

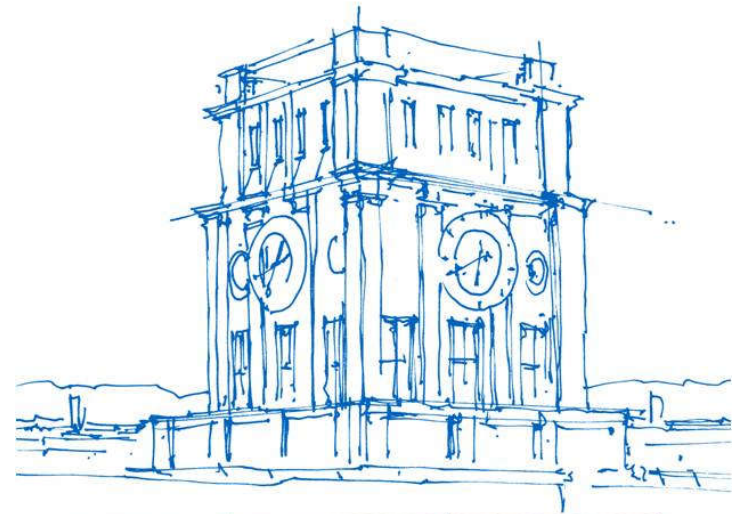
Wie anfällig ist die Wasserwirtschaft in Bezug auf extreme Wetterereignisse?

Niedersächsisches Gewässerforum, 11. bis 12. September 2017 in Hildesheim

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

Technische Universität München

Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement



Uhrenturm der TUM

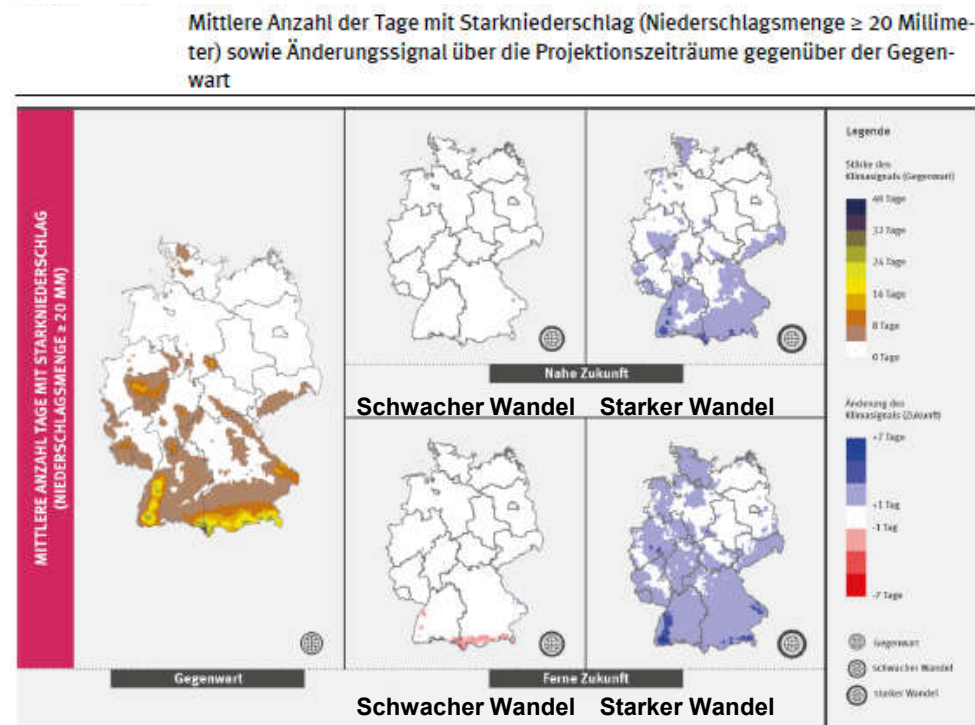
Extreme Wetterereignisse und der Klimawandel in Deutschland

- Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft wurden umfassend untersucht: z.B. KLIWA, GLOWA-Elbe, GLOWA-Danube, EMTAL,
- **Hochwassergefahr** steigt in ganz Deutschland, vor allem in den Winter- und Frühjahrsmonaten.
- Besonders gefährdet: Alpenraum, Gebiete ohne ausreichende Retentionsflächen, Gebiete mit hoher Bebauungsdichte.
- Von einem verringerten **Wasserdargebot** in den Sommermonaten sind vor allem die zentralen und östlichen Gebiete Ostdeutschlands betroffen.
- Erwartet wird eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von **Starkregenereignissen**.
- In 100 Jahren ist die mittlere jährliche **Niederschlagsmenge** in Deutschland etwa um 10,6 % gestiegen.
- Reduzierung der **Grundwasserneubildungsrate** Gebieten mit verringerter Wasserverfügbarkeit (z. B. EZG Elbe und Ostdeutschland).

