

Themenfeld 1

im BMVI-Expertennetzwerk

Verkehr und Infrastruktur an Klimawandel
und extreme Wetterereignisse anpassen

Annegret Gratzki und Stephanie Hänsel, DWD

für die mitarbeitenden Kollegen der
BAST, BAW, BfG, BSH, DWD, EBA



Themenfeld 1

Ziel: Verkehr und Verkehrsinfrastruktur des Bundes gegenüber dem Klimawandel und extremen Ereignissen resilient machen

- Vernetzung des Wissens zu Klimaentwicklungen in Atmosphäre und Ozean mit praxisbezogenem Wissen zu den drei Verkehrsträgern Wasserstraßen (Binnenwasserstraßen, Seewasserstraßen, Küstengewässer), Straße und Schiene
- Baut auf Vorläuferprojekten wie KLIWAS und AdSVIS auf.
- Liefert Grundlagen für die Umsetzung der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS).

Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)



Fortschrittsbericht zur
Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel

2-Säulen-Strategie

**Beschlossen
vom
Bundeskabinett
am 17. Dez. 2008**

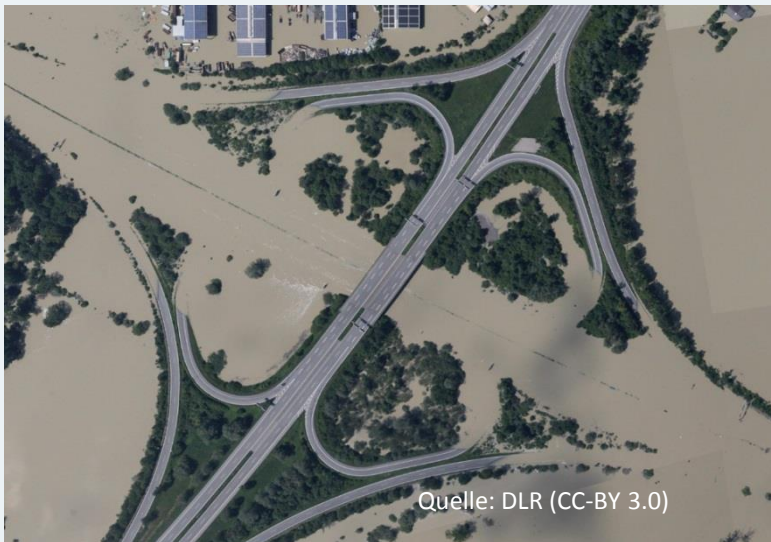


14 Handlungsfelder

Industrie u. Gewerbe	Raumentwicklung und Zivilschutz
Finanzwirtschaft	Menschliche Gesundheit
Fischerei	Energiewirtschaft
Forstwirtschaft	Bodenschutz
Tourismus	Wasserwirtschaft, Hochwasserschutz
Biodiversität u. Naturschutz	Landwirtschaft
Bauwesen	Verkehr, Verkehrsinfrastruktur

Extreme Wetterereignisse

- Treten heute schon auf
- Welche Auswirkungen ergeben sich für Verkehrs- und Verkehrsinfrastruktur?
- Wie verändern sich Häufigkeit und Intensität extremer Wetterereignisse im Klimawandel?



Quelle: DLR (CC-BY 3.0)



Quelle: Feuerwehr Oberwesel

Welche Wetterextreme beeinflussen welche Verkehrsstrukturen?

Straßen



Wasserstraßen



Schiene



Starkregen



Volker Werner/panthermedia.net

Sturm



Daniel Loretto/panthermedia.net

Hitze/
Trockenheit



Sven Taubert/panthermedia.net

Kälte



Liane Matrisch/panthermedia.net



„Seamless Prediction“



Szenarienbildung (SP-101)

Bereitstellung meteorologischer / ozeanischer Daten
(Beobachtung und Projektion)

Fokusgebiete
Küsten (SP-108)

Hochwasser-
gefahren
(SP-103)



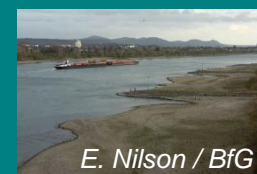
Sturm-
gefahren
(SP-104)



Hang-
rutschungen
(SP-105)



Schiffbarkeit
und Wasser-
beschaffen-
heit (SP-106)



Fokusgebiete
Binnen (SP-109)



Risikoanalyse (SP-102)

Anpassungsoptionen (SP-107)

SP-101 Szenarienbildung

Leitung: Dr. Andreas Walter (DWD)

Produkte – Datensätze:

- Tägliche Rasterfelder von meteorologischen Parametern (Beobachtungen, Klimaprojektionen)

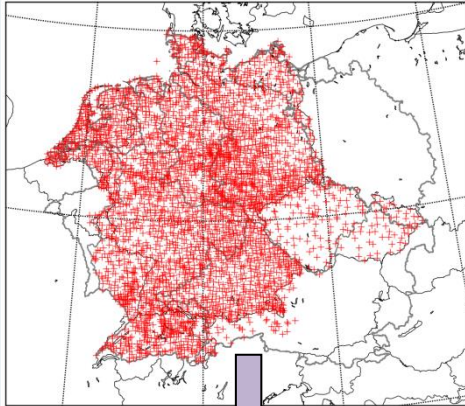
Produkte – Aggregiere Daten und Aussagen:

