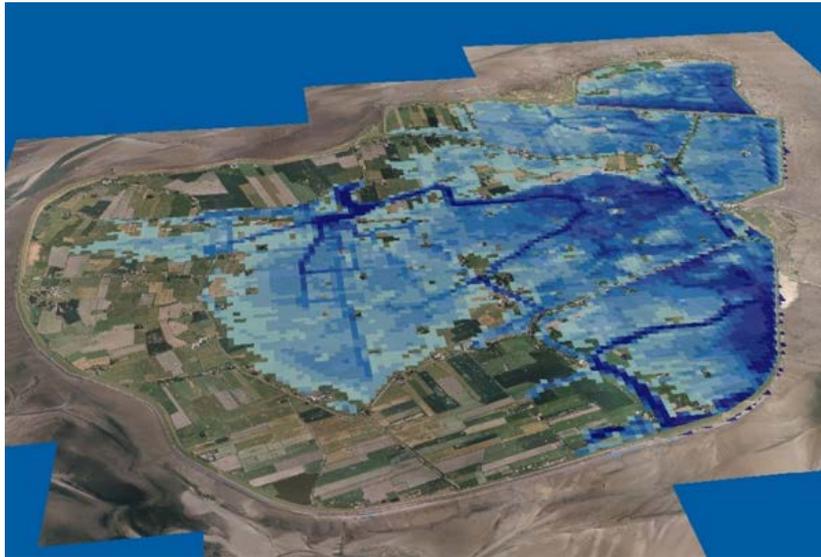


- 19. KFKI-Seminar, 11. November 2014, Bremerhaven

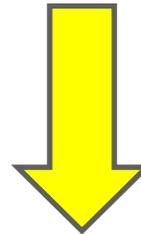
## HoRisK-A

# Versagen und Konsequenzen des Versagens von Küstenschutzanlagen in Schleswig-Holstein



- Dipl.-Wirtsch.-Ing. Christian Grimm  
IWW, RWTH Aachen University
- Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf  
IWW, RWTH Aachen University

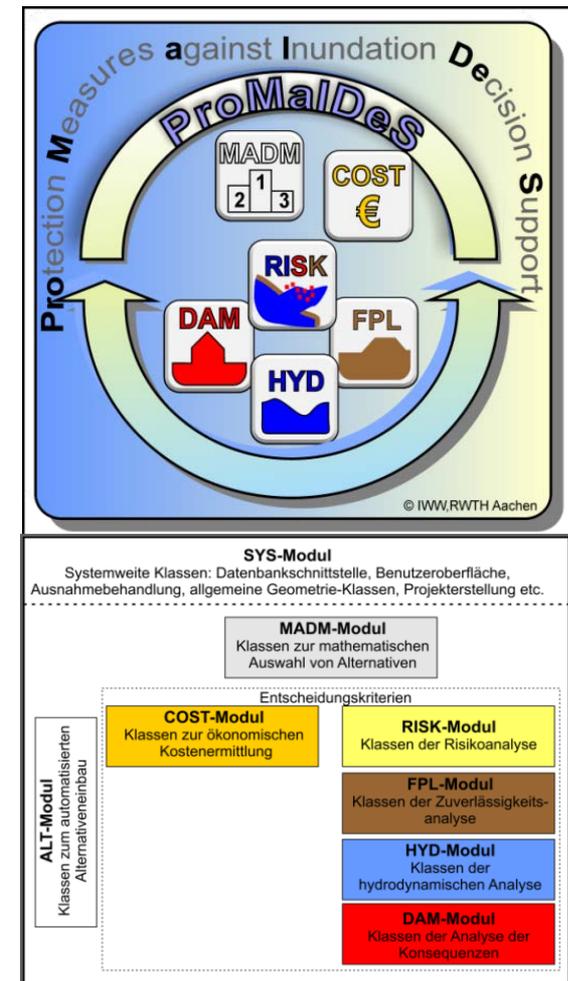
Ableitung von küstenschutzbezogenen Ansätzen und Methoden für **anwendungsorientierte** Schadens- bzw. Risikoanalysen als Grundlage für die Erarbeitung von Hochwassergefahrenkarten, Hochwasserrisikokarten und Hochwasserrisikomanagementplänen.



Entwicklung einer Computer Software die es den Landesbehörden und Ingenieurbüros ermöglicht die EG-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie für Küstengebiete einfach, zeit- und kosteneffizient umzusetzen.

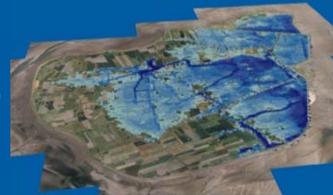
# Hochwasserrisikoanalyse

- Computer Software PROMAIDES (Protection Measures against Inundation Decision support)
- Risikobasierte Bewertung des Hochwasserschutzes und von -schutzmaßnahmen in einem Programmpaket
- Modular aufgebautes Programmpaket (C++) mit Verfahren zur Hochwasserrisikoanalyse und ihren Basisanalysen
- Module sind einzeln oder kombiniert anwendbar
- Entwickelt für den Binnenbereich und im Rahmen von HoRisk auf den Küstenbereich erweitert



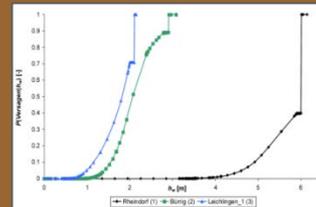
## Hydrodynamische Analyse

Ermittlung von Überflutungsflächen, Wasserständen und Fließgeschwindigkeiten im Fokusgebiet



## Zuverlässigkeitsanalyse

Ermittlung der Widerstandsfähigkeiten von Bauwerken mit Einwirkungs-Versagensfunktionen