 Zunahme extremer Wetterereignissen und Zunahme extremer Abflussereignisse

Extreme Wetterereignisse – Starkregen

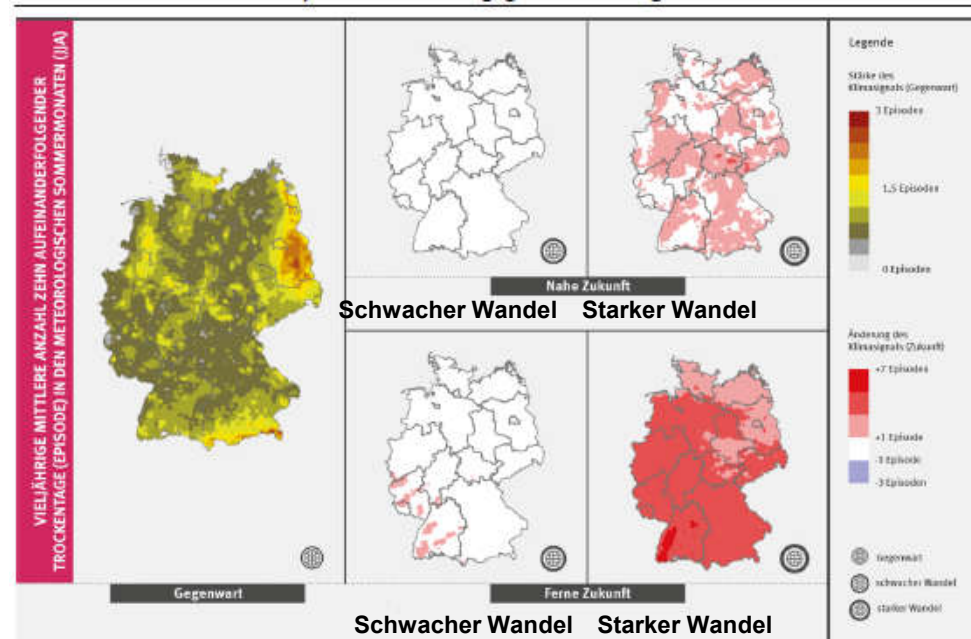
- Prognostizierte Zunahme Starkregen
- Im Alpenraum bis zu +7 Tage mit Starkregenereignissen



Extreme Wetterereignisse – Trockenperioden

- Prognostizierte Zunahme Trockenperioden (>10 Tage)
- Zunahme flächendeckend um 3 bis 5 Episoden.

Vieljährige mittlere Anzahl zehner aufeinanderfolgender Trockentage (Episoden) in den meteorologischen Sommermonaten (Juni, Juli, August) sowie Änderungssignal über die Projektionszeiträume gegenüber der Gegenwart



Mögliche Anpassungsstrategien und –maßnahmen

- **Forschungsbedarf:** neue praxisgerechte **Bemessungsverfahren**, z. B. für die instationäre Extremwertstatistik.
- Sobald **Bemessungsgrößen** für extreme Ereignisse unter Berücksichtigung des Klimawandels festgelegt werden können:
- Instrumente des Hochwasserrisikomanagements und des technischen Hochwasserschutzes sind auf neue Ereignischarakteristika übertragbar.
- **Hürden:** v.a. *finanzielle Hürden*. Aber auch: *organisatorische* und *legislative* Hindernisse (Flächenvorsorge, natürlicher Rückhalt), *fehlendes Wissen* (Verhaltensvorsorge, Bauvorsorge), sowie *Nutzungskonflikte* (Flächenvorsorge)