- Zeitreihen klimatologischer Indizes (z.B. Kenntage)
- Extreme: u.a. Änderung ihrer Auftrittswahrscheinlichkeit
- Einschätzungen
 - zur Belastbarkeit der Ergebnisse
 - zum Potenzial multivariater Untersuchungen zur zeitlichen Entwicklung meteorologischer Parameter im Vorfeld des eigentlichen Extremereignisses
 - zur Nutzbarkeit dekadischer Vorhersagen

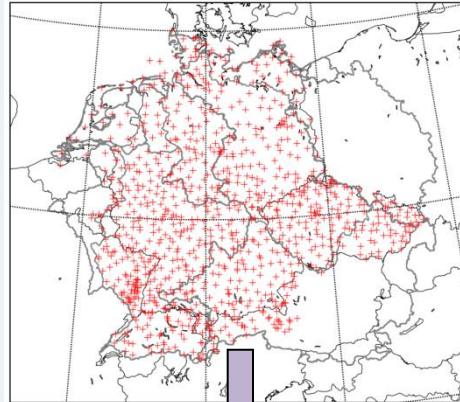
Beispiel – Referenzdatensätze

Messstationen

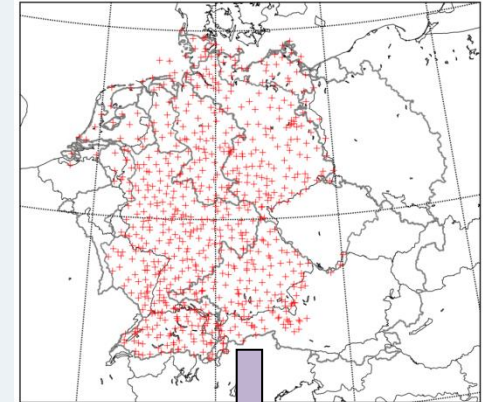
Niederschlag [mm]



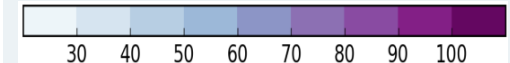
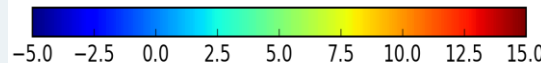
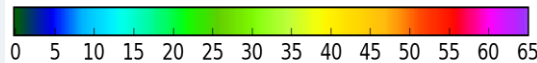
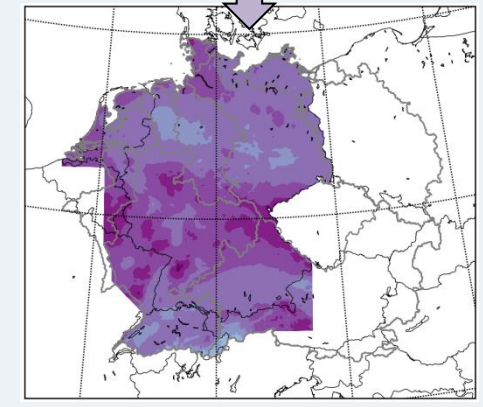
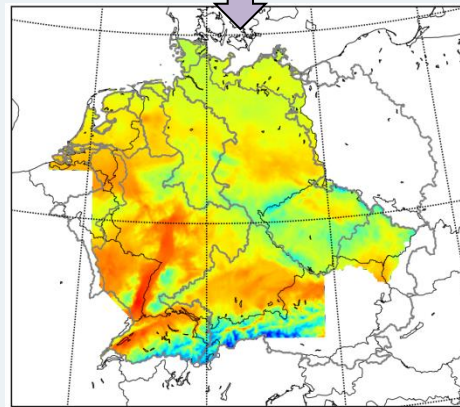
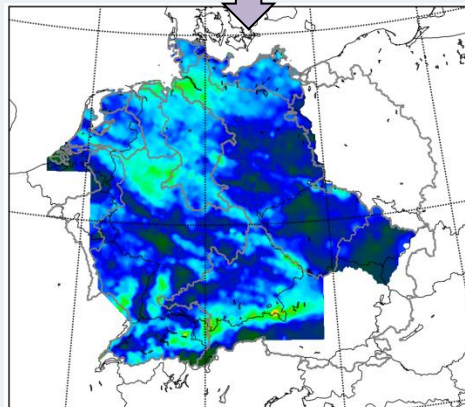
Temperatur [°C]



Relative Feuchte [%]



Tagesrasterwerte HYRAS
mit 5 km x 5 km Auflösung



Klimaprojektionen verfügbare Modellkollektive

EURO-Cordex

(Coordinated Downscaling Experiment, European Domain)

Globalmodell	Regionalmodell	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
CCCma-CanESM2	CLMcom-CCLM4-8-17	Red	Red	Hatched
	CLMcom-CCLM4-8-17	Red	Green	Hatched
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	CNRM-ALADIN53	Green	Green	Green
	SMHI-RCA4	Red	Green	Green
ICHEC-EC-EARTH	CLMcom-CCLM4-8-17	Red	Green	Hatched
	SMHI-RCA4	Green	Green	Green
	KNMI-RACMO22E	Red	Green	Green
IPSL-IPSL-CM5A-MR	IPSL-INERIS-WRF331F	Red	Green	Green
	SMHI-RCA4	Red	Green	Green
MIROC-MIROC5	CLMcom-CCLM4-8-17	Green	Red	Hatched
	CLMcom-CCLM4-8-17	Red	Green	Green
MOHC-HadGEM2-ES	KNMI-RACMO22E	Red	Green	Green
	SMHI-RCA4_v1	Red	Green	Green
MPI-M-MPI-ESM-LR	CLMcom-CCLM4-8-17	Red	Green	Hatched
	SMHI-RCA4	Red	Green	Green
NCC-NorESM1-M	DMI-HIRHAM5	Red	Green	Green

räuml. Auflösung: 0.11°

ReKlies-DE

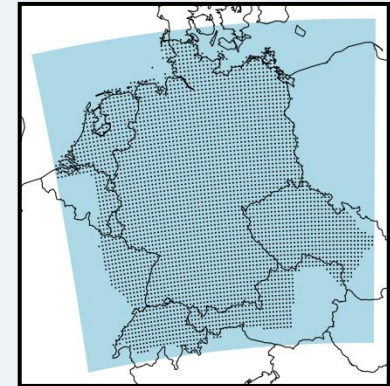
(Regionale Klimaprojektionen Ensemble für Deutschland)