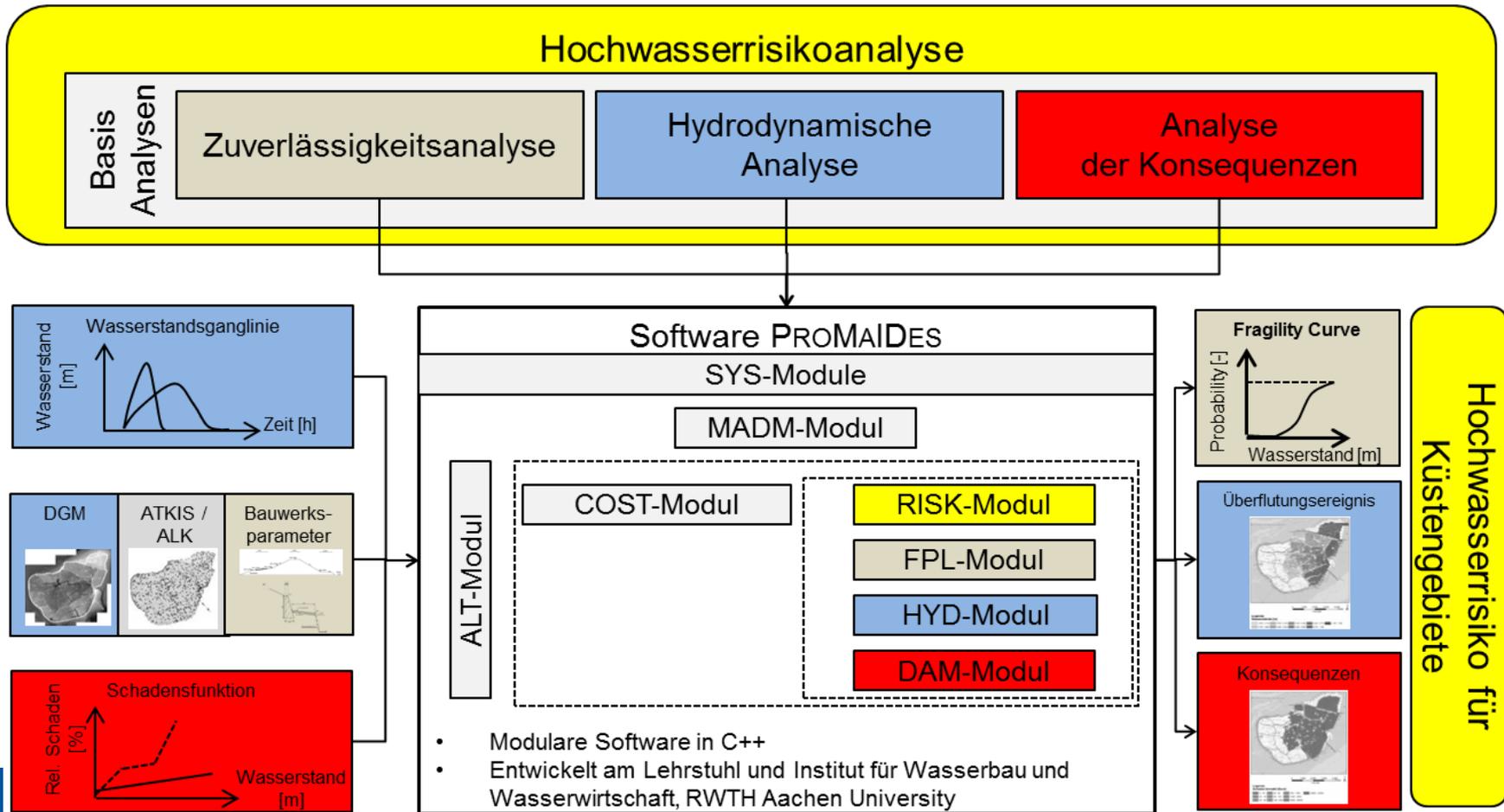
## Analyse der Konsequenzen

Ermittlung der Konsequenzen für Werte, Güter und Personen im Überflutungsbereich



Kombination der Basisanalysen ergibt das **Hochwasserrisiko**

# Hochwasserrisikoanalyse

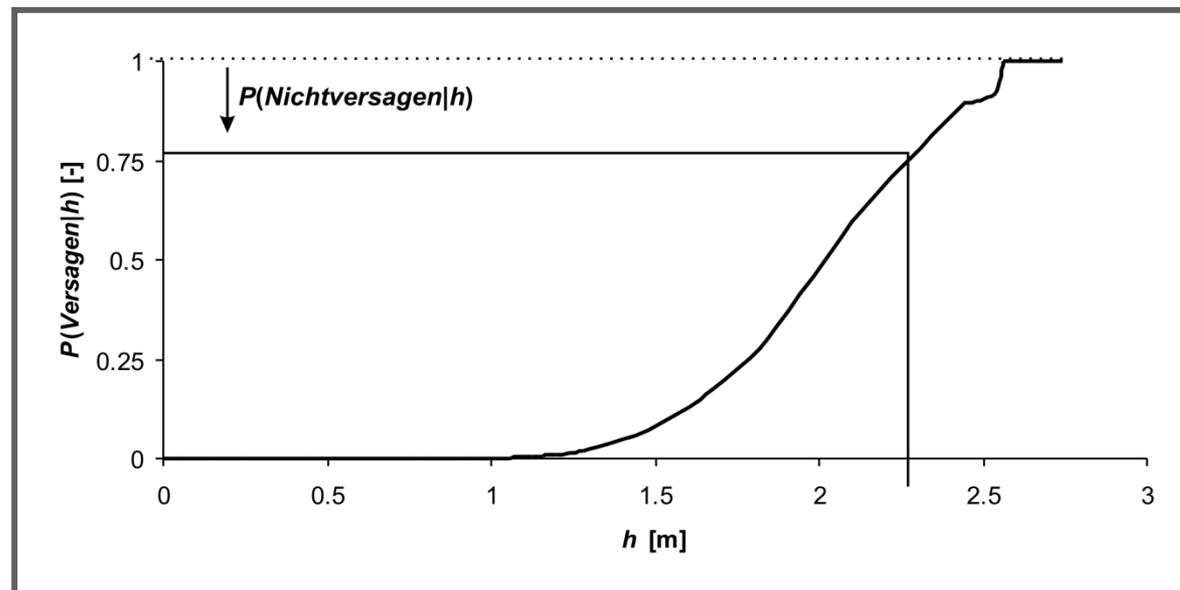


- **Zuverlässigkeitsanalyse – Definition**

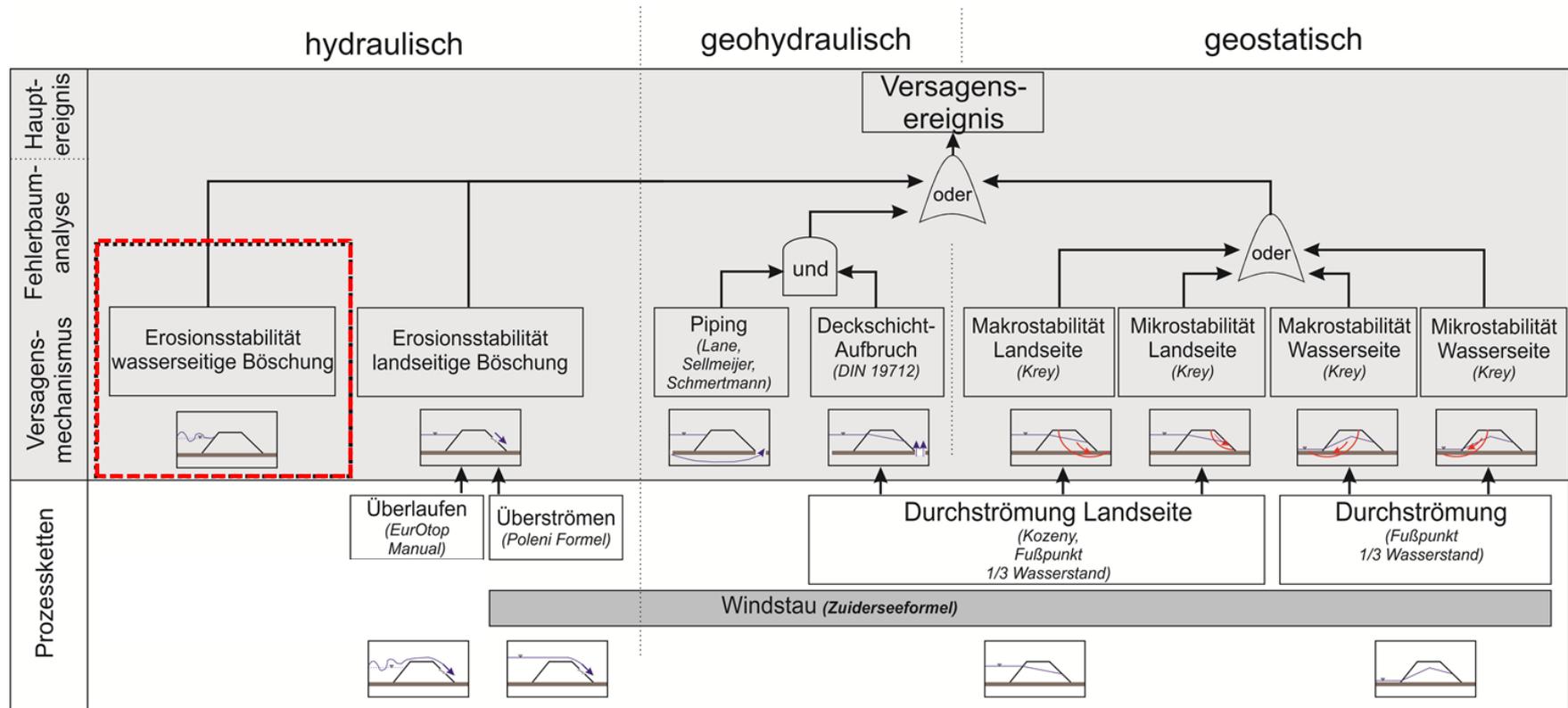
Bauwerk verliert komplette Schutzwirkung durch Breschenbildung

