both rivers, while summer floods show no trend, consistent with trends in extreme precipitation occurrence. The reduction in winter flood occurrence can partly

3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?

### „In Süddeutschland: Pragmatischer Bemessungsansatz „Lastfall Klimaänderung“ durch Einführung von Erhöhungsfaktoren“

T [Jahre]	Klimaänderungsfaktoren $f_{T,K}$				
	1	2	3	4	5
2	1,25	1,50	1,75	1,50	1,75
5	1,24	1,45	1,65	1,45	1,67
10	1,23	1,40	1,55	1,43	1,60
20	1,21	1,33	1,42	1,40	1,50
50	1,16	1,23	1,25	1,31	1,35
100	1,15	1,15	1,15	1,25	1,25
200	1,12	1,08	1,07	1,18	1,15
500	1,06	1,03	1,00	1,08	1,05
1000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Bemerkung: für Jährlichkeiten  $T > 1000$  a ist der Faktor gleich 1,0

für  
**K** (1 ... 5) Regionen Baden-Württembergs und  
**T** (2, 5 ... 1000 Jahre) Wiederkehrintervalle über einen „Klimaänderungsfaktor  $f_{T,K}$ “

3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?

### „Quellen der Unsicherheit in den Klimaprojektionen (nicht –prognosen) !“

U.a.:

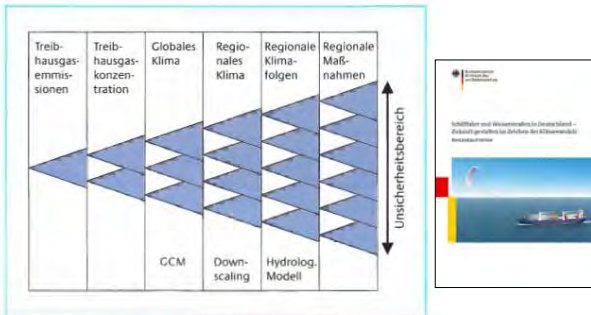
- Künftige Emissionen;**
- Natürliche Klimaschwankungen,** die anthropogene Trends überlagern;
- Berechnung der vom groben Rechengitter nicht auflösbaren Prozesse;**
- Fehlende Prozesse,** wie z.B. biogeochemische Kreisläufe.

schrittweise überwindbar z. B. durch „Nichthydrostatisches Globalmodell mit lokaler Zoomfunktion“ (ICON - DWD/MPI) seit 2004 in Entwicklung?!

3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?



„Vergrößerung der (statistischen) Unsicherheit bei der Übertragung globaler Klimaszenarien in regionale Klimafolgen und -maßnahmen“



(Viner 2002)

3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?

21

„Trog Mitteleuropa (TRM)“



Ein **Trog** über Nord- und Mitteleuropa wird flankiert von höherem Luftdruck über dem östlichen Nordatlantik und Westrussland. In einer von **Nordwest über Nordfrankreich und das südliche Mitteleuropa** verlaufenden und **von dort nach Nordost umbiegenden Frontalzone** ziehen **Einzelstörungen (Vb – Lage)**. Diese gewinnen nach vorübergehender Abschwächung über dem Mittelmeer wieder an Intensität und **wirken sich dadurch stärker über dem östlichen Mitteleuropa** aus.

3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?

23

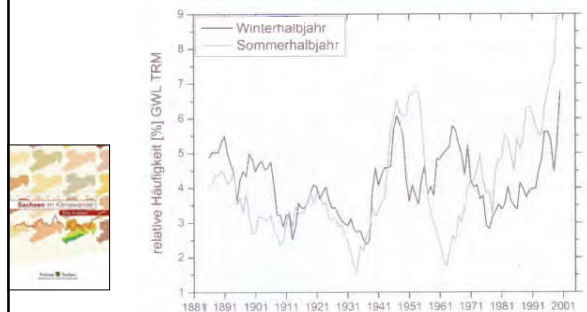
„Einzugsgebiete von Oder, Weichsel, Elbe ....“



3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?

22

„Beobachtete Zunahme der Häufigkeit von hochwasserauslösenden Großwetterlagen o. ä. in regionalisierten Klimamodellen nicht widerspiegelbar! Wir müssen uns aber durch verbesserte **Hochwasservorsorge** darauf einstellen!“



Häufigkeit des Auftretens der Großwetterlage „Trog über Mitteleuropa“ im Sommer- und Winterhalbjahr für 1881-2006 (tiepassgefiltert)

3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?