Globalmodell	Regionalmodell	RCP2.6	RCP4.5	RCP8.5
MPI-M-MPI-ESM-LR	CLMcom-CCLM4-8-17	Green	Red	Hatched
	REMO	Yellow	Red	Yellow
	WRF	Green	Red	Yellow
Had-GEM2-ES	STARS	Green	Red	Green
	WETTREG	Red	Red	Green
	CLMcom-CCLM4-8-17	Red	Red	Yellow
ICHEC-EC-EARTH	REMO	Red	Red	Hatched
	WRF	Red	Red	Yellow
	STARS	Red	Red	Green
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	WETTREG	Red	Red	Hatched
	CLMcom-CCLM4-8-17	Red	Red	Yellow
	REMO	Red	Red	Yellow
CCCma-CanESM2	WRF	Red	Black	Yellow
	STARS	Red	Red	Green
	WETTREG	Red	Red	Hatched
MIROC-MIROC5	CLMcom-CCLM4-8-17	Red	Red	Hatched
	REMO	Red	Red	Yellow
	WRF	Red	Yellow	Yellow
MIROC-MIROC5	STARS	Red	Red	Green
	WETTREG	Red	Red	Green

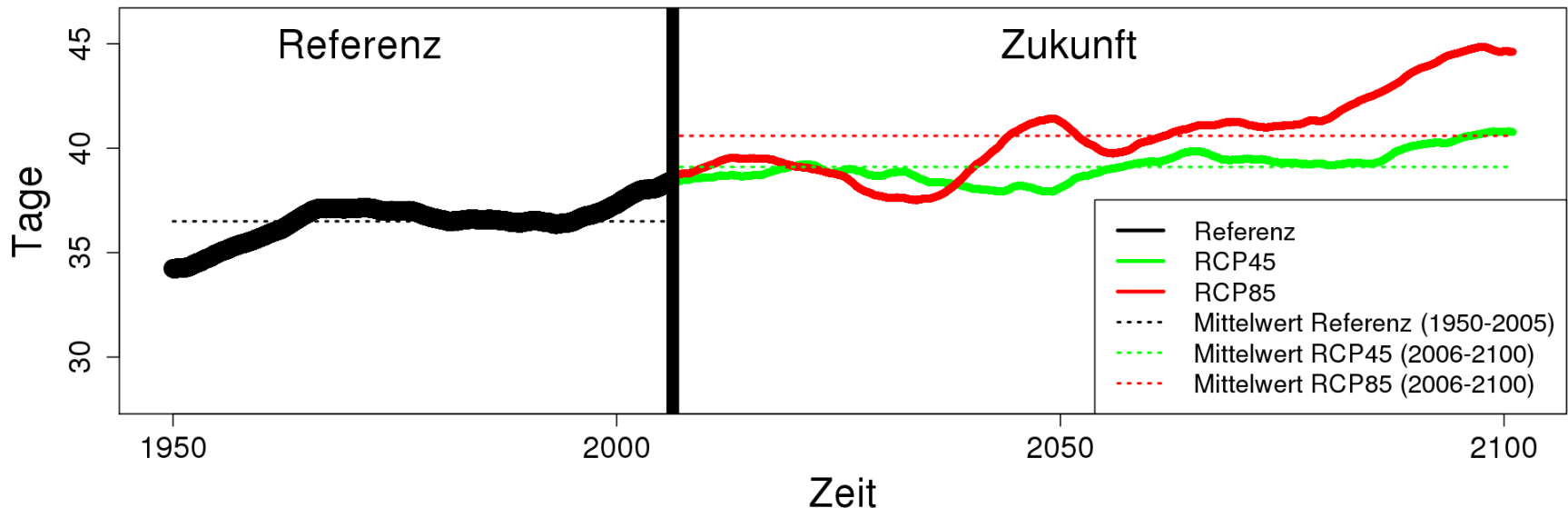


Beispiel Starkniederschlag

- Vergleich zweier RCP-Szenarien für einen ausgewählten Modelllauf
- Mittelung über den in der Karte gekennzeichneten Bereich



Anzahl der Tage mit Ueberschreitung des 90. Quantils der Tagesniederschlagssummen