- **Definition Einwirkungs-Versagensfunktion (fragility curve)**

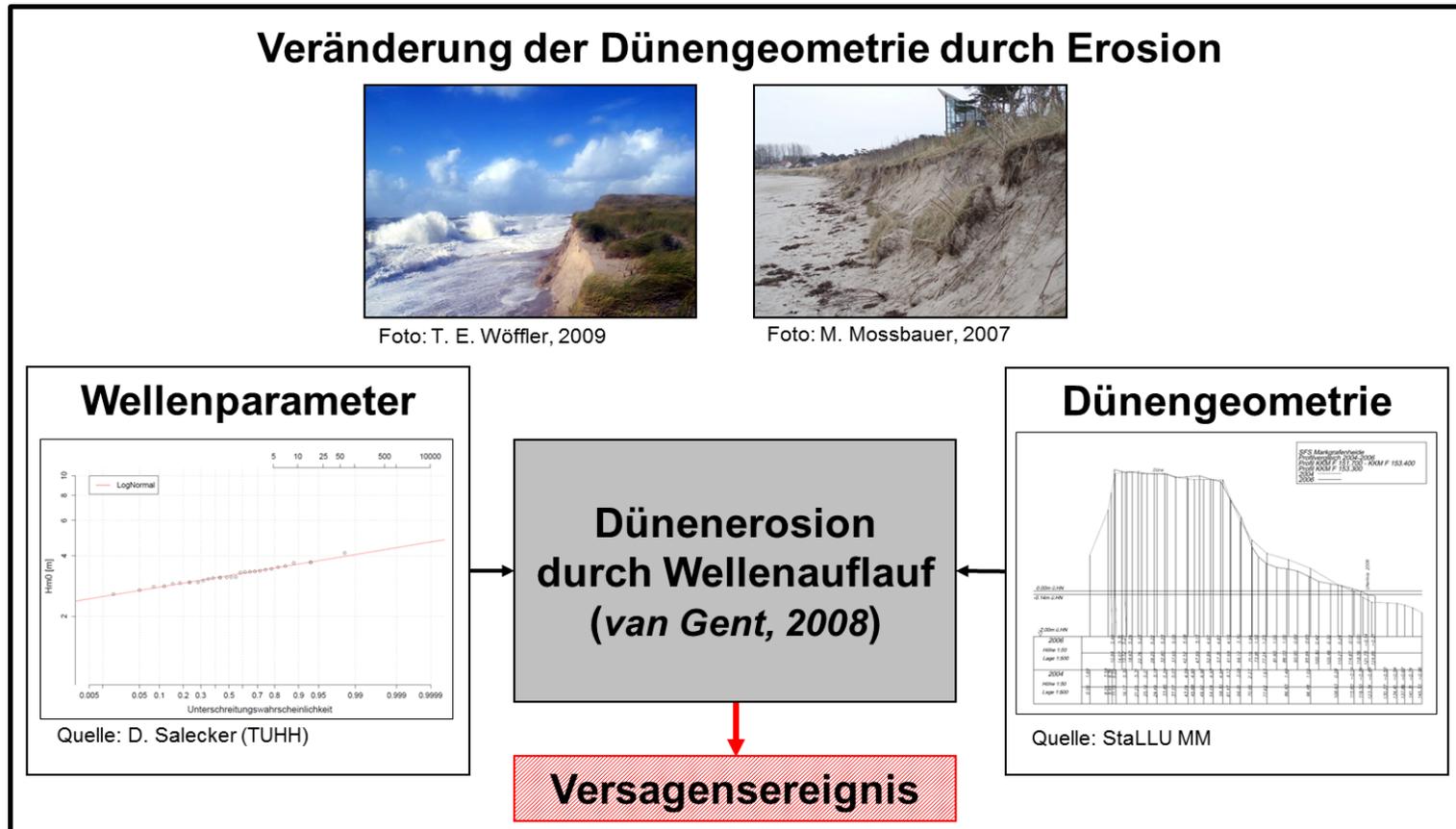
Versagenswahrscheinlichkeit eines Bauwerkes in Abhängigkeit der Einwirkung (Zusammenfassung der Zuverlässigkeit)



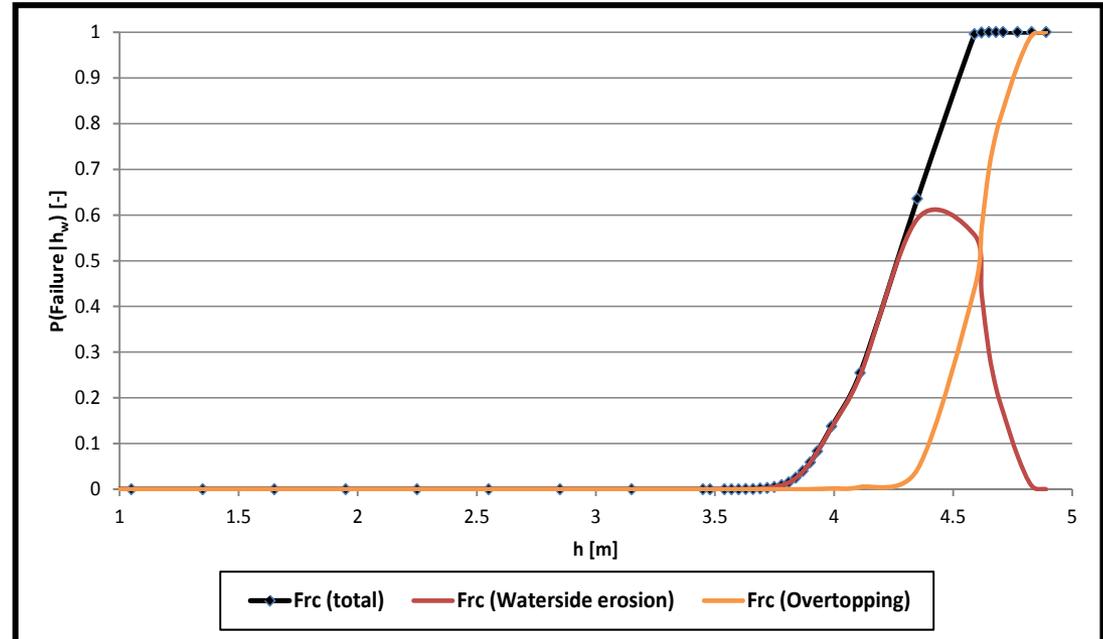
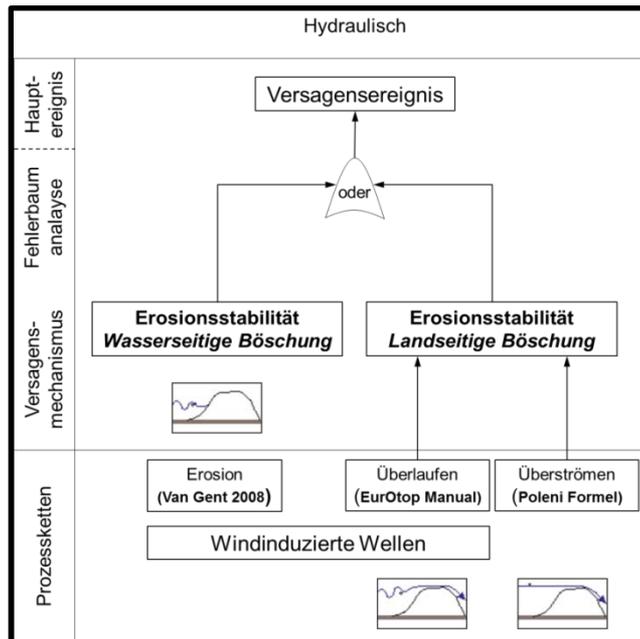
- Zuverlässigkeitsanalyse – Erweiterung Bauwerkstyp *Deich*