Anpassungsstrategien– Unsicherheiten

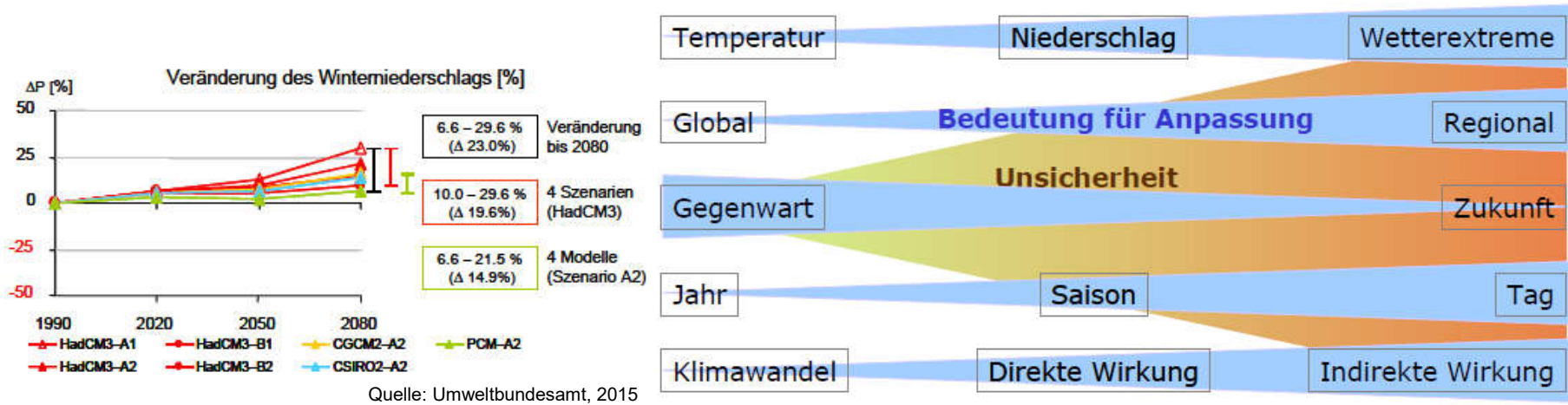


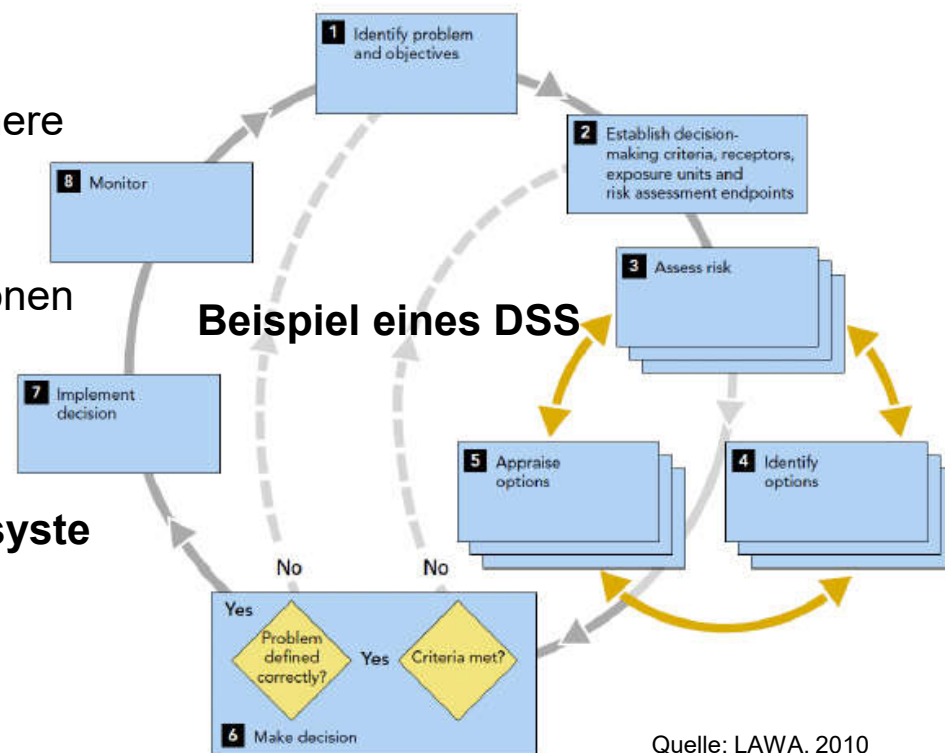
Abb. 6-2: Zunahme der Unsicherheiten mit der Bedeutsamkeit der Auswirkungen des Klimawandels.

Quelle: Umweltbundesamt, 2015

➔ Trotz großer Sicherheit bezüglich **großräumiger** und **mittelfristiger** Trends: Anpassung an den Klimawandel bedeutet auch die Anpassung an größere Unsicherheiten. Insbesondere bezüglich kleinräumiger und regionaler Entwicklungen und Extremwerte.

Umgang mit Unsicherheiten in der Wasserwirtschaftsverwaltung

- **Probleme:** Anpassung an extremere Ereignisse und an die größere Unsicherheit nötig.
- Unsicherheit von Risikoinformationen wird oft zum Hindernis der Risikovorsorge.
- Entwicklung von **Entscheidungsunterstützungssystemen, Projekt WASKLIM:**



Quelle: LAWA, 2010

Projekt WASKLIM: Entwicklung eines übertragbaren Konzeptes zur Bestimmung der Anpassungsfähigkeit sensibler Sektoren an den Klimawandel am Beispiel der Wasserwirtschaft

UDATA *Umweltschutz und Datenanalyse*
Boden- und Grundwasserschutz - Simulationsmodelle - Messwertverwaltung