Szenarien

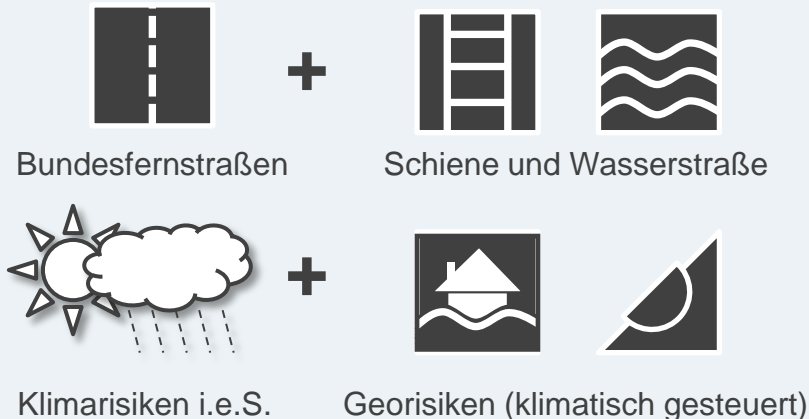
- 1. Klimaszenarien:** Spannen und Zeitreihen meteorologischer Größen Temperatur, Niederschlag, Wind, Globalstrahlung etc.
- 2. Wirkszenarien, "Impactszenarien":** Spannen und Zeitreihen weiterer verkehrsrelevanter Größen
Abfluss, Wassertiefe, Meeresspiegel, Bodenfeuchte etc.
- 3. Extremszenarien:** Änderungen von Jährlichkeiten oder Intensitäten
Bemessungsrelevante Größen, Starkniederschlag, HQ_{extrem} ,
"Jahrhundertsturm", multivariate Betrachtungen etc.
- 4. Nicht-Klimaszenarien**
Landnutzung, Verkehrsaufkommen etc.

SP-102 Risikoanalyse

Leitung: Dr. Martin Klose (BASt)

- Basierend auf dem **RIVA-Projekt** der BASt
(Risikoanalyse wichtiger Verkehrsachsen des Bundesfernstraßennetz im Kontext des Klimawandels)

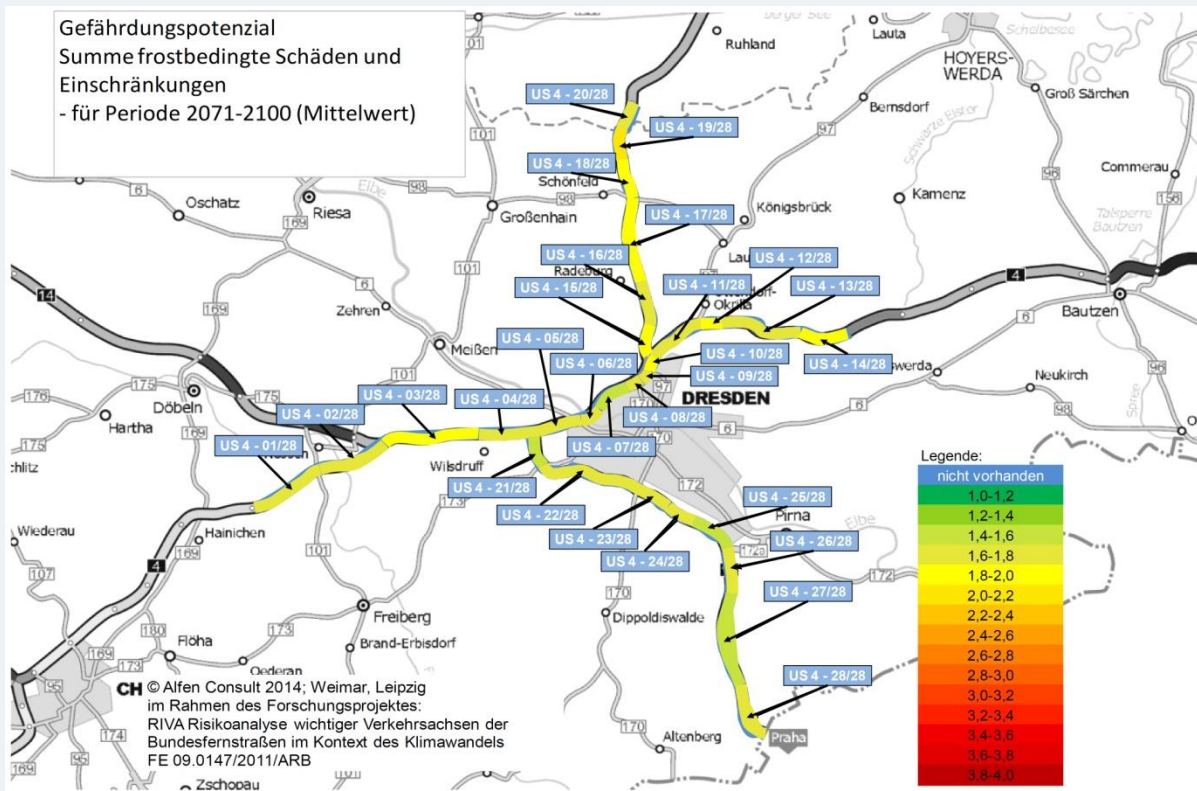
Erweiterung Verkehrsträger / Gefahrenarten



- **Netzweite Risikoanalyse** auf Basis von **standardisiert** erhobenen **Eingangsdaten** zu **Infrastruktur** und **Klima**

SP-102 Risikoanalyse

Ziel: Multimodales, GIS-basiertes und erweitertes RIVA-II mit Datenhaltung in Geodatenbanksystem



Quelle: Alfen Consult GmbH;
gemeinsam mit Climate &
Environment Consulting Potsdam
GmbH, Krebs und Kiefer Beratende
Ingenieure für das Bauwesen GmbH
(Schlussbericht zum Projekt FE
09.0147/2011/ARB im Auftrag der
Bundesanstalt für Straßenwesen,
unveröffentlicht)

SP-103: Hochwassergefahren

Leitung: Dr. Thomas Deutschländer (DWD)