- Zuverlässigkeitsanalyse – Erweiterung Bauwerkstyp *Düne*



- Zuverlässigkeitsanalyse – Erweiterung Bauwerkstyp *Düne*



- Ca. 45 diskrete Punkte
- 10.00 bis 100.000 Monte Carlo Simulationen
- Ca. 40 Minuten Berechnungszeit

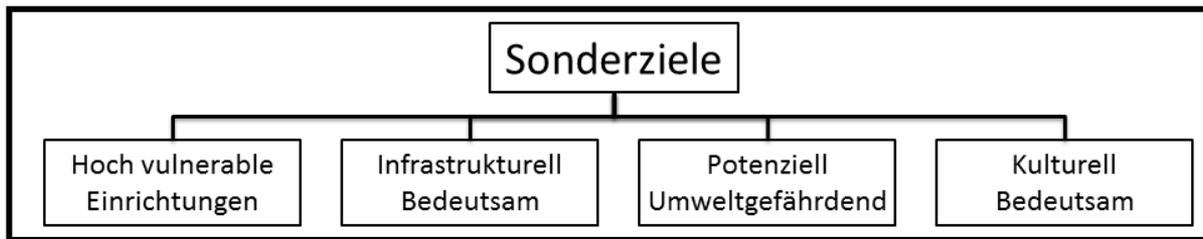
- Analyse der Konsequenzen – Konsequenzkategorien



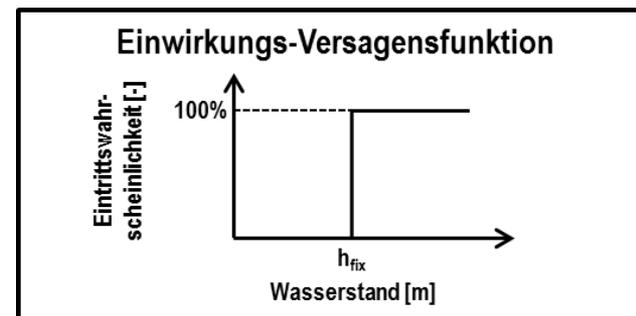
**In PROMAIDES programmtechnisch umgesetzt**

## Theorie Hochwasserrisikoanalyse

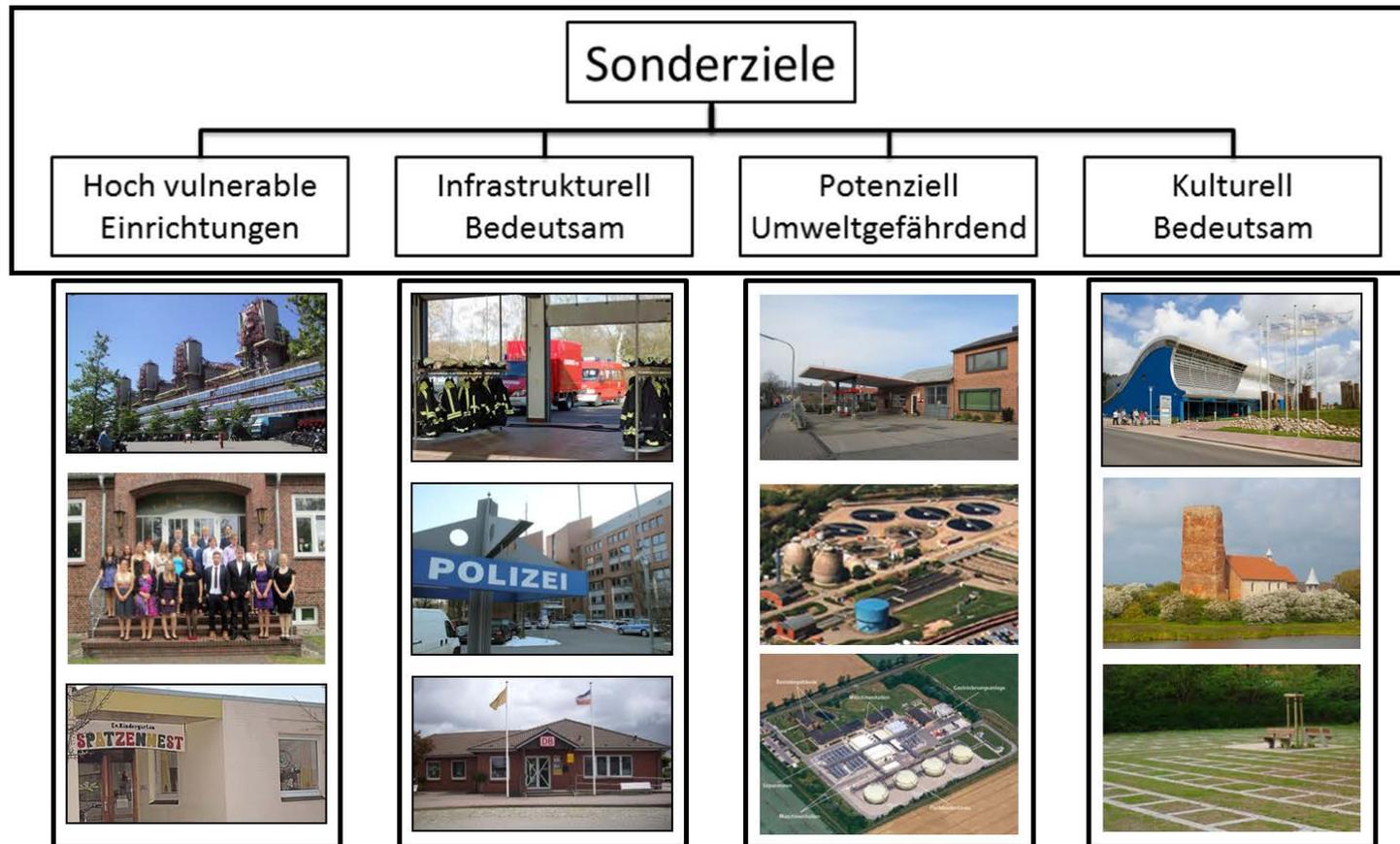
- Analyse der Konsequenzen – Sonderziele
- Einordnung von 4 Typen von Sonderzielen



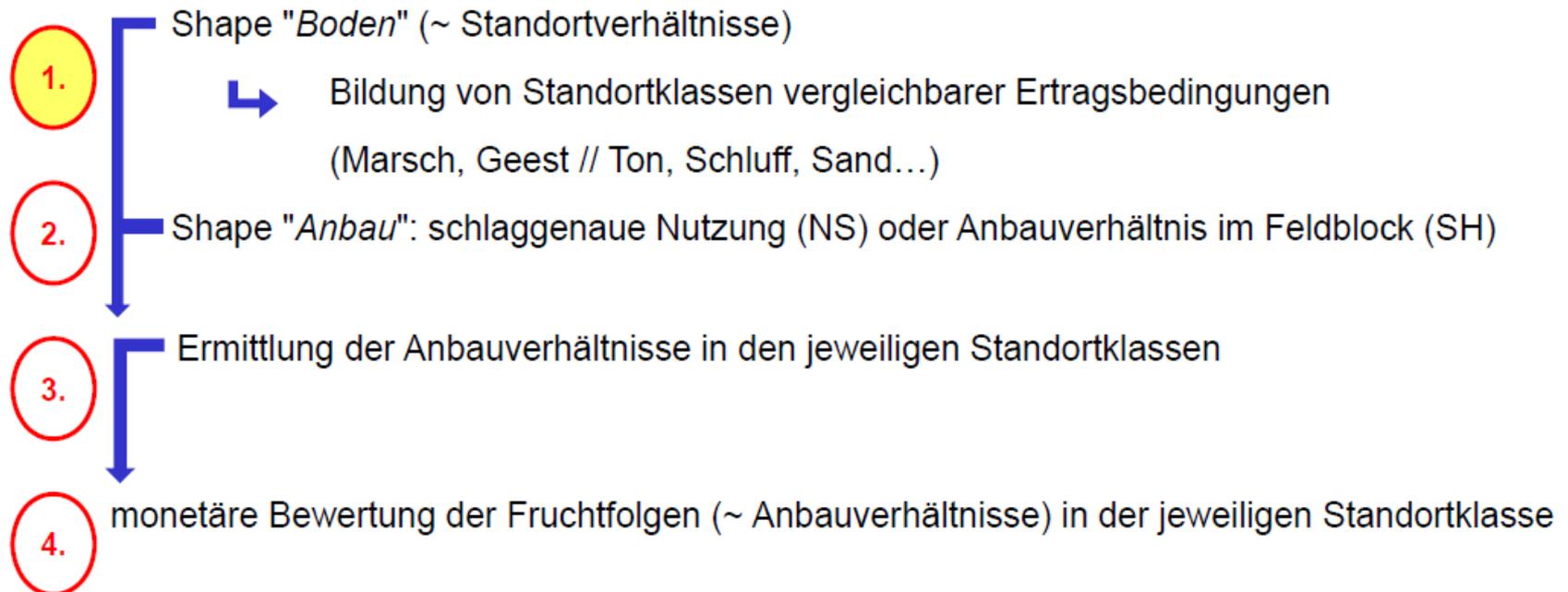
- Punktuelle Berücksichtigung der Lage im Untersuchungsgebiet
- Potential kann durch Punkte (Scores) festgelegt werden
- Vulnerabilität Wasserstand  $h > h_{\text{fix}}$   
→ 100 % Schaden