Inhaber: Dr. Jörg Scherzer

der Bundeswehr
Universität München

Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen
Institut für Wasserwesen / Professur für Wasserwirtschaft und Ressourcenschutz
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen
Institut für Verkehrswesen und Raumplanung / Professur für Bauprojektmanagement und Raumplanung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Jacoby

DIALOGIK gemeinnützige Gesellschaft für Kommunikations- und Kooperationsforschung mbH

Geschäftsführer: Prof. Dr. Dr. Ortwin Renn

IM AUFTRAG DES UMWELTBUNDESAMTES

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

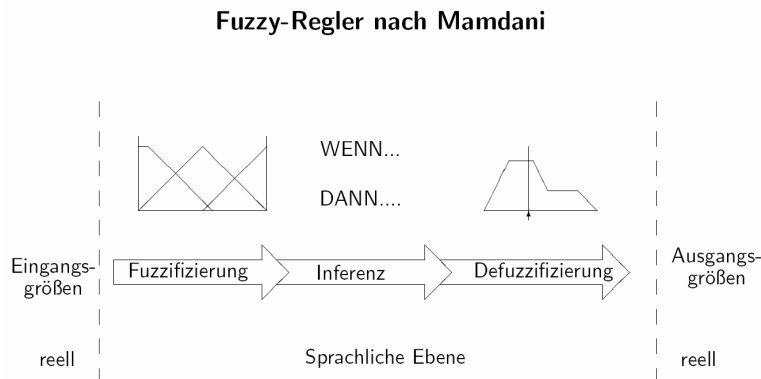


Decision Support System - DSS

Ziel:

Ein Entscheidungsunterstützungssystem, das mit Hilfe von Klimaszenarien, Wasserhaushaltsberechnungen und Stakeholderbefragungen aus einer Vielzahl möglicher Anpassungsmaßnahmen sinnvolle Lösungen aufzeigt. Verwendete Verfahren:

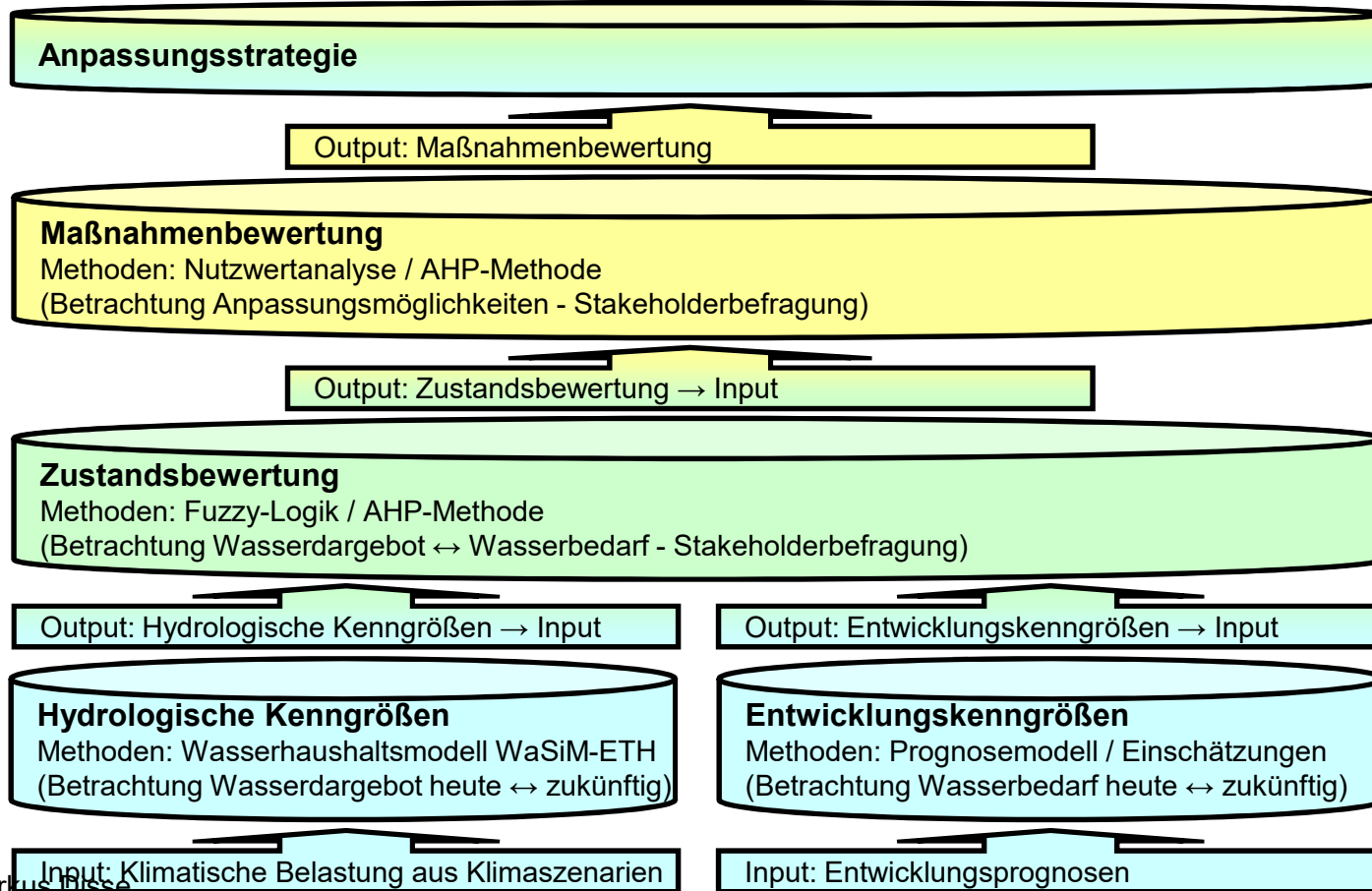
- Fuzzy-Logic
- AHP-Methode (Analytisch-Hierarchischer-Prozess)