Überflutungen im BundesverkehrswegeNetz

- Gefährdungsanalyse
- Abschätzung zukünftiger Entwicklungen unter dem Einfluss des Klimawandels



SP-103: Hochwassergefahren

Verkehrsträgerübergreifende Analyse

Beispiel: Flusshochwasser und Sturmflut in der Region Geesthacht



Datenquellen:
Hochwassergefahrenkarten
der Bundesländer; TK1000;
Verkehrsnetze BAST, WSV
Darstellung: E. Nilson, BfG;
J. Kirsten, BAST

SP-104: Sturmgefahren

Leitung: Markus Forbriger (EBA)

- vegetationsspezifische Parameter (Baumart, Bestandshöhe, Pflegemaßnahmen, etc.) und standortabhängige Faktoren entscheidend
- vorbeugende Maßnahmen zur Risikosenkung
- Herausforderungen:
 - Bahnstrecke verläuft durch FFH Gebiet
 - Privateigentum



Fotos: Julian Düll, EBA

SP-105: Hangrutschungen

Leitung: Dr. Martin Klose (BASt)

Forschungsziel

Analyse des aktuellen und zukünftigen **Gefährdungspotenzials** durch **Hang- und Böschungsrutschungen** für **Bundesverkehrswege** unter Berücksichtigung des **Einflusses** von **extremen Wetterereignissen** und **Klimaänderungen**

Quelle: Feinkonzept Themenfeld 1, BMVI-Expertennetzwerk (unveröffentlicht)

Erwartete Produkte

Rutschungsdatenbank (Prototyp) für Bundesverkehrswege

Bundesweite **Gefahrenhinweiskarte** für Straße und Schiene

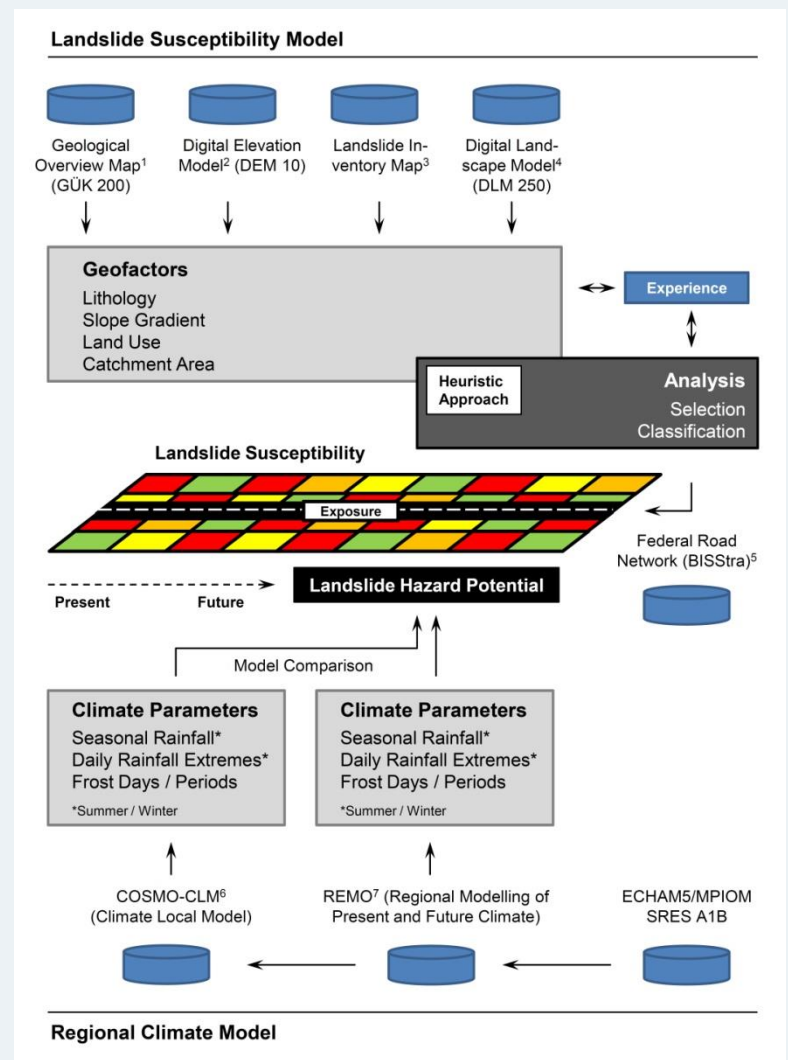
Fallstudien zu lokalen Gefährdungspotenzialen, Schadensbildern und Verwundbarkeiten

Gefahren- und Schadensinformationen zur Einbindung in den Schwerpunkt Risikoanalyse (SP-102)

Quelle: Feinkonzept Themenfeld 1, BMVI-Expertennetzwerk (unveröffentlicht)

Forschungsansatz der Gefahrenanalyse (schematisch)

Quelle: Klose, M., Auerbach, M., Herrmann, C., Kumerics, C., Gratzki, A. (2017): Landslide hazards and climate change adaptation of transport infrastructures in Germany. Proceedings of World Landslide Forum 4, Ljubljana, Slovenia, 7 pp. (accepted).