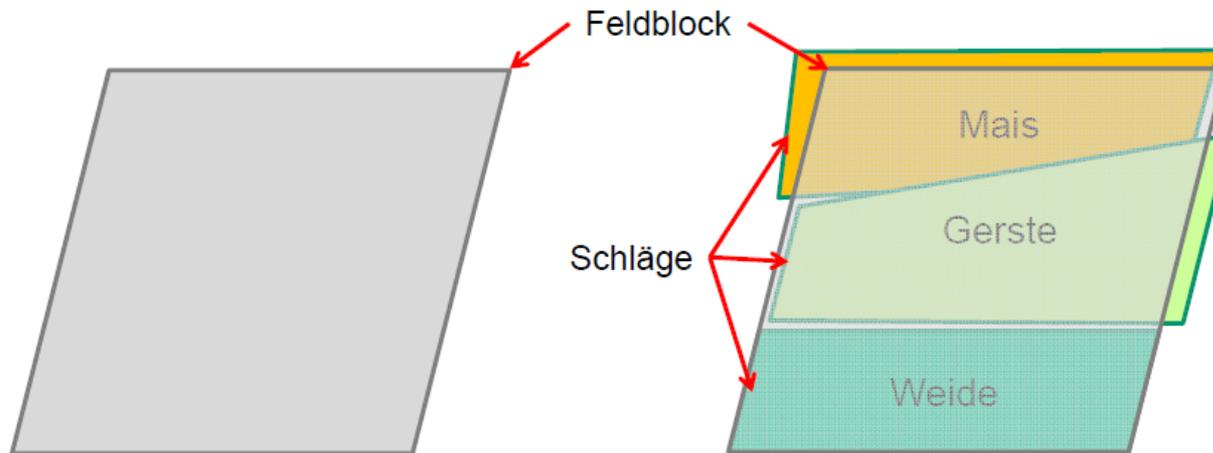
- Analyse der Konsequenzen – Sonderziele



- Analyse der Konsequenzen – Schäden Landwirtschaft



## ■ Analyse der Konsequenzen – Schäden Landwirtschaft



### **Feldblock:**

- amtlich, mit Größenangabe (ha),
- georeferenziert,
- ohne Nutzungsangabe,
- Angabe des Kulturartenverhältnisses möglich (z.B. 30% Wintergerste, 50% Silomais, 20% Weide; Lage der Nutzungen ist nicht georeferenziert)

→ System Schleswig-Holstein

### **Schlagskizzen:**

- Schläge mit Nutzungen im Feldblock,
- von den Antragsstellern erstellt,
- fehlerbehaftet,
- georeferenziert,
- mit Angabe der Nutzung (z.B. Wintergerste, Silomais, Weide) in ha

→ System Niedersachsen

## ■ Analyse der Konsequenzen – Schäden Landwirtschaft

Marsch Ertragsstufe 90 dt/ha

Erntejahr	2009	2010	2011	Ø
Verkaufspreis	€ 1.220,47	€ 1.806,29	€ 2.044,08	€ 1.690,28
Dünger	€ 577,48	€ 350,37	€ 447,52	€ 458,46
Pflanzenschutz	€ 210,45	€ 145,97	€ 153,25	€ 169,89
variable Maschinenkosten	€ 217,96	€ 229,62	€ 233,90	€ 227,16
Deckungsbeitrag	€ 121,46	€ 975,84	€ 1.085,13	€ 727,48

### Schadenskalkulation (Winterweizen, Marsch)

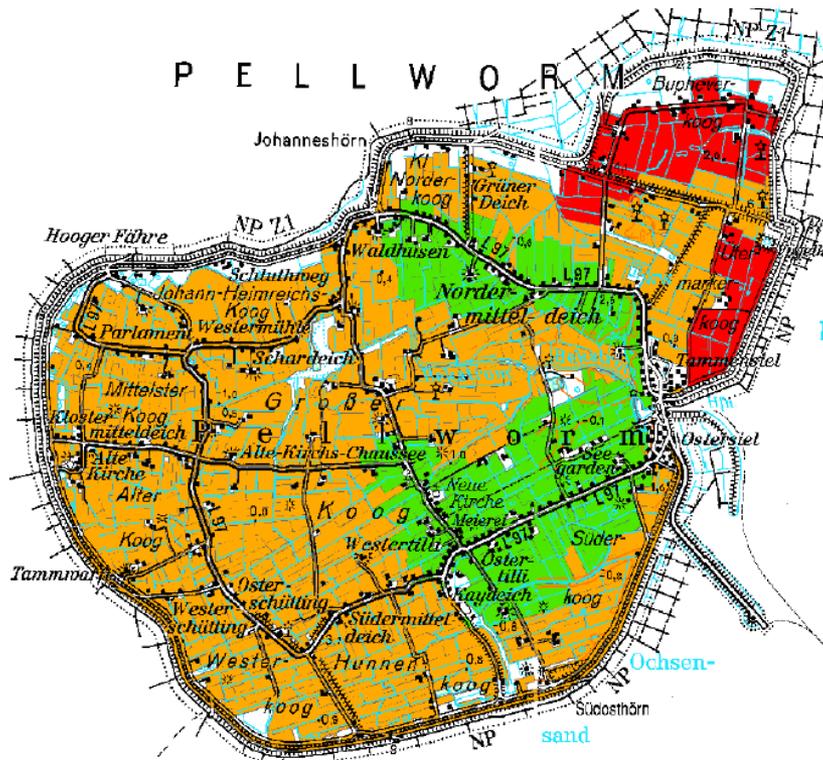
Szenario 1: Überflutung Nov-Feb, 100% Nutzungsausfall	
Verkaufserlös	1.690,28 €
eingesparte Düngemittel	80% - 366,77 €
eingesparte Pflanzenschutzmittel	80% - 135,91 €
eingesparte variable Maschinenkosten	45% - 102,22 €
eingesparte Arbeitszeit	35% - 47,25 €
Gipsdüngemittel (15dt/ha)	330,00 €
Maschinenkosten Dünger ausbringen	7,40 €
Grabenräumung, Drainreinigung	50,00 €
Bodenuntersuchung (Salzgehalt (4 Schicht.) und Nährst.	60,28 €
<b>Schaden Überflutung Szenario 1</b>	<b>1.485,81 €</b>

### Szenarien:

- Überflutung in Nov. 00 bzw. Feb. 01
- Szenario 1: Totalausfall aller Kulturen in 01
- Szenario 2: Szenario 1 plus 25% Ausfall in 02 auf Marsch-Standorten (Herbstaaten 01, Frühjahrssaaten 02). Statt Sommergetreide in 02, wird Wintergetreide in Herbst 01 angebaut.