24

### „Vergleichbare Hochwasserereignisse aufgrund von Vb-artigen Wittersituationen in den letzten Jahren“

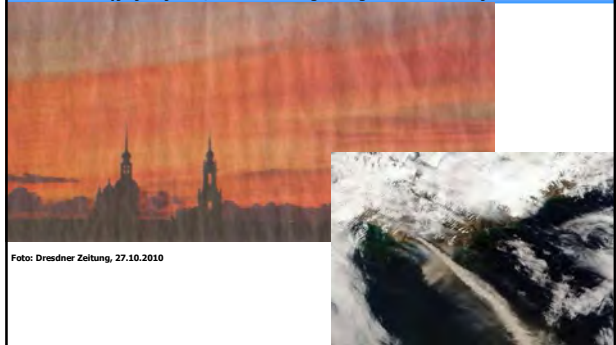
Jahr	Monat	Einzugsgebiet
1997	Juli	Oder
1999	Mai	Donau
2001	Juli	Weichsel
2002	August	Elbe/Donau
2005	August	Donau
2010	Mai	Oder/Weichsel
2010	August	Neiße/Spree/Elbe
2010	September	Neiße/Elbe-Elster

Quelle: DWD, 2010

3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?

25

### „Leuchtender Abendhimmel über der Dresdener Altstadt - Folge des Ausbruchs des Vulkans Eyjafjallajökull/Island und Begleitung des Hochwasserjahres 2010?“



**SPIEGEL ONLINE**

Eyjafjallajökull am 7. Mai: Die Asche beeinträchtigt erneut den Flugverkehr. Quelle: www.spiegel.de, 08.05.2010

3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?

27

### „...gibt es eine Beziehung zwischen vulkanischen Aktivitäten und Sommerhochwasser in sächsischen Flüssen?“ (Jürgen Buchwald)

- 1783 **Lakgigar, Island:** Ein ruhiger, dafür aber über sechs Monate lang anhaltender Ausbruch mit einer **Freisetzung von riesigen Lavamengen** führte schließlich zu einer Hungersnot, der über 10.000 Menschen zum Opfer fielen. Die vulkanische Tätigkeit hinderte die Fischerboote am Auslaufen.
- 1789-1780 - **Ontake, Sakurajima, Japan:** Der Ascheregen begrub 300 Menschen und 20 Dörfer.
- 1783 **Asamajama, Hondo, Japan:** Der heftige Ausbruch des aktivsten japanischen Vulkans bombardierte 48 Dörfer mit Gesteinsbrocken, tötete 5000 Menschen und ließ eine neue Insel entstehen.
- 1792 **Unzen, Kjuschu, Japan:** Einer der heftigsten Ausbrüche in Japan, bei dem die Städte Higo und Schimabara völlig zerstört wurden und 15.000 Menschen starben.
- 1793 **Mijijama, Kiouisiou, Java:** Bei der Explosion wurden Schlamm- und Wassermassen freigesetzt, die über 53.000 Menschen töteten.
- 1804 **Mayon, Luzon, Philippinen:** Mit einer heftigen Explosion entzündete der Vulkan einen Feuer- und Gesteinsregen und begrub vier Dörfer unter einer neun Meter dicken Schicht. 2200 Menschen wurden getötet.
- 1812 **La Soufrière, St. Vincent, Kleine Antillen:** Ascheregen und riesige Lavaströme vernichteten Dörfer und töteten über 1000 Menschen.
- 1815 **Tambora, Sumbawa, Indonesien:** Gas- und Aschewolken, Feuer- und Gesteinsbrocken töteten bis auf 25 alle 12.000 Bewohner der Insel. Der Staub in der Atmosphäre **veränderte das Klima auf der ganzen Erde**, was wiederum zu Hungersnöten führte und weitere 80.000 Menschen das Leben kosteten. (1816 - Jahr ohne Sommer)
- 1822 **Gelungung, Java:** Bei zwei Ausbrüchen innerhalb von vier Tagen gingen Schlammmassen, Asche und Gestein auf die Dörfer nieder.



View of Dresden at Sunset, 1822  
Carl Gustav Carus (German, 1789-1869)  
Oil on canvas; 8 1/2 x 19 5/8 in. (21.6 x 49.8 cm)  
Kunstsammlungen Chemnitz

Quelle: <http://www.netmuseum.org>

3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?