	a_1	a_2	a_3	r	Gewichtung w_i
$n=3$					
a_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	$R1 = \sum a_{ij}/C1$	$w1 = r1/n$
a_2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	$R2 = \sum a_{ij}/C2$	$w2 = r2/n$
a_3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	$R3 = \sum a_{ij}/C3$	$w3 = r3/n$
Summe	1	1	1	n	1
Anzahl der Paarvergleiche = $n*(n-1)/2$					



Konzept DSS



Regionale Studien

Entwicklung, Test und Optimierung eines Entscheidungsunterstützungssystems (DSS) für die drei Beispielregionen hinsichtlich folgender Wassernutzungen:

- Wasserversorgung, Bewässerung
- Wasserkraftnutzung
- Kühlwassernutzung
- Ökologischer Gewässerzustand
- Hochwasserrisiken, sofern für Wassernutzungen relevant

→ Regionale Nutzerkonferenzen



Beispiel: Anwendung des DSS für die Weida

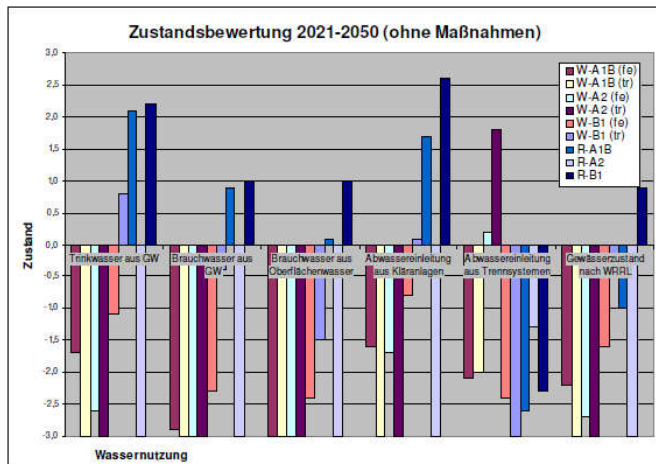


Abbildung 79: Zustandsbewertung 2021-2050 gegenüber 1971-2000

Zustandsbewertung: Auswertung für
 verschiedene Wassernutzungen und
 Klimaszenarien
 Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

Wassernutzung	2021-2050	2071-2100
Trinkwasserversorgung aus Grundwasser	↘	↘
Brauchwasserversorgung aus Grundwasser	↘	↘
Brauchwasserversorgung aus Oberflächenwasser	↘	↘
Abwasserreinigung aus Kläranlagen	↗	↗
Abwasserreinigung aus Trennsystemen	↘	↘
Gewässerzustand allgemein	↘	↘

Zusammenfassung der Auswertung für
 verschiedene Wassernutzungen



Beispiel: Anwendung des DSS für die Weida

Bewertung der Anpassungsmöglichkeiten getrennt für jede Wassernutzung incl. Synergieeffekte				
Maßnahmenbewertung	Anpassungsmöglichkeit	W.-Nutzung A	W.-Nutzung B	W.-Nutzung C
	Gewichtung (AHP)			
	40% Nutzen kurz/mittelfristig	Max.: 3 Punkte	Max.: 3 Punkte	Max.: 3 Punkte
	20% Nutzen langfristig	...	...	...
	10% Beitrag zum Klimaschutz	...	...	...
	20% Resilienz	...	...	...
	10% Nutzungskonflikte	...	...	...
	Punktbewertung	3	1,5	2
	Gewichtung (AHP)	40%	25%	35%
	Gesamtnutzen der Maßnahme		2,3	