Szenario 2: Wie Szenario 1 aber -25% Ertrag in Folgejahr	
Schaden Überflutung Szenario 1	1.485,81 €
25% Minderertrag Folgejahr	422,57 €
<b>Schaden Überflutung Szenario 2</b>	<b>1.908,38 €</b>

- Analyse der Konsequenzen – Schäden Landwirtschaft



**Schäden im Szenario 1:**



**Schäden im Szenario 2:**

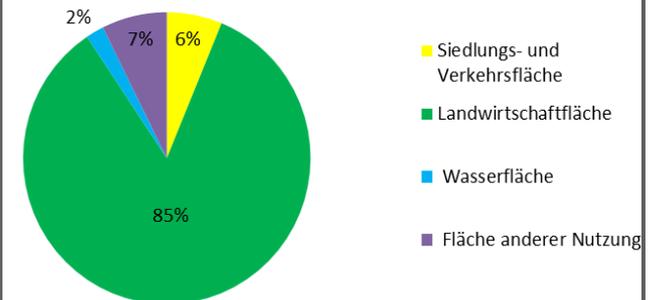


## ■ Projektgebiet Pellworm

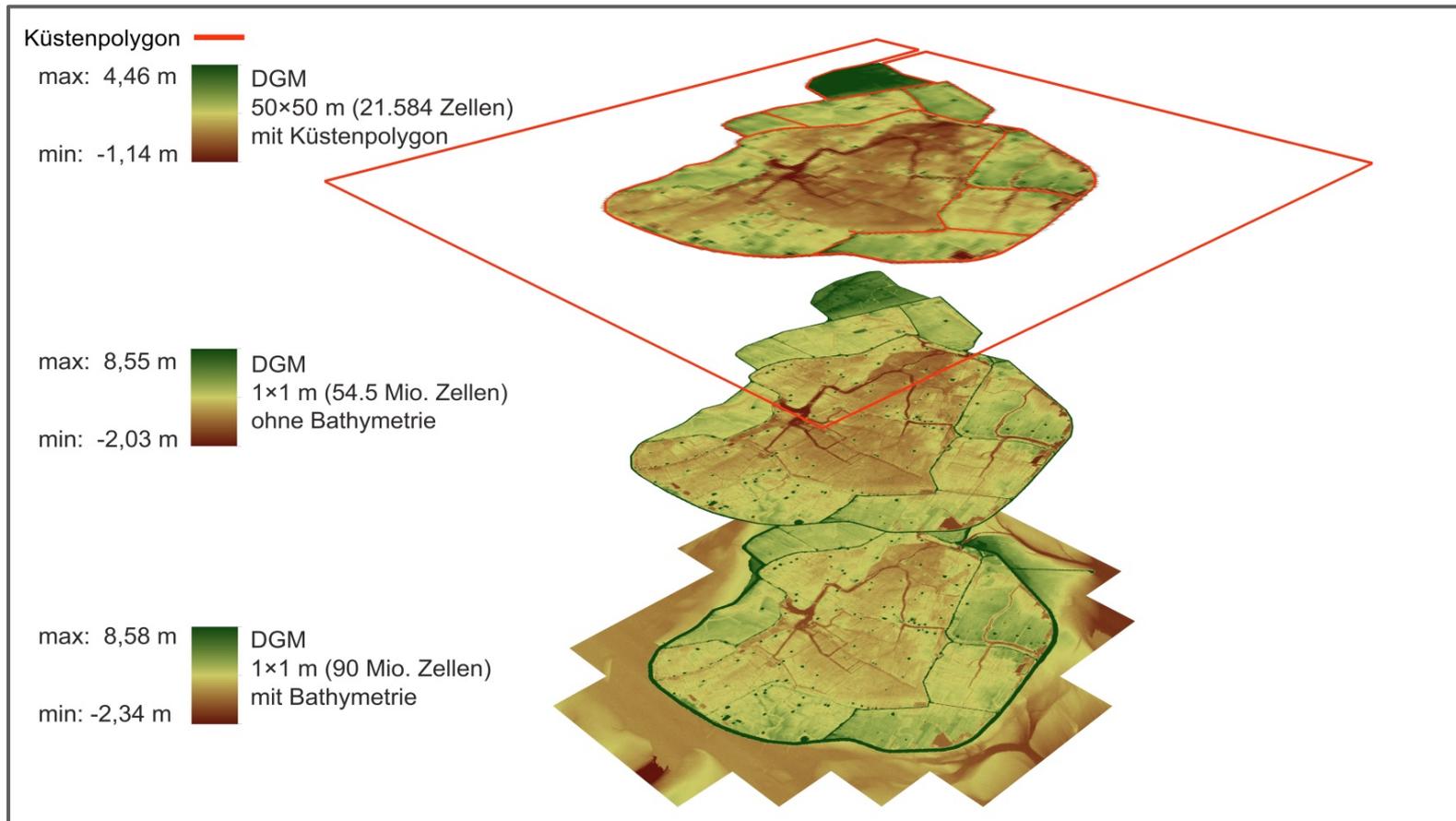


- 1178 Einwohner / 560 Haushalte
- Primär Landwirtschaftliche Nutzung jedoch auch Tourismus, welcher saisonalen Schwankungen unterliegt

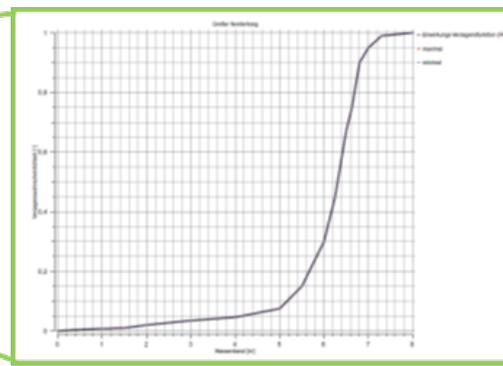
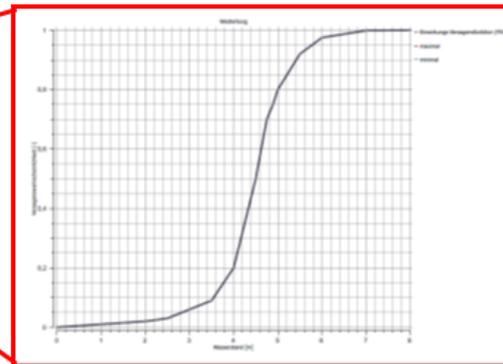
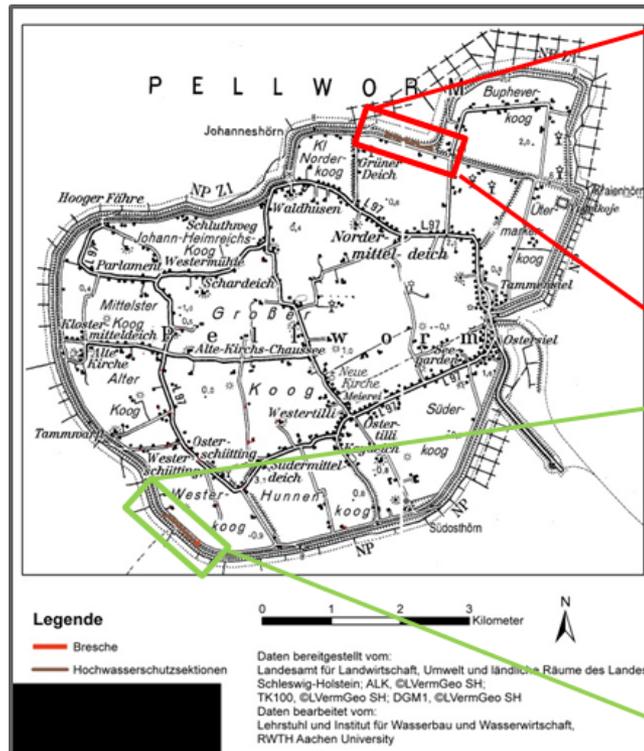
### Flächennutzung Pellworm



## Modellaufbau Hydrodynamische Analyse



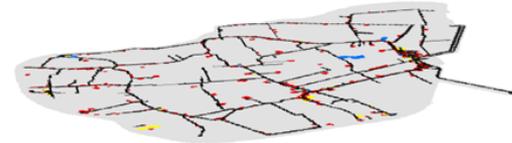
## Modellaufbau Hydrodynamische Analyse



- Einwirkungs-Versagensfunktionen (FRC) als Expertenschätzung.
- Unterscheidung der Deiche auf Pellworm in starke (obere FRC) und schwächere (untere FRC) Abschnitte. Grundlage ist der Generalplan Küstenschutz 2012.