26

### „Freibord, Unsicherheiten, Vertrauensbereiche“

- **Deichhöhe selbst wird durch den Bemessungswasserstand zuzüglich Freibord bestimmt.**
  - **Zuschläge z. B. für Windstau, Wellenaufwurf, Eisstau, Setzungen, Ausführungstoleranzen, Unsicherheiten bei Bestimmung des HQ,**
  - **„ ... Zuschläge ... jeweils dort ... wo Berechnung unsicher ist ... und sich in ihrem Maß am Vertrauensbereich der ... Daten orientiert“ (DIN 19712)**
- bei **extremwertstatistischen Auswertungen obere und untere Konfidenzgrenzen** ausweisen!



3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / wie kommunizieren wir diese?

28

„Überlegungen zur Einbeziehung der Folgen des Klimawandels im Elbeeinzugsgebiet“

- z. Z. **keine gesicherten quantifizierbaren Erkenntnisse** bzgl. **Folgen des Klimawandels** für die Region „**Elbeeinzugsgebiet**“
- **pauschaler Klimaauflschlag** analog zum „Klimafaktor“ von 15 % bis 25 %, wie er in Bayern und Baden-Württemberg eingeführt wurde, ist **nicht zu rechtfertigen**
  - Kosten  $\leftrightarrow$  Nutzen
  - fachlich nicht gesichert

→ *neben allen betrachteten Unsicherheiten stellt das Klima und dessen Veränderungen eine weitere (bisher noch nicht quantifizierbare) Unsicherheit dar*

Festlegung des Bemessungsabflusses für

b-tu 3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / ... wie kommunizieren wir diese? 29

„Überlegungen zur Einbeziehung der Folgen des Klimawandels in den Niederlanden“

- in den Niederlanden erfolgt bereits ein **Wechsel** von der „**Widerstandsstrategie**“ zu einer „**Dehnfähigkeitsstrategie**“
- „**Politik der hohen Deiche**“ allein nicht zielführend
- **erweiterte Flächenvorsorge** ist notwendig, um auf eventuelle Folgen des Klimawandels vorbereitet zu sein bzw. reagieren zu können
- die „**Kommission Wasserwirtschaft im 21. Jahrhundert**“ legte für die Niederlande fest, dass bestehendes **Hochwasserschutzniveau alle 5 Jahre überprüft werden muss**.

b-tu 3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / ... wie kommunizieren wir diese? 31

„Wie gehen damit unsere „wassererprobten Nachbarn“ um – Kernpunkte niederländischer Hochwasserpolitik“

„Bei **Bekämpfung der Hochwassergefahr am Rhein** geht man **dreigleisig** vor:

- Maßnahmen zur Verwirklichung des **neuen** Bemessungshochwasserabflusses von **16 000 m<sup>3</sup>/s** (bisher 15 000 m<sup>3</sup>/s) im Rahmen der **Sicherheitsnormen** müssen energisch umgesetzt werden – **Zeitfenster 2015...**
- Man muss **Klimaveränderungen** berücksichtigen, in dem man bereits jetzt die räumlichen Bedingungen schafft, um einen **künftigen Bemessungshochwasserabfluss** von **18 000 m<sup>3</sup>/s** in den Niederlanden sicher meistern zu können... **Zeitfenster 2050**
- Man muss jederzeit darauf **vorbereitet sein**, dass trotz aller Massnahmen einmal der **Ernstfall** eintreten kann... **PoldEvac**“

Quelle: Hochwassermagazin, 3/2001

**Alle 5 Jahre** muss der **Bemessungsabfluss** festgelegt werden.

Quelle: KHR, 2001

b-tu 3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / ... wie kommunizieren wir diese? 30

„Weg vom Sicherheitsdenken („Schutzversprechen“) hin zum Hochwasserrisikomanagement“

- **externe und interne Kommunikation von Hochwasserrisiken** verlangt **Klarheit** über „**wie**“ und „**was**“ in Politik und Behörden
- außer Stadt Dresden mit **Plan Hochwasservorsorge Dresden (PHD)** überall **HW-Schutzversprechen** und -**erwartung**
- „Bei **Hochwasser** scheint es so wie mit dem **Alter** zu sein. **Vor Alter** kann man sich **nicht schützen**, man sollte **Vorsorge betreiben** und **wenn es dann kommt**, die **Risiken** (möglichst in Gemeinschaft) **zu bewältigen versuchen**.“

(U. Grünewald: DKKV - Risiko 2.0, Potsdam, 19.01.2011)

b-tu 3. Wie gehen wir mit Unsicherheiten und Risiken bezüglich der Zukunft um / ... wie kommunizieren wir diese? 32