Ergebnis 1: Die geeignetste Anpassungsmöglichkeit für jede Wassernutzung (Vergleich der Punktbewertung des Zustands <u>ohne</u> und <u>mit</u> Anpassungsmaßnahme)			
Ergebnis 2: Gesamtnutzen einer Maßnahme			
Punktbewertung:		Bewertungsgrundlage:	Quelle:
3 = äußerst gut		- Prozentuale Änderung	- Stakeholder
2 = sehr gut		der Indikatoren (heute 100%)	- Behörde
1 = gut			- Auswertung
0 = zufriedenstellend			
-1 = schlecht			
-2 = sehr schlecht			
-3 = äußerst schlecht			

Tabelle 29: Maßnahmenbewertung im EZG der Weida (rot = vulnerabel)

Anpassungsmaßnahmen	Bewertung	Trinkwasser aus Grundwasser	Brauchwasser aus Grundwasser	Brauchwasser aus Oberflächenwasser	Abwasserreinigung aus Kläranlagen	Abwasserreinigung aus Trennsystemen	Gewässerzustand allgemein
		[-3,+3]	44%	6%	3%	6%	6%	34%
WKA Modernisierung Steuerung	0,08	1,7					
WKA Modernisierung Turbine	0,07		1,6	1,6	1,6		
Fernwärmenetz ausbauen	0,02					1,0	

Maßnahmenbewertung mittels AHP-Methode, Input von Stakeholdern und Behörde

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

Ergebnisse Maßnahmenbewertung: Konkrete Anpassungsmöglichkeiten



Handlungsempfehlungen Süddeutschland

Tendenzen (KLIWA, 2017):

↑ Temperaturen im Sommer und Winter, ↓ N im Sommer, ↑ N im Winter, ↑ Starkniederschläge

HQ

→ Zunahme HQ (besonders im Winter), Erhöhung der Sturzflutwahrscheinlichkeit (?)

NQ

→ Abnahme MNQ(m), größtenteils Abnahme > 10%

→ Verlängerung von Niedrigwasserperioden bis zu > 50%

GW

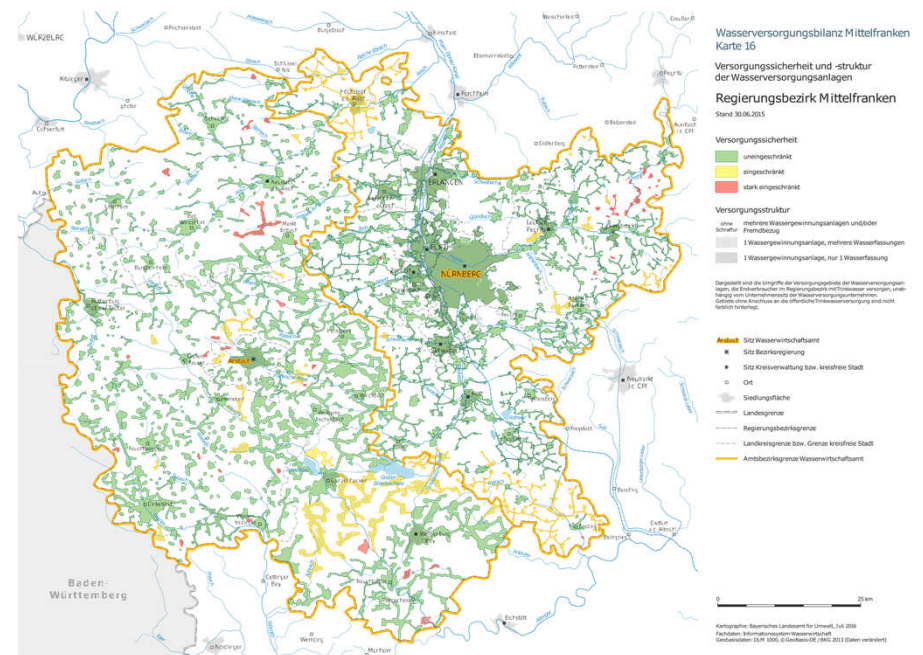
→ Veränderung Bodenwasserhaushalt
(↓ Speicher während Vegetationsphasen, ↑ GW-Stände im Winter)

Handlungsempfehlungen Süddeutschland

GW

- Fortführung des Messnetzbetriebs
- Aufstellung von Wasserversorgungsbilanzen (in Bayern durch die 17 WWA)
 - Bewertung der Versorgungssicherheit (Bsp. Mittelfranken) und „Benchmarking“
- Schaffung überregionaler Verbundlösungen (Wasserversorgung)
- Effizienzsteigerung Bewässerungsstrategien in der Landwirtschaft
- Planungsanpassung (z.B. Bauplanungen) bei erhöhten GW-Ständen im Winter
- Entwicklung von Managementstrategien basierend auf regionalen Fallstudien (KLIWA Fallstudien)