- Modellaufbau Analyse der Konsequenzen - Ökonomie

Diskretisierte immobile ökonomische Konsequenzen



Diskretisierte mobile ökonomische Konsequenzen



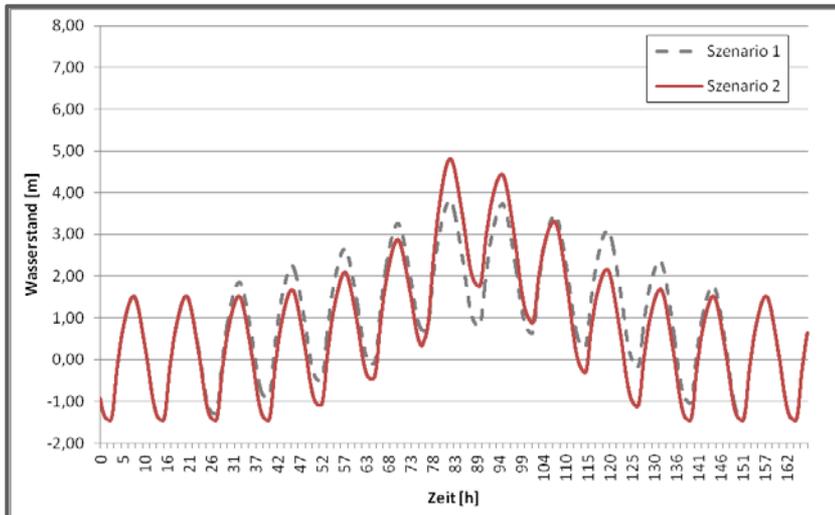
Aggregierte ökonomische Konsequenzen  
(9 Nutzungsklassen)



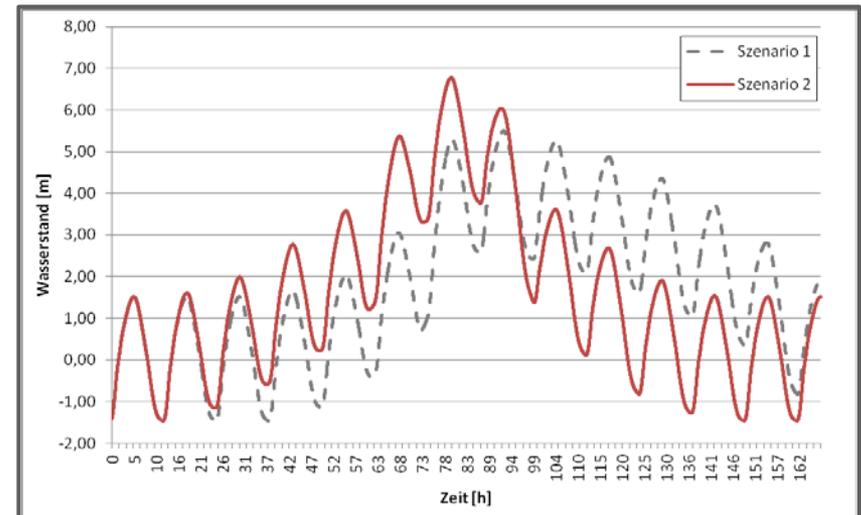
Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK)  
Landnutzung auf Pellworm



- Randbedingung Wasserstandsganglinien



Überschreitungswahrscheinlichkeit 1/100 Jahren



Überschreitungswahrscheinlichkeit 1/10.000 Jahren

- 3 Überschreitungswahrscheinlichkeiten (1/100 Jahren, 1/200 Jahren und 1/10.000 Jahren) mit jeweils 2 gleichwahrscheinlichen Szenarien (unterschiedlicher Tideverlauf und Wasserstände)
- Sturmflutgenerator entwickelt an der TU Hamburg-Harburg

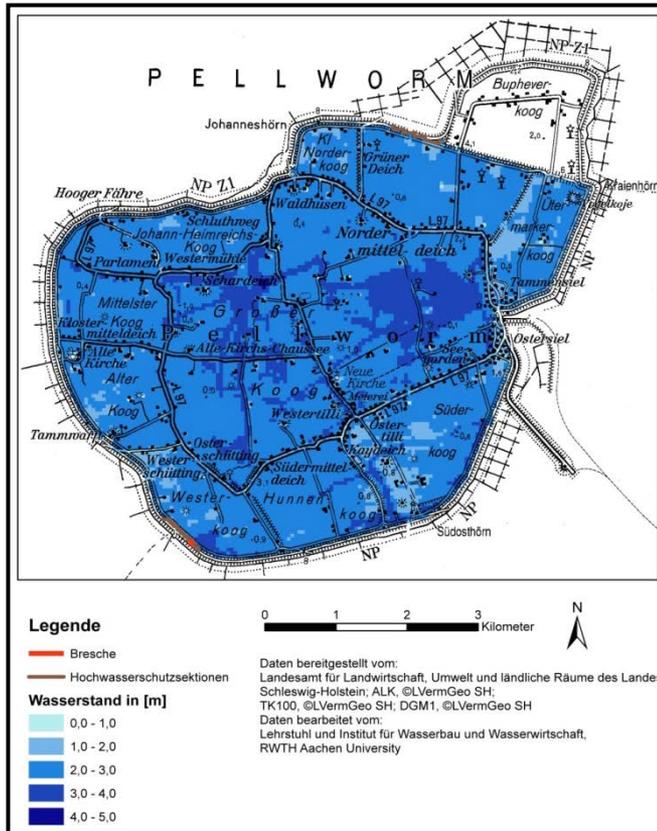
## Ausgewählte Ergebnisse für Pellworm

- Anzahl der Szenarien für die Hochwasserrisikoanalyse  
 $S = G \times 2^n$   
 mit: G = Anzahl der Wasserstandsganglinien (6 Stück)  
       n = Anzahl der Deichsektionen (2 Sektionen)
- Es werden 24 Szenarien berücksichtigt