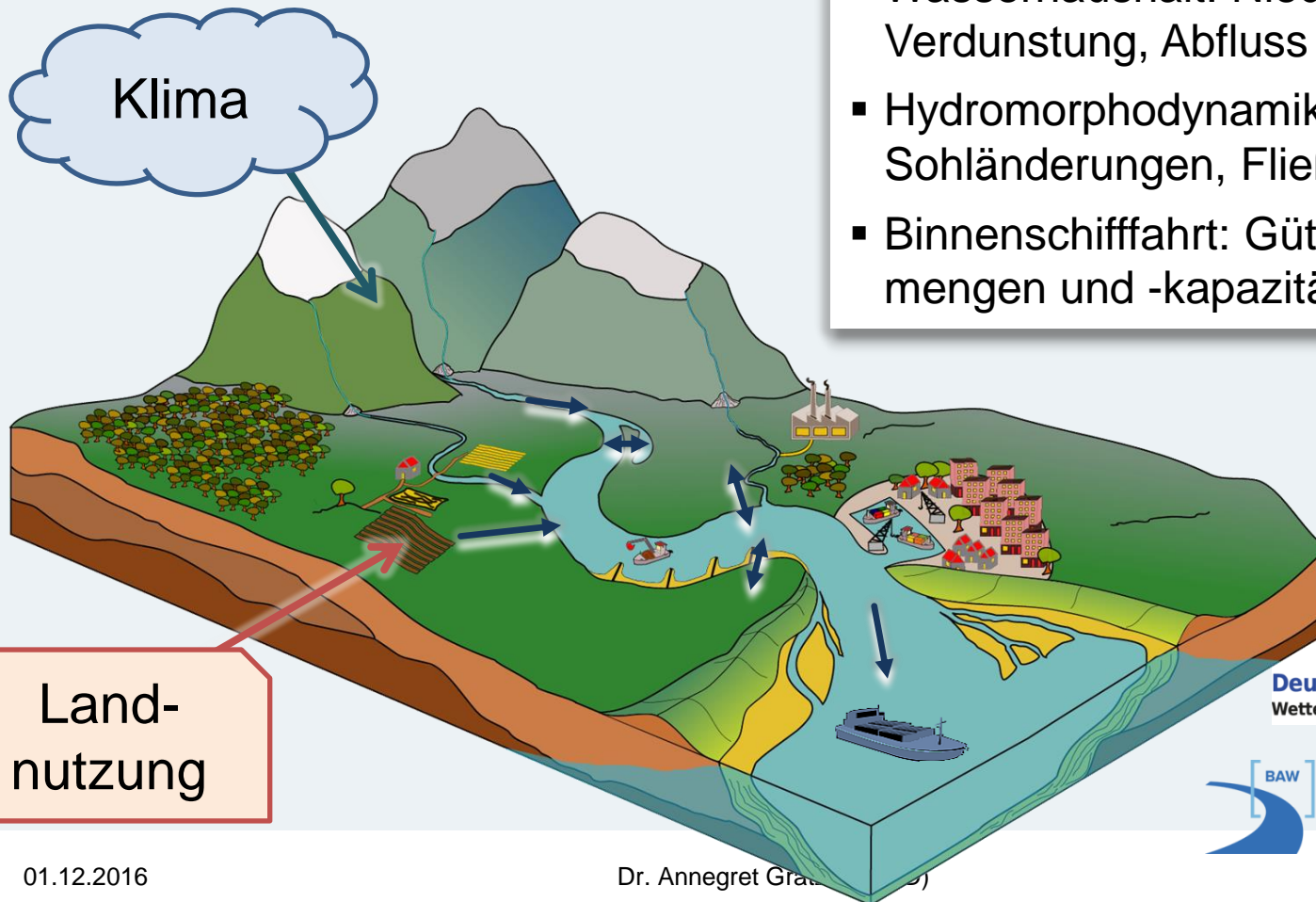
SP-106: Schiffbarkeit und Wasserbeschaffenheit

Leitung: Dr. Enno Nilson (BfG)

Wirkungskette:

Klima → **Wasserhaushalt**
→ **Fließtiefe** → **Schifffahrt**

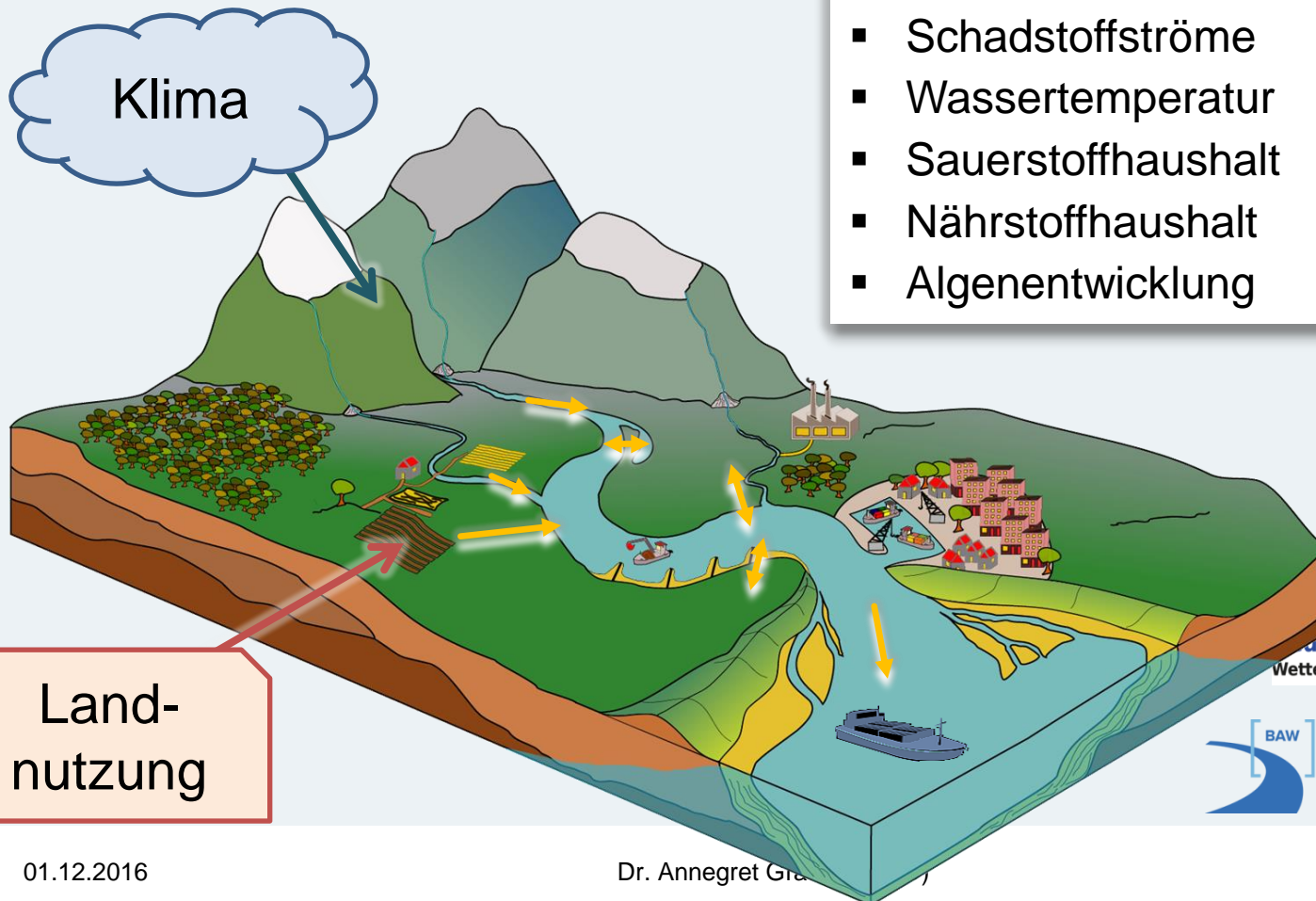
- Wasserhaushalt: Niederschlag, Verdunstung, Abfluss
- Hydromorphodynamik: Sohländerungen, Fließtiefe
- Binnenschifffahrt: Gütertransportmengen und -kapazitäten



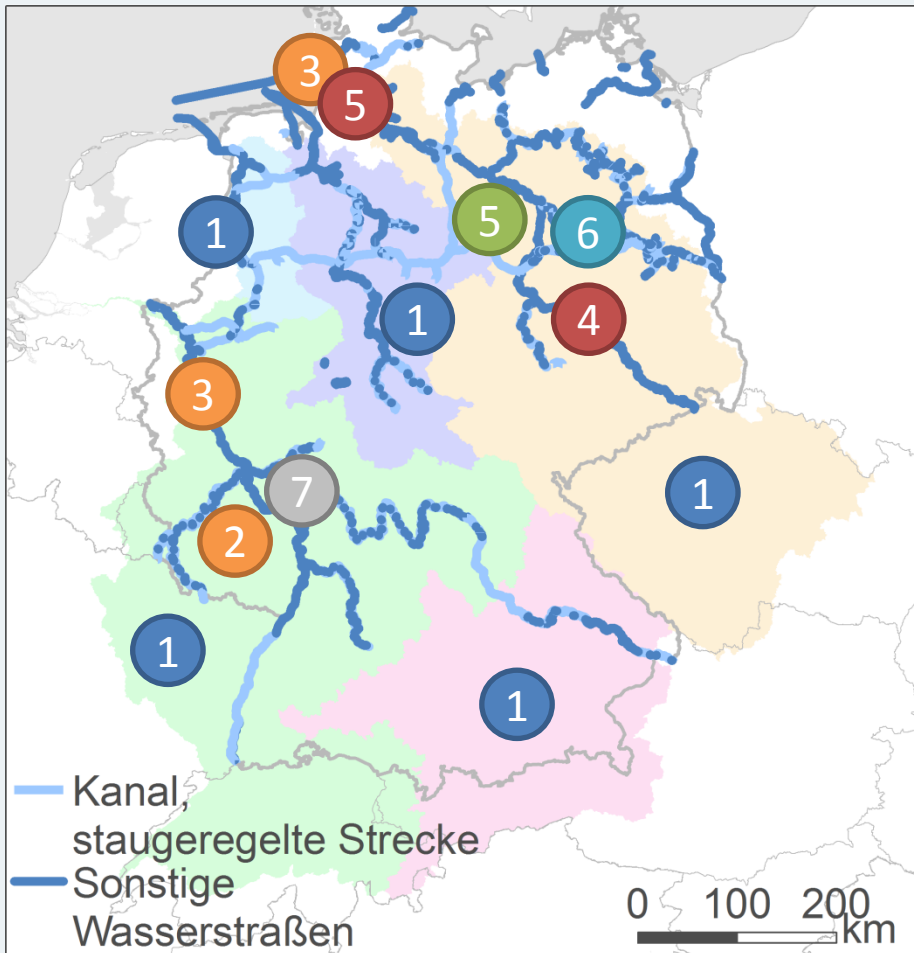
SP-106: Schiffbarkeit und Wasserbeschaffenheit

Wirkungskette: **Klima** → **Wasserhaushalt** → **Stoffhaushalt** → **Wasserstraßenmanagement**