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse



Regierung von Mittelfranken (2016)

Handlungsempfehlungen Süddeutschland

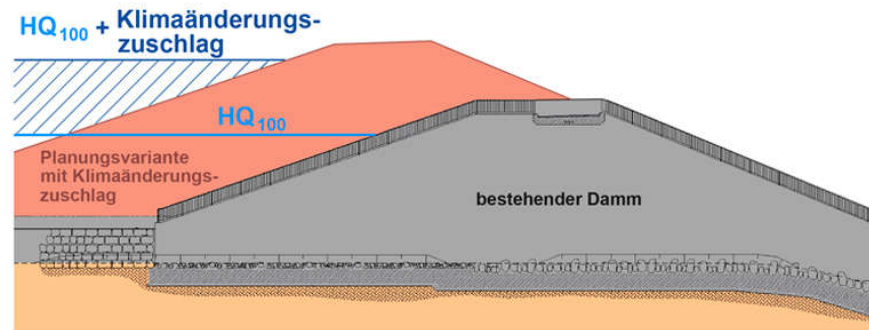
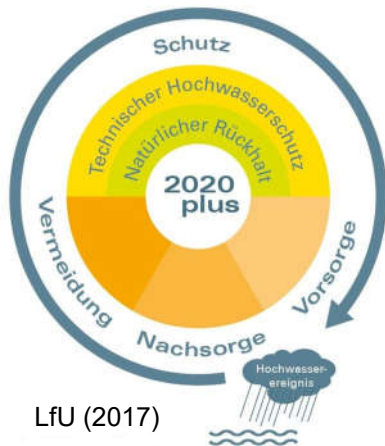
NQ

- Errichtung eines (online) Niedrigwasserinformationsdienstes (seit 2008 in Bayern)
- Umsetzung kurzfristiger (operationeller) Maßnahmen, die während konkreter NQ-Situationen ergriffen werden (z.B. Regulierung von Wärmeeinleitungen)
- Umsetzung langfristiger Maßnahmen zur Prävention von NQ-Ereignissen und Nutzungskonflikten (z.B. Speicher zur NQ-Erhöhung durch Überleitungssystem Donau-Main)
- Erarbeitung regionaler Managementkonzepte mit Hilfe von Pilotprojekten (z.Zt. Erarbeitung von Handlungsstrategien in Unterfranken) & Prüfung der Allgemeingültigkeit

Handlungsempfehlungen Süddeutschland

HQ

- Berücksichtigung eines Klimaänderungsfaktors bei Bemessung neuer HQ-Schutzmaßnahmen (z.B. pauschal $1,15 * HQ_{100}$ in Bayern, regionalisierte Änderungsfaktoren in Baden-Württemberg)
- länderspezifische Risikomanagementpläne (z.B. Aktionsprogramm 2020 plus in Bayern)



Handlungsempfehlungen Süddeutschland

Bsp. Aktionsprogramm 2020plus (Bayern)

- Kernpunkte: **Bewältigung, Nachsorge, Vermeidung, Schutz** und **Vorsorge** (StMUV, 2014)



LfU (2017)

- Bewältigung: Begrenzung von Schäden im Ereignisfall
- Nachsorge: Behebung von Schäden, Dokumentation, Grundlagen prüfen
- Vermeidung: bestehende Risiken reduzieren, neue vermeiden (z.B. Überschwemmungsgebiete freihalten, freimachen)
- Schutz: natürlicher Rückhalt (Steigerung Versickerung, Renaturierung, Laufverlängerung u.a.)
technischer Schutz (Rückhalt durch Talsperren und Rückhaltebecken, Umleitung durch Flutmulden u.a.)
- Vorsorge: künftige Ereignisse besser bewältigen und vorbereiten (Vorhersagen, Warnungen, Planungen, öffentl. Bewusstsein u.a.)

Handlungsempfehlungen Süddeutschland

Erweitertes Handlungsfeld: Sturzfluten

Süddeutsche.de Bayern

6. August 2016, 13:40 Umwelt

Bayern plant mehr Schutz gegen Sturzfluten

- Umweltministerin Ulrike Scharf (CSU) will die Beratung von Kommunen in Sachen Hochwasserschutz ausbauen.
- Die Staatsregierung will außerdem ein eigenes Vorwarnsystem etablieren.