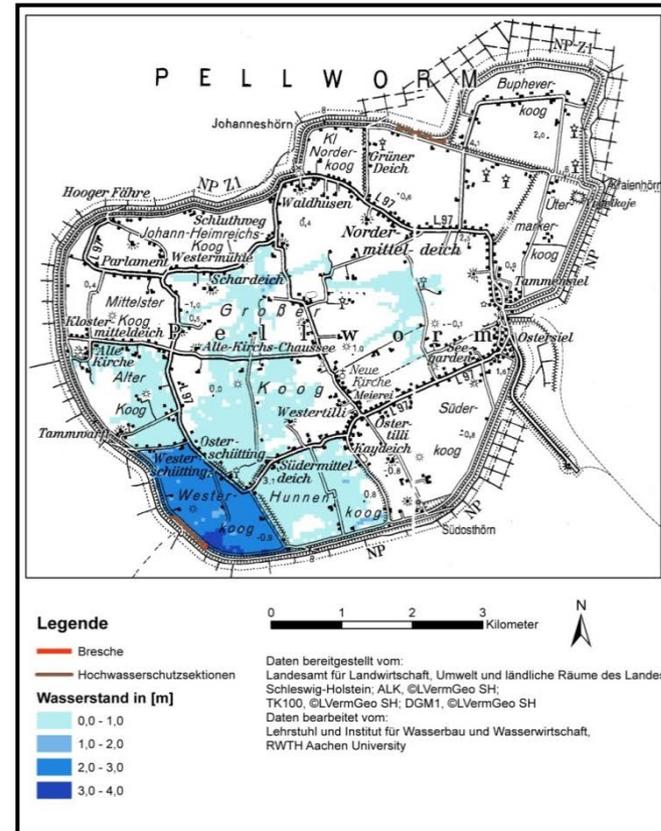
Überflutungsereignis	Zustandsereignis	Bemerkung
$SE_{10.000,1}$	CA	Kein Deichversagen
$SE_{10.000,1}$	CA_1-0	Deich in Sektion 1 versagt und Deich in Sektion 2 versagt nicht
$SE_{10.000,1}$	CA_2-0	Deich in Sektion 1 versagt nicht und Deich in Sektion 2 versagt
$SE_{10.000,1}$	CA_1-0_2-0	Deiche in Sektionen 1 und 2 versagen

# Ausgewählte Ergebnisse für Pellworm

- Maximale und minimale Überflutungsfläche



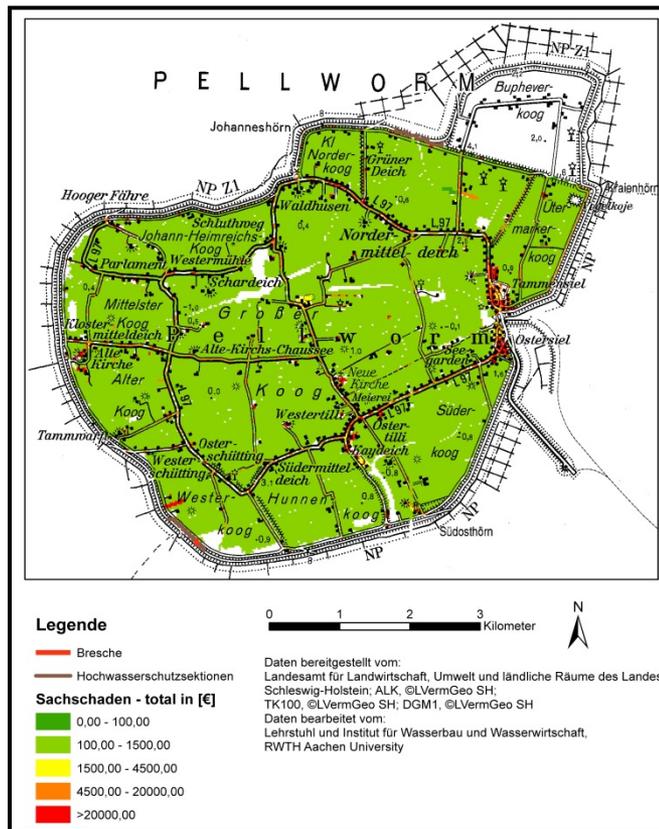
SE<sub>10,000,2</sub> (CA\_1-0\_2-0)



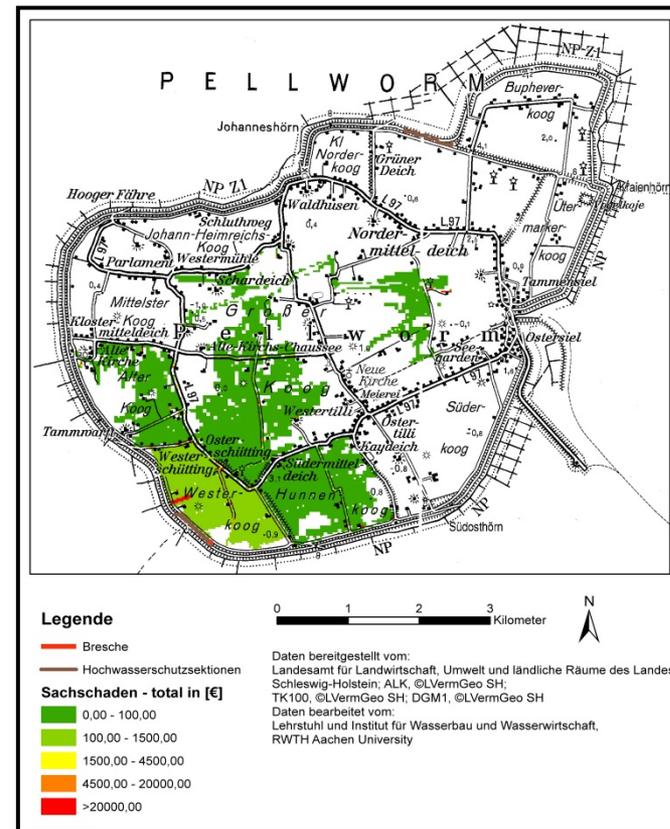
SE<sub>100,1</sub> (CA\_1-0)

# Ausgewählte Ergebnisse für Pellworm

- Maximale und minimale ökonomischer Schaden



$SE_{10,000,2} (CA_{1-0\_2-0})$



$SE_{100,1} (CA_{1-0})$

- Hochwasserrisiko für Pellworm

Überflutungsereignis	Überschreitungswahrscheinlichkeit der Wasserstandsganglinie [%/a]	Zustandsereignis	Eintrittswahrscheinlichkeit des Versagensereignisses [%]	Ökonomische Schäden Total [ Mio. €]
SE <sub>10.000,1</sub>	0,01	CA	76,56	0
SE <sub>10.000,1</sub>	0,01	CA_1-0	11,73	26.088.594,20
SE <sub>10.000,1</sub>	0,01	CA_2-0	10,14	62.161.041,30
SE <sub>10.000,1</sub>	0,01	CA_1-0_2-0	1,55	83.369.237,53
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
SE <sub>100,1</sub>	1	CA	94,99	0
SE <sub>100,1</sub>	1	CA_1-0	2,56	3.609.029,79
SE <sub>100,1</sub>	1	CA_2-0	2,40	11.844.408,24
SE <sub>100,1</sub>	1	CA_1-0_2-0	0,06	12.756.865,81

**Hochwasserrisiko für Pellworm**  
**120.000 €/Jahr**

- Genauerer Klassifizierung von landwirtschaftlichen Schadenspotentialen
- Weiterentwicklung der Computer Software ProMaIDes auf küstenbezogene Hochwasserrisikofragestellungen
- Praxisnaher Test der entwickelten Verfahren und Methoden erfolgt in 4 Projektgebiete
- 24 Überflutungsszenarien und die dazugehörigen Konsequenzen für Pellworm bestimmt
- Maximaler ökonomischer Schaden 75 Mio. € bei einem Wasserstand der 1/10.000 Jahren überschritten wird
- 90 % der Bevölkerung von Pellworm ist betroffen
- Hochwasserrisiko für Pellworm beträgt 120.000 €/Jahr

- 19. KFKI-Seminar, 11. November 2014, Bremerhaven

# HoRisk-A

## Versagen und Konsequenzen des Versagens von Küstenschutzanlagen in Schleswig-Holstein

- Vielen Dank an:



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Kuratorium für  
Forschung im Küsteningenieurwesen

**KFKI**



Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich



*River and Coastal Engineering*



Küstenwasserbau



Traditio et Innovatio



Staatliches Amt für  
Landwirtschaft und Umwelt  
Mittleres Mecklenburg

Landesbetrieb für  
Küstenschutz, National-  
park und Meeresschutz  
Schleswig-Holstein



Forschungs- und Beratungsgesellschaft  
für Hochwasserrisikomanagement mbH