- Feinsedimenthaushalt
- Schadstoffströme
- Wassertemperatur
- Sauerstoffhaushalt
- Nährstoffhaushalt
- Algenentwicklung



Module und Studiengebiete



Module

- ① Hydrologie (BfG) für Rhein, Elbe, Donau, Weser, Ems
- ② Hydro-/Morphodynamik (BfG)
- ③ Hydro-/Morphodynamik (BAW)
- ④ Schwebstoff (BfG)
- ⑤ Schwebstoff (BAW)
- ⑤ Schadstoff (BfG)
- ⑥ Wassergüte (BfG)
- ⑦ Schifffahrt (BAW)

Dateninput: Klima (DWD), Ozeanographie (BSH), Landnutzung (BfG)

SP-107: Anpassungsoptionen

Leitung: Carina Herrmann (EBA)



Anpassung von Normungsverfahren
→ Prüfung bestehender Regelwerke



Technische Anpassungen (z.B. Materialien, Bauweisen)



Anpassung der Bewirtschaftungsverfahren
z.B. Wasserbewirtschaftung und Sedimentmanagement



Bewusstsein für die Notwendigkeit zum Handeln auch bei bestehenden Unsicherheiten entwickeln

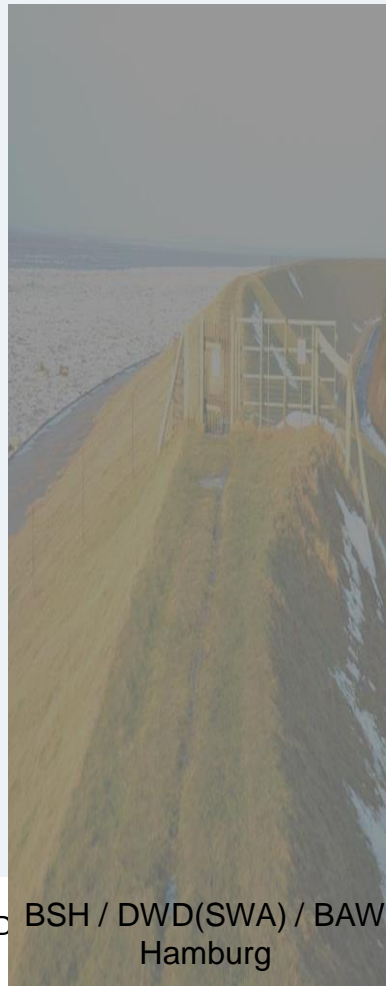
SP-108: Fokusgebiete Küsten

Leitung: Dr. Hartmut Heinrich / Dr. Sabine Hüttl-Kabus (BSH)

Themen

seewärts des Deiches:

- Klimatologie der Nord- & Ostsee
- extremer Seegang
- Starkwindereignisse
- Wetterlagen
- Wasserstand / Meeresspiegel
- Sturmfluten
- Änderungen der Morphologie
- Sedimentdynamik



landseitig des Deiches:

- extreme / außergewöhnliche Niederschlagsereignisse
- Vorfeuchte des Bodens

Ziele SP-108

- Analysen zu möglichen zukünftigen Veränderungen meteorologischer und hydrologischer Parameter im Küstenbereich, sowie im Seegang und dem Auftreten von Extremwellen
 - Ableitung potentieller zukünftiger Änderungen an den Küsten
 - Mögliche Auswirkungen auf den Betrieb der küstennahen Infrastruktur
 - Ggf. Erarbeitung von Vorschlägen für mögliche Anpassungsoptionen
- Auswirkungen meteorologischer und hydrologischer Größen auf die küstennahe Morphodynamik
- Beschreibung charakteristischer ozeanographischer und meteorologischer Zustände für kritische Entwässerungssituationen des NOK bzw. küstennaher Flüsse
 - Veränderungen des Entwässerungszeitfensters infolge hoher Wasserstände und mögliche Konsequenzen

Hydro- und morphodynamische Änderungen in der Deutschen Bucht

- Fragestellung: „Wachsen die Watten mit?“
 - Entwicklung des Küstenvorfeldes entscheidend für Naturschutz, Küstenschutz und Schifffahrt
 - Zukünftige Entwicklung des Küstenvorfeldes ist unsicher
- Vorgehen:
 - Hydromorphodynamisches Modell der Deutschen Bucht mit räumlich differenzierter Modellauflösung
 - Simulation von Szenarien mit unterschiedlichen Topographien sowie langfristige Untersuchungen
 - Analyse verschiedener Meeresspiegelanstiegs-Szenarien



SP-109: Fokusgebiete Binnen

Leitung: Jan Ork (BASt)

Selektion der Fokusgebiete anhand der Kriterien

- Verkehrliche Bedeutung/Kritikalität
- Gefährdung/Verwundbarkeit
- Daten/Modellverfügbarkeit

Planung und Durchführung detaillierter Analysen in den Fokusgebieten

- Anwenden der Forschung aus den verschiedenen SP

Prüfung der erzielten Ergebnisse hinsichtlich ihrer Generalisierbarkeit auf Bundesebene

- Rahmenbedingungen untersuchen
- Umsetzung an Beispielen durchführen

Kontakt

Expertennetzwerk.TF1@dwd.de

- Leitung TF1: Fr. Dr. A. Gratzki (DWD), annegret.gratzki@dwd.de
- Koordination TF1: Fr. Dr. S. Hänsel (DWD), stephaine.haensel@dwd.de