Von *Christian Sebald*

Nach den katastrophalen Sturzfluten in diesem Frühjahr, die vor allem kleine Städte und Gemeinden getroffen haben, wird der Freistaat seine Hochwasserschutz-Strategie ausweiten. Umweltministerin Ulrike Scharf (CSU) kündigte an, dass künftig verstärkt "Gewässer dritter Ordnung" in den Fokus rücken. Das sind Bäche und Flüsschen, für die eigentlich die angrenzenden Städte und Gemeinden zuständig sind. "Beratung, Förderung und Warnung - das ist der Dreiklang unseres Kommunalpakets", sagte Scharf. "Damit wollen wir die Sicherheit der Bevölkerung vor Naturgefahren erhöhen."

Die Beratung von Kommunen in Sachen Hochwasserschutz ist seit jeher eine wichtige Aufgabe der Wasserwirtschaftsämter. Scharf will sie nun ausbauen. So will sie spezielle Hochwasserrisikokarten für kommunale Gewässer vorlegen und die Kommunen bei der Überwachung ihrer Stauanlagen unterstützen.

Sueddeutsche.de (2017)

Süddeutsche.de Bayern

13. September 2016, 18:50 Hochwasser

Mehr Geld für Schutz vor Sturzfluten

Als Reaktion auf die lokalen Sturzfluten und Hochwasserkatastrophen in Simbach und anderswo in Bayern verstärkt der Freistaat den kleinräumigen Hochwasserschutz. "Wir müssen uns bestmöglich auf die Folgen des Klimawandels vorbereiten", sagte Umweltministerin Ulrike Scharf (CSU) am Dienstag. "Ein Schwerpunkt dabei ist der Hochwasserschutz, vor allem der Schutz vor lokalen Hochwassern." Nach einem Beschluss des Kabinetts wird das bayerische Hochwasserschutzprogramm deshalb um die Komponente "Sturzfluten" erweitert. Außerdem intensiviert der Freistaat die Hochwasservorsorge speziell an kommunalen Gewässern und stellt den Städten und Gemeinden dafür jährlich 23 Millionen Euro zusätzlich zur Verfügung. Die Wasserwirtschaftsverwaltung wird personell verstärkt und bekommt zusätzliches Geld speziell für den kommunalen Hochwasserschutz. Die Anpassungsstrategien an den Klimawandel gehen aber weit über den Hochwasserschutz hinaus. Nach Scharfs Worten umfassen sie mehr als 300 Einzelmaßnahmen - vom Erhalt natürlicher Lebensräume über den Waldumbau bis hin zur Vorsorge gegen neue Schädlinge.

Das Projekt HiOS - Hinweiskarte Oberflächenabfluss & Sturzflut

Drei Institutionen



Technische Universität München
Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement
Prof. Dr.-Ing. Markus Disse



Ludwig-Maximilians-Universität München
Department für Geographie
Prof. Dr. Ralf Ludwig



Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen
Akademie der Wissenschaften
Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller



gefördert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Das Projekt HiOS - Hinweiskarte Oberflächenabfluss & Sturzflut



- Hydrologische Modellierung mit LARSIM
- Hydrodynamische Modellierung
- Geoinformatik und Geostatistik



- Hydrologische Modellierung mit WaSiM
- Szenarienmodellierung zur Mitigation von Sturzfluten



- High-Performance Computing
- Forschungsdatenmanagement



Das Projekt HiOS - Hinweiskarte Oberflächenabfluss & Sturzflut

Projektziel: Erstellen einer **Hinweiskarte für Oberflächenabfluss und Sturzflut** von Bayern

- Hinweise auf mögliche Gefährdungen bzw. den Grad der Gefährdung (Klassen) durch Oberflächenabfluss und Sturzflut
- Darstellung für vier verschiedene Niederschlagsszenarien
- Kartenerstellung erfolgt mithilfe eines GIS-Tools
 - Abfrage, Verknüpfung und Bewertung sturzflutbegünstigender bzw. –auslösender Faktoren im Geoinformationssystem
- Grundlage für die Modulentwicklung bilden Daten- und GIS-Analyse sowie hydrologische und hydrodynamische Modellierung
- Untersuchen der Möglichkeiten der hydrologischen und hydrodynamischen Modellierung von Oberflächenabfluss- und Sturzflutereignissen

Literatur

adelphi / PRC / EURAC (2015): Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Umweltbundesamt. Climate Change 24/2015, Dessau-Roßlau.

KLIWA (2017). www.kliwa.de

LAWA–Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2010). Strategiepapier “Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft”, Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen.

Regierung von Mittelfranken (2016). Wasserversorgungsbilanz Mittelfranken. Heute schon an morgen denken. Bestandsanalyse + Entwicklungsprognose 2025.

StMUV (2014). Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020 plus. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz.

Zebisch, M., Grothmann, T., Schröter, D., Hasse, C., Fritsch, U., & Cramer, W. (2005). Klimawandel in Deutschland– Vulnerabilität und Anpassungsstrategien klimasensitiver Systeme. Umweltbundeamt. Climate Change 08/05. Dessau.

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse