

# Klimaresilienter Landschafts- wasserhaushalt

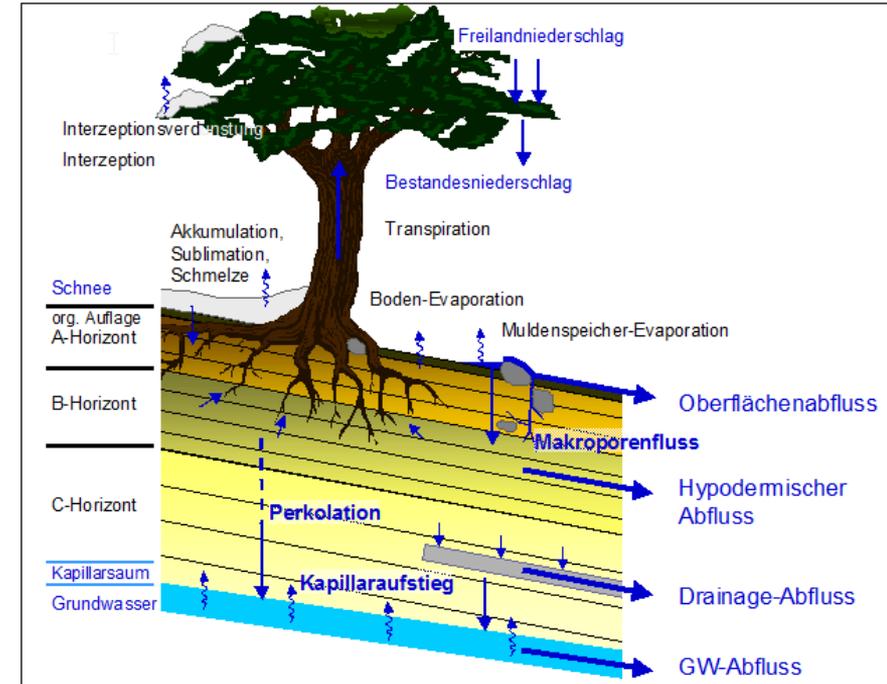
Prof. Dr.-Ing. Markus Disse  
Technische Universität München  
TUM School of Engineering and Design  
Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement  
markus.disse@tum.de



- Einführung
- Maßnahmen im Wald
- Maßnahmen in der Landwirtschaft
- Gewässerrenaturierung
- Dezentrale Rückhaltebecken
- Zusammenfassung

# Problemlage

- Klimawandel: längere Dürreperioden, stärkere Starkregen
- Landnutzung ↔ Landschaftswasserhaushalt
- Wasserableitung (noch) die Regel
- Homogenisierung der Landschaft: Resilienz ↓
- Folgen: Grundwasserstände ↓, landwirtschaftliche Erträge ↓, forstliche Vitalität ↓



Quelle: Klöcking, B. (Ed.) 2009. Das ökohydrologische PSCN-Modul innerhalb des Flussgebietsmodells ArcEGMO, 53 S., [online verfügbar: <http://www.arcegmo.de/PSCN.pdf>].

Vorwort	4
1 Übergreifende Ziele für eine sichere Wasserzukunft in Bayern	6
2 Wasserverfügbarkeit und Planungssicherheit nehmen ab	8
3 Klimaresilienter Landschaftswasserhaushalt	12
<i>Status quo</i> und zukünftige Herausforderungen	12
Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen	12
Maßnahmen und Handlungsempfehlungen	13

## 3 Klimaresilienter Landschaftswasserhaushalt

*Status quo* und zukünftige Herausforderungen

Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen

Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

<i>Status quo</i> und zukünftige Herausforderungen	28
Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen	29
Maßnahmen und Handlungsempfehlungen	31
7 Ökosystemfunktionen von Fließgewässern und Seen	32
<i>Status quo</i> und zukünftige Herausforderungen	32
Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen	35
Maßnahmen und Handlungsempfehlungen	35
8 Empfehlungen an die Politik	38



<https://www.wasser.tum.de/wasser/wasserversorgung-in-bayern/>



**Vorankündigung**

**Naturschutz ist angesagt! Natur. Landnutzung. Klima.**  
36. Deutschen Naturschutztag des Deutschen Naturschutzbundes (DNR)



**36. DEUTSCHER NATURSCHUTZTAG**  
28. Juni - 02. Juli 2022  
in Hannover

Deutschlands größter Naturschutzkongress findet vom 28. Juni bis zum 2. Juli 2022 im Hannover Congress Centrum (HCC) als Präsenzveranstaltung statt. Unter dem Motto „NATURSCHUTZ JETZT! Natur. Landnutzung. Klima.“ Werden Antworten auf die drängenden Fragen gesucht, die sich insbesondere durch die Landnutzung ergeben: Welche neuen politischen Rahmenbedingungen zeichnen sich ab, welche neuen Strategien benötigen wir, wie können die negativen Auswirkungen auf Bio-diversität, Böden, Gewässerhaushalt und Klima schnellstmöglich und nachhaltig gemindert werden und wie muss die Gesellschaft mitagieren? Zum anderen sollen die aktuellen Herausforderungen beim schnellen Ausbau erneuerbarer Energien und das Thema Restaurierung und Klima-anpassung, bezogen auf die Ökosystemleistungen von Wald, Mooren, Seen und Wattenmeeren aufgegriffen und diskutiert werden. Neben dem Thema Klimaneutralität geht es um die neuen europäischen und internationalen Vorgaben für den Arten- und Gebietsschutz sowie die aktuelle Gesetzgebung und den Vollzug des Rechts. Viele sachkundige Referentinnen und Referenten aus Wissenschaft und Praxis konnten für die Ausgestaltung der unterschiedlichen Veranstaltungen des DNT gewonnen werden. Mit dem Jungen Forum sowie dem Berufsfeldforum Naturschutz soll der Einstieg junger Menschen in die Naturschutz-Familie erleichtert werden. Außerdem wird es auf dem Kongress Exkursionen, Ausstellungen, offene Foren, Kunst und Poster-Sessions geben. Das Land Niedersachsen wird der diesjährige Gastgeber sein. Veranstaltungen der niedersächsischen Naturschutzverbände und der Stadt und Region Hannover setzen den Rahmen und machen den DNT zu einem individuellen Ereignis.

**● Weitere Details finden Sie unter:**  
[www.deutscher-naturschutztag.de](http://www.deutscher-naturschutztag.de)

**Berichte**

**Empfehlungen der Expertenkommission zur Sicherung der Wasserversorgung in Bayern im Zeiten des Klimawandels**

Wasser ist eine Schlüsselressource für Mensch und Natur. In den letzten zwei Jahrzehnten wurden jedoch – selbst im niederschlagsreichen Freistaat Bayern – Veränderungen des Niederschlags- und Verdunstungsgeschehens mit langanhaltenden Trockenzeiten und Hitzeereignissen, vermehrt auftretenden Sturzfluten, einem sich ändernden Bodenwasserhaushalt sowie abnehmenden Grundwasserneubildungsraten sichtbar. Dies sind Folgen des Klimawandels und der Veränderungen der ländlichen Räume und Siedlungsstrukturen, durch die der natürliche Wasserrückhalt abgenommen und insbesondere die (lateralen) Abflüsse stark zugenommen haben. Klima- und Landnutzungsänderungen verstärken sich in ihrer Wirkung dabei gegenseitig. Daraus resultieren erhebliche Folgen für Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft und Gewässerökologie. Nutzungskonflikte nehmen zu. Die Bayerische Staatsregierung hat daher im Herbst 2020 eine Expertenkommission eingesetzt. Gestaltungsvorschläge für eine zukunftsichere Wasserversorgung im Freistaat Bayern zu entwickeln. Als Ergebnis dieser Arbeit wurden Leitgedanken zur Ausgestaltung einer sicheren Wasserzukunft unter dem Titel LAND: schaff(f):t: WASSER“ (<https://www.wassernetz.de/wasser/wasserversorgung-in-bayern/>) formuliert, die hier zusammengefasst werden.

**Zukünftige Herausforderungen**  
Regionale Klimamodelle prognostizieren durch den globalen Temperaturanstieg tendenziell abnehmende Niederschläge, wobei im Winter die Niederschläge eher zunehmen während in den Frühjahr- und Sommermonaten Trockenperioden häufiger und länger werden. Damit einher gehen häufigere und heftigere Starkregen mit Bodenabtrag und Oberflächenabfluss bis hin zu Sturzfluten. Den daraus resultierenden Erfordernissen stehen die Landnutzungsgestaltungen der vergangenen Jahrzehnte diametral gegenüber. Böden wurden versiegelt, einer schützenden Vegetation beraubt, verdichtet und erodiert. Sie verloren an Fähigkeit, Regen rasch aufzunehmen und zu speichern. Gleichzeitig wurde das Land durch Straßenränder, Verrohrungen, Begräbnungen, Kanalisierung und Drainage der Landwirtschaftlichen Flächen stark entwässert. Natürliche Rückhalteflächen wie Moore und Auen wurden weitläufig ihrer Funktion beraubt. Angesichts des anhaltenden Anstiegs von Niederschlagsregime und Landnutzung wird sich das Grundwasserangebot weiter verschlechtern und besonders die Trinkwassergewinnung in kleinen Einzugsgebieten beeinträchtigen. Für Fließgewässer und Seen ist eine stärkere Fluktuation der Was-

serstände zu erwarten, mit Hochwasser einerseits und andererseits mit Austrocknung, Verdunstungen und verminderter Belastbarkeit für Stoff- und Wärmeinträge, da diese nicht ausreichend verdringt werden. Daraus resultieren Probleme für die Gewässerökologie und eine naturnahe Trinkwassergewinnung. Diese Probleme können nicht alleine mit heutigen Methoden bewältigt werden, die dem Leitgedanken folgen, dass das natürliche Wasserangebot relativ zuverlässig und konstant ist und je nach Bedarf nur technisch erschlossen werden muss. Das Wasserangebot ist heute durch die dargestellten Veränderungen weder konstant noch sicher vorhersagbar. Neuer Leitgedanke muss daher die Resilienz des Landschaftswasserhaushalts sein. Dies erfordert ein Umdenken im Umgang mit Wasser in allen Sektoren, besonders aber in folgenden Handlungsfeldern.

**Speicherfähigkeit der Landschaft wiederherstellen**  
Die Funktion des Bodens als zentraler Filter und Puffer im Wasserhaushalt ist zu erhalten und zu stärken indem die Entwässerung in Wald und Flur reduziert und die Infiltration beschleunigend gefördert wird. Dies erfordert eine Anpassung der Landnutzungsstruktur und Bodenbewirtschaftung mit Maßnahmen zur Verbesserung der Bodenstruktur, zum Humusaufbau und zur Vermeidung von Erosion und Verdichtung. Abgesehen von Sonderkulturen, muss der Regenfeldbau in der Fläche weiterhin der Standard bleiben. Wälder sind konsequent in klimaresiliente Mischwälder umzubauen.

**Klimaresiliente Siedlungen durch eine grüne und blaue Infrastruktur schaffen**  
Das Schwammstadt-Konzept ist zu verfolgen und frühzeitig und umfassend in die kommunale Planung der Siedlungsentwicklung mit ihren Bezügen zur Bauleitplanung und Landschaftsplanung zu integrieren. Dabei ist Wert auf umfassende Behördenkooperation und Bürgerbeteiligung zu legen.

**Landnutzungsänderung durch nachhaltigen Ressourcenschutz und Wasserversorgungsstrukturen sichern**  
Die Kleinräumige, ortsnah Struktur der bayerischen Wasserversorgung sollte beibehalten, aber durch leistungsfähigere kommunale Wasserversorgungsverbände und regionale und überregionale Versorgungsstrukturen gestärkt werden. Vor allem muss die bisherige, am Bedarf orientierte Wasserverteilung („Supply Management“) angesichts des begrenzten Dargebots durch ein bewältigtes Anliegen des Wasserbedarfs („Demand Management“) ergänzt werden. Eine weitergehende Abwasserbehandlung kommunaler Kläranlagen zur Minimierung persistenter Stoffeinträge in Fließgewässer und Seen verbessert nicht nur deren ökologische Funktion, son-

dern sichert insbesondere ihre Eignung für die Uferfiltrationsgewinnung. Die überregionale Verteilungs- und Speicherinfrastruktur von Wasser in Bayern muss durch Kapazitätsvergrößerung sowie Redundanzen optimiert werden um regionale und technische Engpässe zu überbrücken.

**Ökosystemfunktionen von Fließgewässern und Seen bewahren und wiederherstellen**  
Das Ziel der europäischen Wasserrahmenrichtlinie eines ökologisch und chemisch guten Gewässerzustands ist angesichts des Klimawandels und der anthropogen überprägten Landschaften wichtiger denn je. Der ökologisch notwendige Mindestabfluss von Oberflächengewässern ist auch bei extremen Niedrigwasser sicherzustellen. Andere Nutzungen sollten dann eingestellt werden. Dauerhafte Uferstreifen mit ausreichender Breite und Bewuchs sind vorzuziehen.

**Politische Herausforderungen**  
Der notwendige Wandel in Landschaftsstruktur, Landbewirtschaftung, Siedlungsgestaltung und Wasserwirtschaft ist eine Generationenaufgabe, die weitestgehende Entscheidungenbedarf, Gewohnheiten in Frage stellt, Neuland betritt und dadurch auch neue Chancen schafft. Anpassungen benötigen Jahrzehnte und langfristige Verlässlichkeit, die die steigenden Herausforderungen angepasste Ressourcen. Zur zusätzlichen Finanzierung und Steuerung bieten sich – neben einem Wasser-Cent – eine Anpassung der Abwasserabgabe oder andere verbrauchsbezogene Abgaben (analog CO<sub>2</sub>-Steuer) an.  
*Jörg E. Drewe, Karl Auerswald, Markus Dieze, Annette Menzel, Stefan Paukert, Peter Rutschmann, Theodor Strobl, Silke Wieprecht.*

● Kontakt: [auerswald@tum.de](mailto:auerswald@tum.de)

**Bodenschutzrecht wirkungsvoller als gedacht**  
Häufig ist zu hören, das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) sei in erster Linie ein Altlastenrecht und ansonsten zahllos. In einem jetzt veröffentlichten Aufsatz wird diese in der Praxis verbreitete Bewertung eingehend in Frage gestellt. Der Autor sieht sowohl im BBodSchG als in anderen Gesetzen Möglichkeiten, besser an präventive Bodenschutz zu betreiben. Man dürfe vor Gefahrenabwehr nicht mit Vorsorge verwechseln. In der Vollzugspraxis wird der Umgang mit einem eingetretene Schaden allgemein Nachsorge genannt, während die Vermeidung von Schädigungen in Abgrenzung zur Nachsorge meist pauschal als Vorsorge bezeichnet wird. Rechtlich ist dies aber nicht zu verwechseln, von dem, was gemeinhin als Vorsorge bezeichnet wird, gehört juristisch zur Gefahrenabwehr. Der Begriff der Vorsorge im Bundes-Bodenschutzgesetz dient im Kern dazu, Summations- und Distanzschäden und Fälle unklarer naturwissenschaftlicher

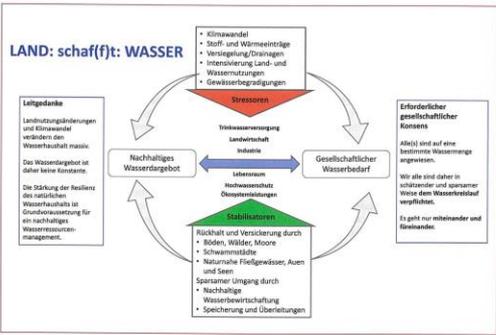


Abbildung 7  
Das Konzept LAND: schaff(f):t: WASSER für eine Befriedigung des gesellschaftlichen Wasserbedarfs durch nachhaltige Stärkung des Wasserangebots

Kausalität zu erfassen. Wenn es um hinreichend wahrscheinliche und damit klar erkennbare Schadensverläufe in einem zeitlich und örtlich begrenzten Rahmen geht, handelt es sich hingegen um Gefahrenabwehr. Dies gilt auch beim Schutz des Bodens vor schädlichen Veränderungen des Bodengefüges durch physikalische Einwirkungen. Schon die amtliche Begründung zum BBodSchG hebt klar hervor: „Das Gesetz schützt im Interesse der Allgemeinheit auch die Funktionen des Bodens im Naturhaushalt. Werden ökologische Bodenfunktionen beeinträchtigt, so ist dies grundsätzlich geeignet, eine Gefahr für die Allgemeinheit herbeizuführen.“ Es sei die Beeinträchtigung des kollektiven Rechtsgutes Boden, was im Gesetz mit der Gefahr für die Allgemeinheit gemeint ist, auch wenn diese keine Ausmaße erreiche, die als gewissermaßen „gemeingefährlich“ sind. Vielmehr liege die Schwelle in etwa in der Größenordnung, wie sie auch in der naturschutzrechtliche Eingriffsregelung eingehend in Frage gestellt. Der Autor sieht die befremdliche Folge, dass ausgerechnet in demjenigen Gesetz, das den Schutz des Bodens stärken sollte, das Schutzniveau niedriger als ansonsten wäre. Die Verhinderung eines absehbarer drohenden Schadens für den Boden ist (ebenso wie dessen Beseitigung) im rechtlichen Sinne Gefahrenabwehr und keine bloße Vorsorge.

Dies bedeutet, dass die Bodenschutzrechtliche z. B. präventiv nach § 4 Abs. 1 BBodSchG fordern darf, dass technische oder organisatorische Vorkehrungen gegen eine Bodenverdichtung getroffen werden (z. B. Baustraßen, ggf. auch eine bodenkundliche Baubegleitung). Soweit anderes Fachrecht prioritär gilt, wie häu-

fig Baurechtsrecht, sind auf Grundlage der dortigen Generalklauseln Maßnahmen zur Abwehr von Bodengefahren durchzusetzen. In dem Aufsatz werden Missverständnisse aufgelöst, die zum BBodSchG entstanden sind, und gezeigt, dass die Möglichkeiten zur Gefahrenabwehr im bodenschutzrechtlichen Sinne wesentlich weiter reichen, als dies bisher in der Praxis gerade auch von Bodenschützer\*innen häufig angenommen wird.  
*Ricarda Miller, BVB-Vorsitzende RG-Süd*

Der Aufsatz von Jörg Martin „Vorsorgender Bodenschutz? Gefahrenabwehr! Das Bodenschutzrecht reicht weiter als oftmals gedacht“ ist in Heft 12/2021, S. 677-682, der Zeitschrift für Umweltrecht (ZUR) erschienen.

**Britte Bodenzustandsberhebung Wald hat begonnen**  
Am 18. März 2022 ist mit einem Spatenstich in Grawwald in Berlin die Bodenzustandsberhebung Wald (BZE III) durch den Bundesminister für Ernährung und Landwirtschaft, Cem Özdemir, gestartet worden. Die Bodenzustandsberhebung ist ein Gemeinschaftsprojekt von Bund und Ländern. Sie ermöglicht bundesweite und wissenschaftsbasierte Aussagen über den Zustand und Veränderungen der Waldböden. Die BZE III ist ein zentraler Baustein des föderalen Umweltmonitorings in Deutschland. Auf einem 8 x 8 km Raster werden innerhalb der nächsten 2 Jahre an ca. 2.000 Stichprobenpunkte boden- und vegetationskundliche Daten erhoben. Neben dem Bodenzustand werden durch die BZE III auch Vegetation, Baumbestand und Ernährungszustand der



<https://www.wasser.tum.de/wasser/wasserversorgung-in-bayern/>

# Wasserstrategie



# Maßnahmen im Wald



# Maßnahmen des Wasserrückhalts im Wald



Anpassung des Wegebaus  
mit z.B. Rinnen und Mulden



Ausrichten von Totholz



„Reisigmatten“ aus  
Kronenmaterial

## Maßnahmen

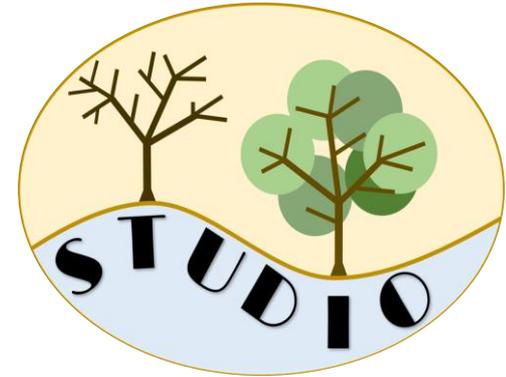
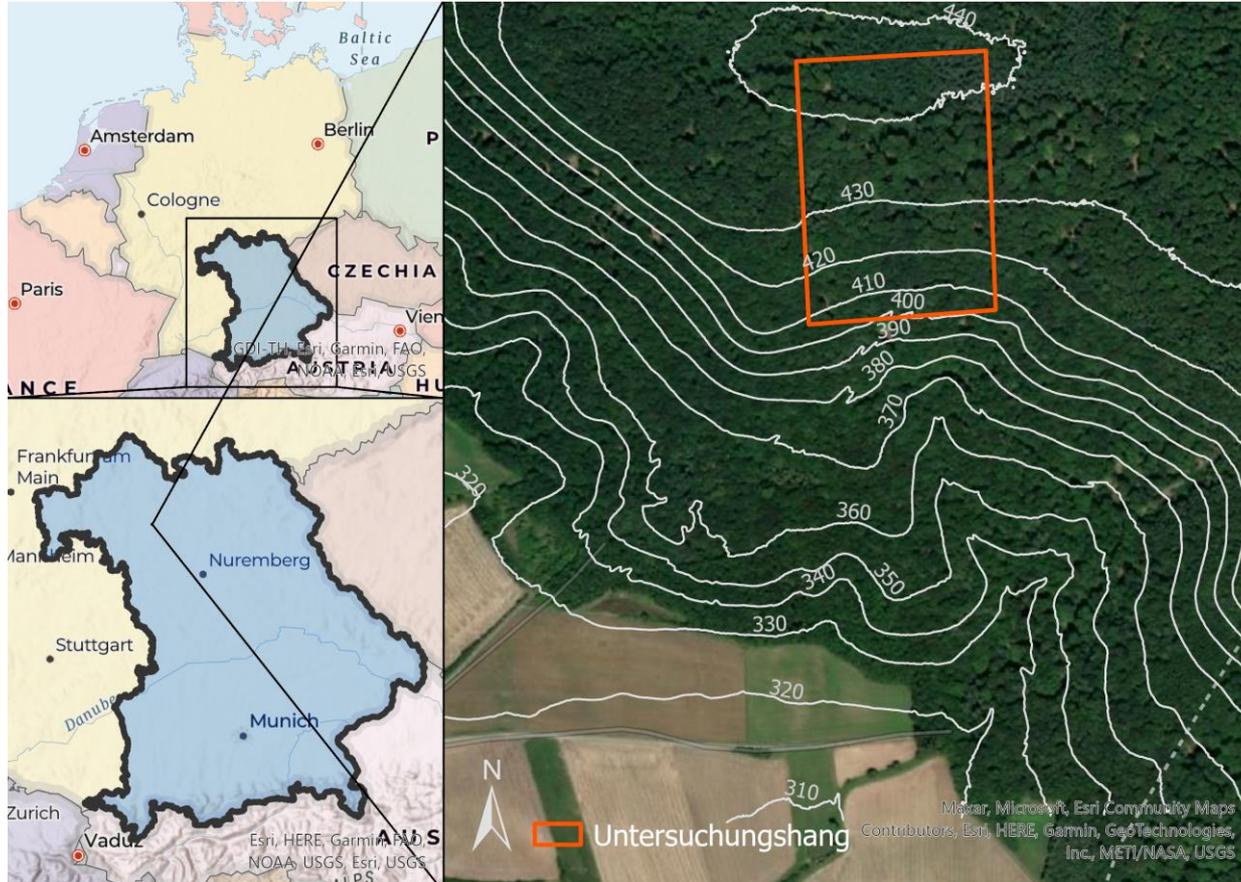


Aufstau von Rückegassen



Kleine Rückhaltebecken

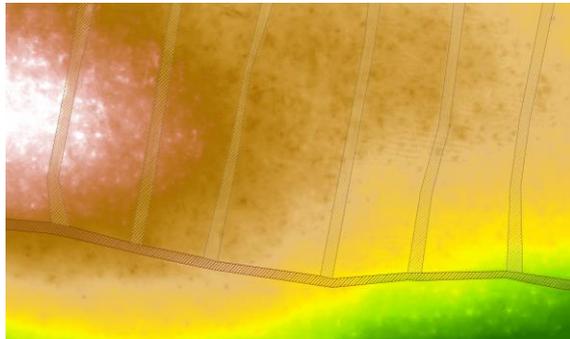
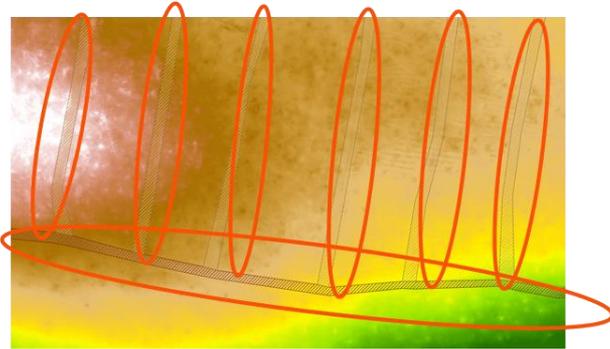
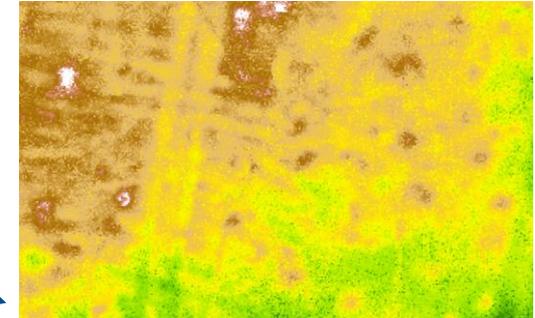
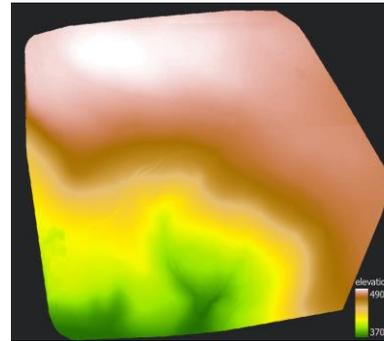
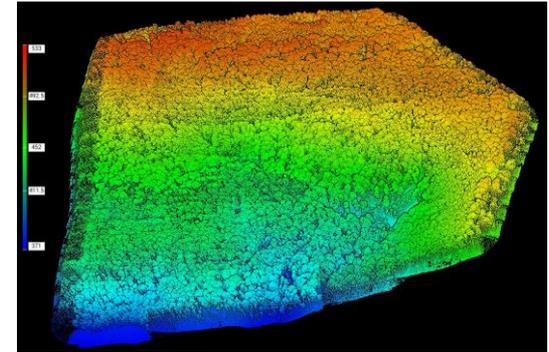
# Projekt STUDIO



**STeigerwald-  
Untersuchungsgebiet:**  
Vorhersage- und  
Managementsystem  
zur Bewältigung von  
**Dürreperi**oden in  
Unterfranken

# LiDAR Vermessung

- » Ca. 200 Punkte pro m<sup>2</sup>
- » Bodenpunkte klassifiziert
- » Auf 10 cm Raster projiziert



Projekt STUDIO:

<https://www.cee.ed.tum.de/hydrologie/forschung/laufende-projekte/studio/>

## Zwischenfazit I:

- Rückhalt im Wald: Nutzung der Kleinstrukturen (Rückegassen, Totholz)
- Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit erhöht die Infiltration (Bodenauflage)
- Modellierung von Szenarien notwendig



## Maßnahmen in der Landwirtschaft

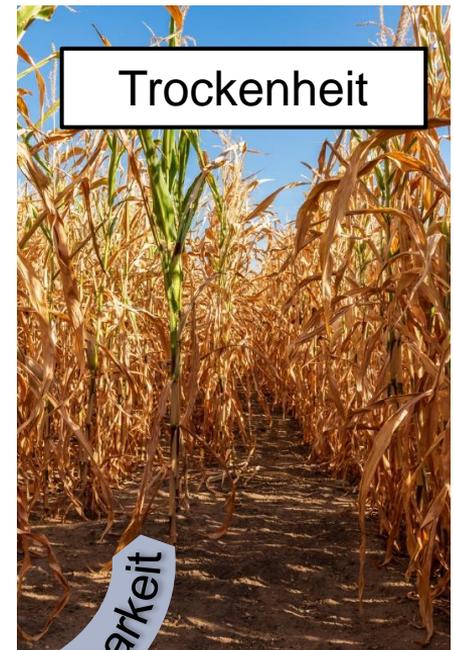
Starkregen



Klimawandel



Trockenheit



Infiltration

Wasseraufnahmefähigkeit  
Wasserspeicherfähigkeit

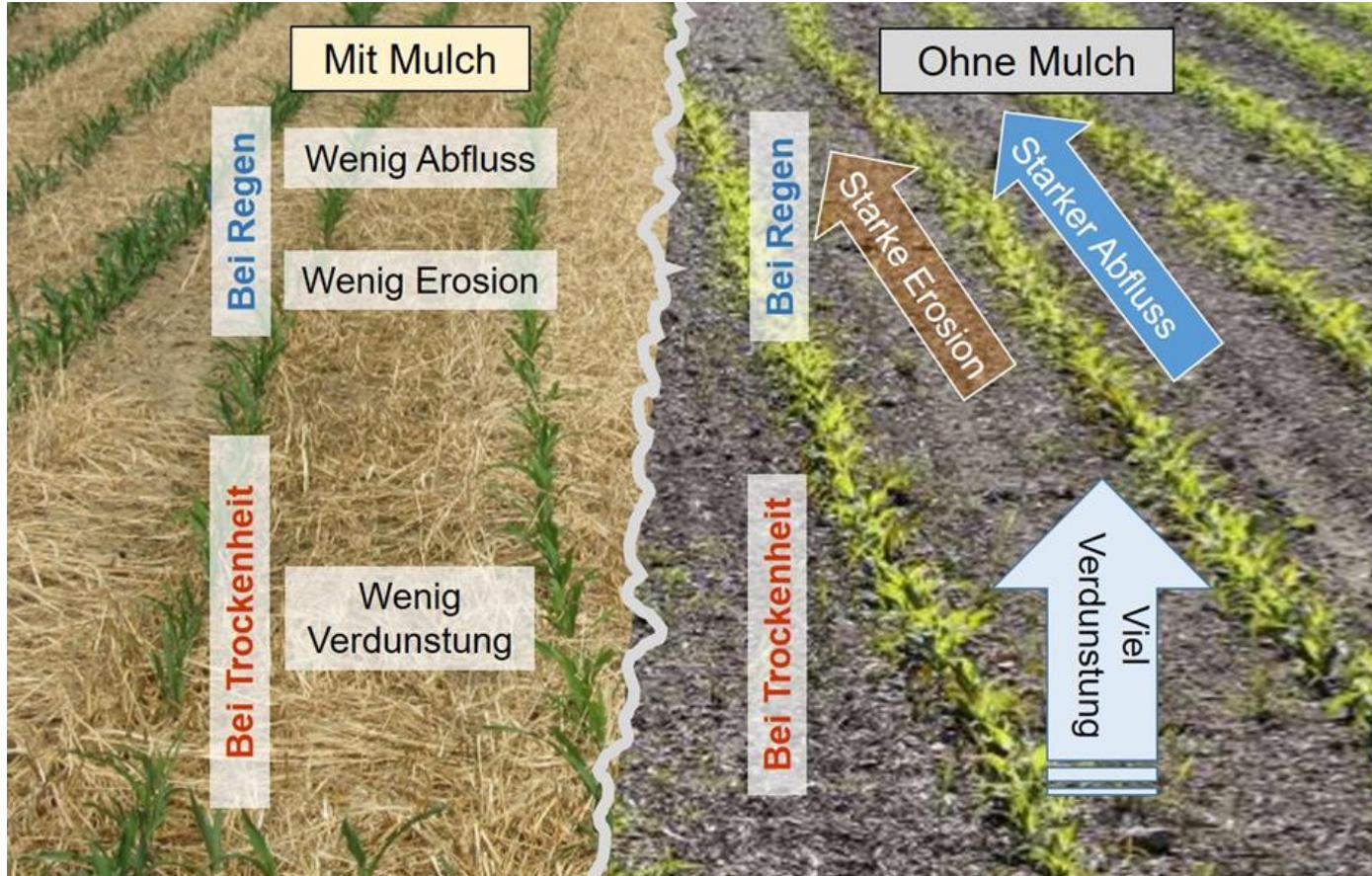


Verfügbarkeit

Boden

Durchwurzelbarkeit  
Verdunstungsschutz

Grundwasserneubildung





Vortrag von Frau Susanne Abel

Greifswald Moor Centrum

36. DNT, Modul 2, Forum V, Hannover

## Moor-Wiedervernässung

- Liefert wichtige Ökosystemdienstleistungen
  - THG-Emissionsreduktion (+ kleine C-Senke bei neuer Torfbildung)
  - Nährstoff-Rückhalt
  - Lokale Kühlungseffekte
  - Retentionsräume für Hochwasser / Starkregen
  - Wasserspeicher (Grundwasservorrat)

# ProNaHo

Prozessbasierte Modellierung Natürlicher  
sowie Dezentraler  
Hochwasserrückhaltemaßnahmen zur  
Analyse der ereignis- und  
gebietsabhängigen Wirksamkeit

## Landnutzungs- und Bewirtschaftungsmaßnahmen



finanziert von:

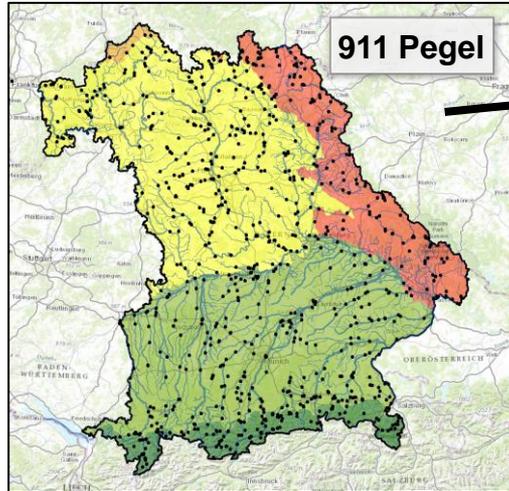


Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt und Verbraucherschutz



# 1) Gebietswahl

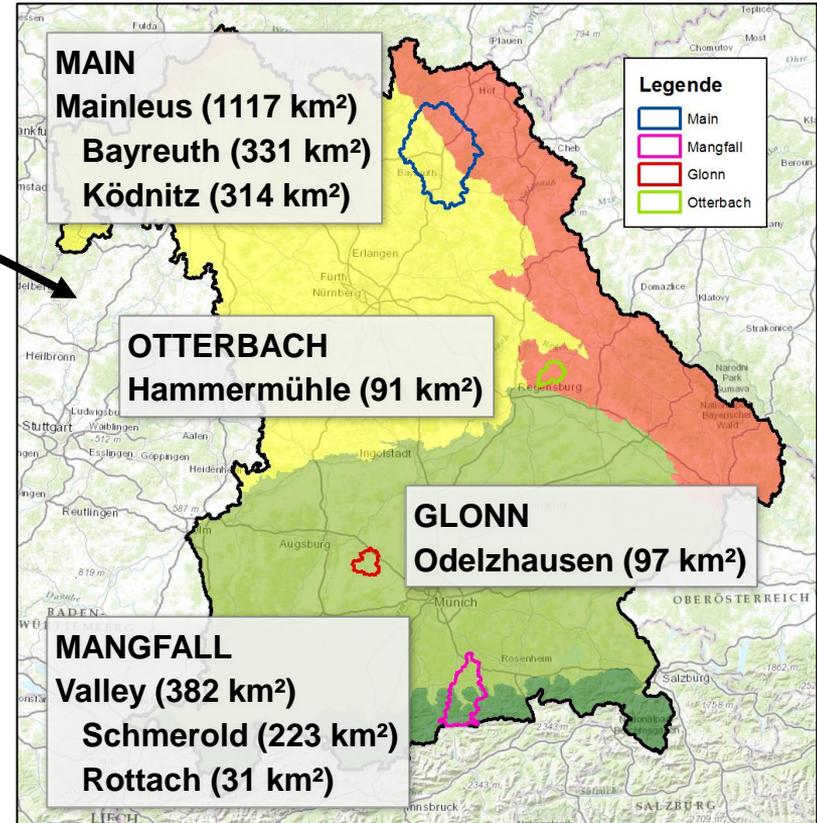
## Vorgehen und Ergebnis



### Ziel:

4 Einzugsgebiete (+ 4 TG)

- 1 x ~ 1000 km<sup>2</sup>
- 1 x ~ 150-550 km<sup>2</sup>
- 2 x ~ 100 km<sup>2</sup>



## Szenarienübersicht

	Extensivierung	Konserv. Bewirtschaft.	Direktsaatverfahren	Aufforstung	Waldumbau	Entsiegelung
<i>Umfang</i>	30 % der Ackerfläche			10 % der EZG-Fläche	100 % der Waldfläche	10 % der Siedlungsflächen
<i>Selektion</i>	Großer Oberflächenabflussanteil			Waldrand + geringer Wert	-	zufällig



# Methodik

## Szenarienübersicht und Umsetzung

Grünland			Acker			Wald		
15 cm	Ld1	h4	20 cm	Ld2	h3	5 cm	Ld1	h5
15 cm	Ld2	h3	10 cm	Ld4	h3	25 cm	Ld2	h3
	Ld3	h2		Ld3	h1		Ld3	h2
	Ld4	h1		Ld4	h1		Ld4	h1

		Extensivierung	Konserv. Bewirtschaft.	Direktsaatverfahren	Aufforstung	Waldumbau	Entsiegelung
Umfang		30 % der Ackerfläche			10 % der EZG-Fläche	100 % der Waldfläche	10 % der Siedlungsflächen
Selektion		Großer Oberflächenabflussanteil			Waldrand + geringer Wert	-	zufällig
Bodentabelle	Makroporen		X	X			
	Dichte		X	X			
	Org. Anteil		X	X			
	ksat		X	X			
Landnutzungstabelle						X	
Grids	Landnutzung	X			X		X
	Boden	X	X	X	X		X

## Scheitel- und Volumenänderung

Extensivierung →

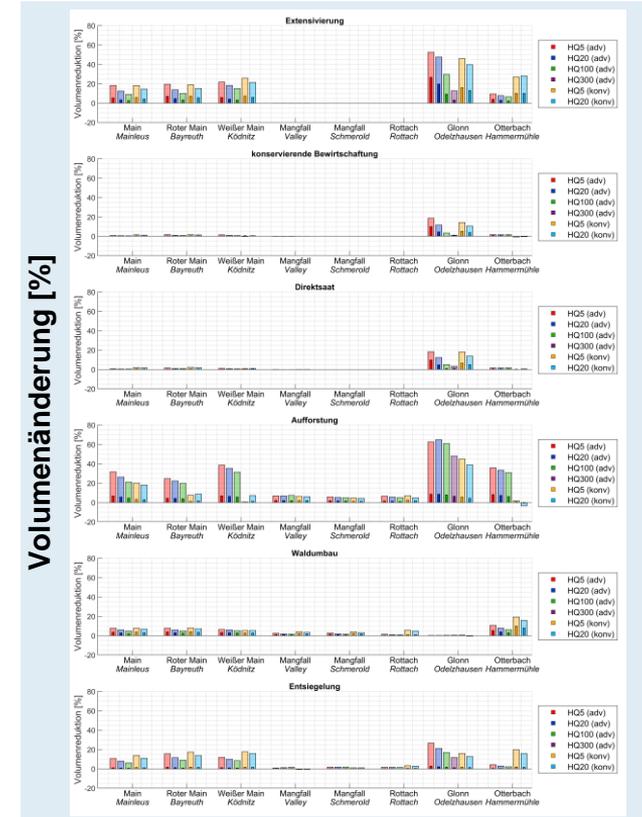
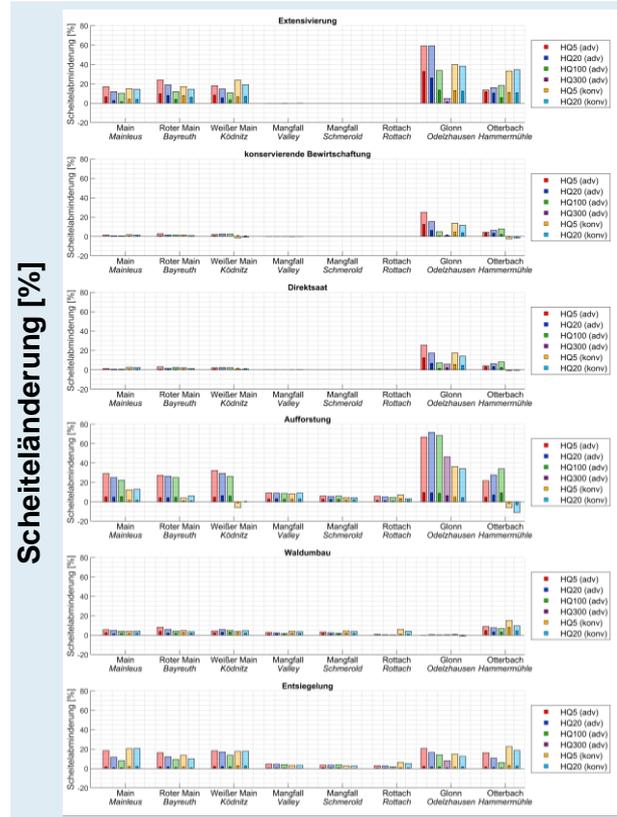
Kons. Bewirtschaftung →

Direktsaat →

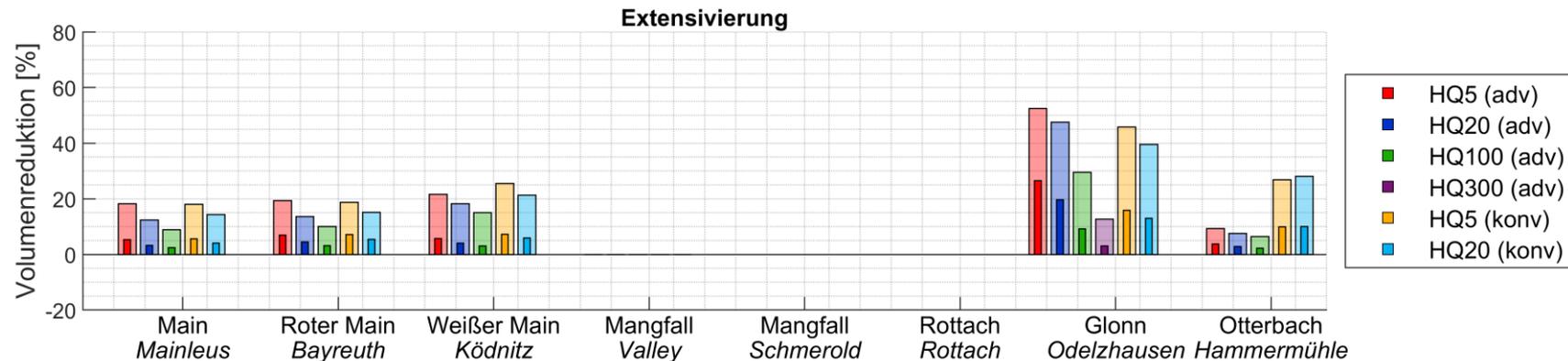
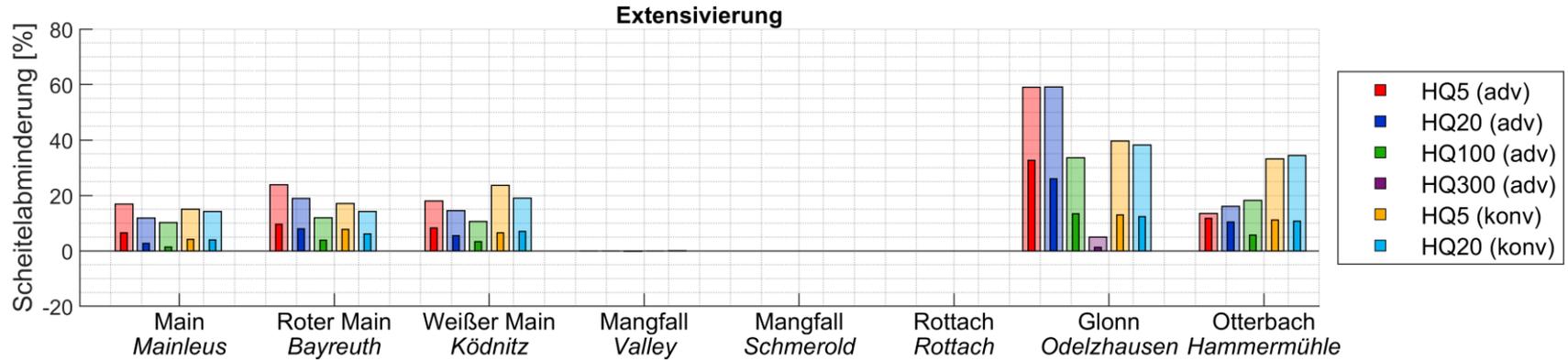
Aufforstung →

Ökol. Waldumbau →

Entsiegelung →



## Scheitel- und Volumenänderung: Extensivierung



- Bodenbedeckung!
- Wirksamste Maßnahmen (pot. real. Umfang): Extensivierung, Aufforstung
- Wirksamste Maßnahmen (pro % EZG): Entsiegelung, Extensivierung, Aufforstung
- bei advektiven Ereignissen tendenziell wirksamer
- Große Unterschiede zwischen den Gebieten
- Scheitelabminderung bedeutet auch Volumenabminderung → Dürrevorsorge

**Dissertation Michael Neumayer:**

**Gebietsübergreifende Retentionspotenzialanalyse einer naturnahen Gewässer-  
und Auengestaltung als Beitrag zum dezentralen Hochwasserrückhalt**

**[https://mediatum.ub.tum.de/603831?show\\_id=1611208](https://mediatum.ub.tum.de/603831?show_id=1611208)**

**Gewässerrenaturierung**

# Hintergrund

*In Deutschland weisen weniger als 10 %  
der Flussauen eine natürliche Ausprägung  
auf*

*(1. Auenzustandsbericht, 2009)*

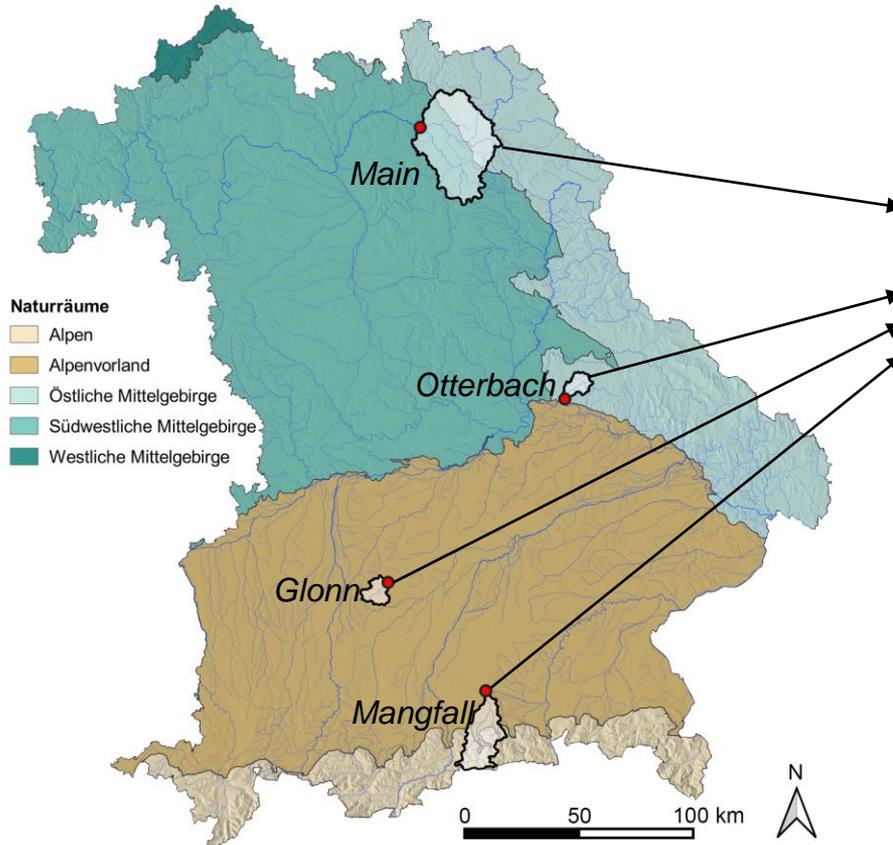
*Zwei Drittel der Auen sind durch eine stark veränderte  
Nutzung gekennzeichnet und stehen nicht mehr als  
Retentionsraum zur Verfügung*

*(2. Auenzustandsbericht, 2021)*



WWA Rosenheim

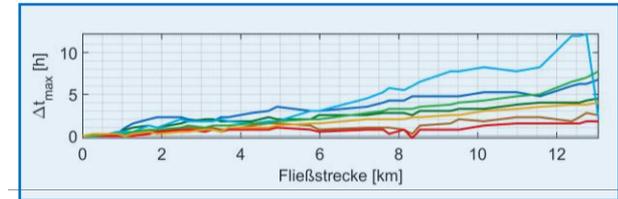
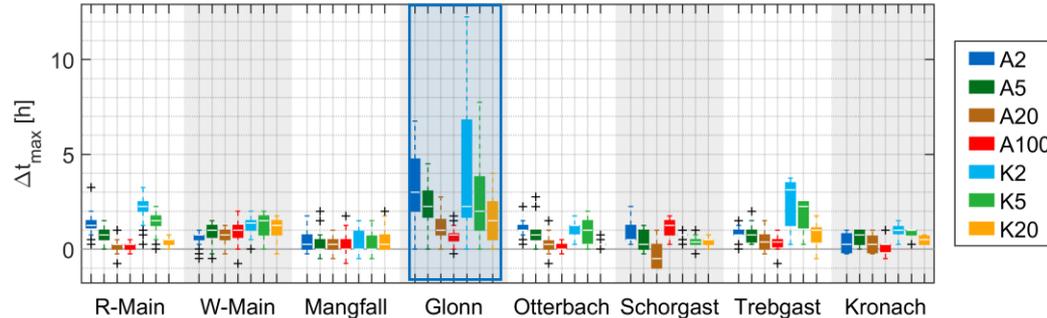
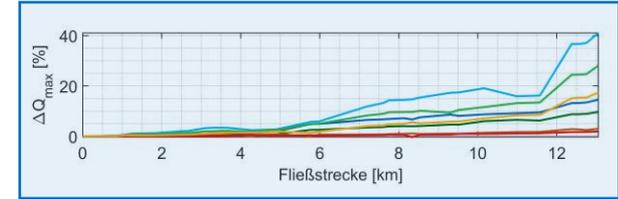
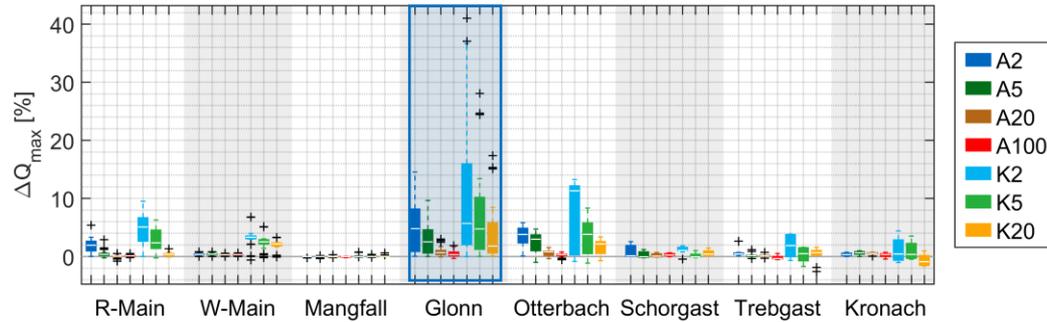




	Einzugs- gebietsgröße [km <sup>2</sup> ]	modellierter Talabschnitt [km]	Talliniengefälle [‰]	Windungsgrad [-]
R-Main	335	21.4	3.5	1.22
W-Main	570	17.6	4.1	1.37
Schorgast	249	7.2	4.8	1.32
Trebgest	64	8.0	2.0	1.14
Kronach	41	6.1	10.2	1.19
Otterbach	91	13.7	10.1	1.14
Glonn	104	13.1	1.6	1.04
Mangfall	343	11.2	8.2	1.07



# Retentionspotenzial



## Ergebnisse:

- Höhere Scheitelabminderung & -verzögerung im Falle konvektiver Ereignisse
- Größere Retentionswirkung für kleinere Jährlichkeiten
- Maßgeblicher Einfluss von veränderten Wellenüberlagerungseffekten

- Renaturierungsmaßnahmen beeinflussen insbesondere konvektive Ereignisse mit geringen Jährlichkeiten:  
*bis zu 41,1 % Abminderung und 12,25 h Verzögerung (HQ<sub>2</sub>, Glonn)*
- Geringe bis nicht vorhandene Retentionswirkung bei großen Hochwasserereignissen:  
*max. 1,9 % Abminderung bei HQ<sub>100</sub>*
- Begünstigende Faktoren:  
*weite Vorländer, flaches Talliniengefälle, hohe Rauheitszunahme, großer Retentionsraumgewinn*
- Deutliche Überprägung durch Wellenüberlagerungseffekte möglich:  
*positiv und negativ*

**Renaturierungsszenarien → Grundwasseranreicherung**



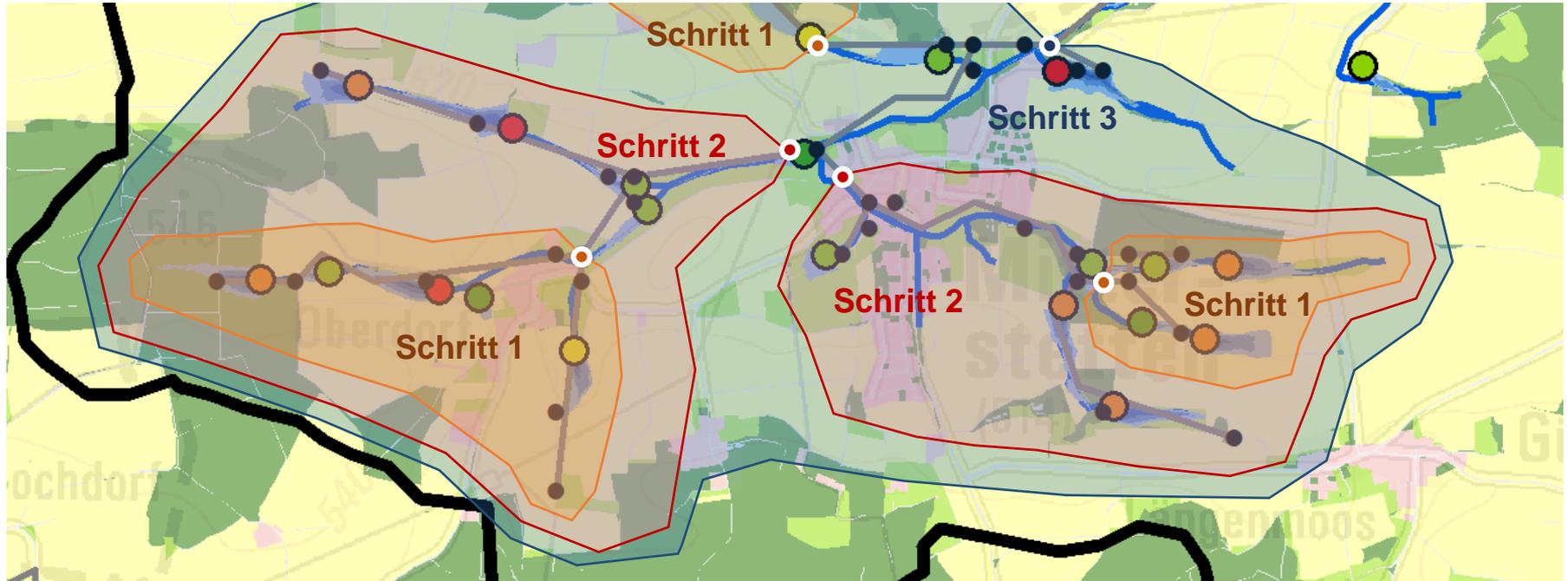
## Dezentrale Rückhaltebecken

**Dissertation Sonja Teschemacher:**

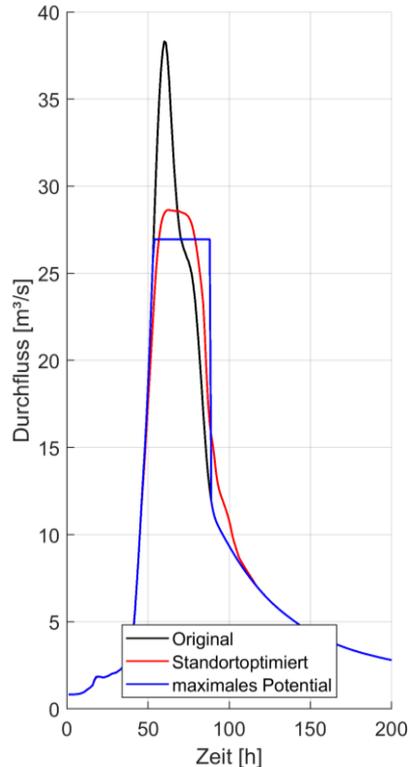
**Gebietsübergreifende Retentionspotenzialanalyse agrarwirtschaftlicher und konstruktiver Maßnahmen des dezentralen Hochwasserrückhalts**

<https://mediatum.ub.tum.de/?id=1586359>

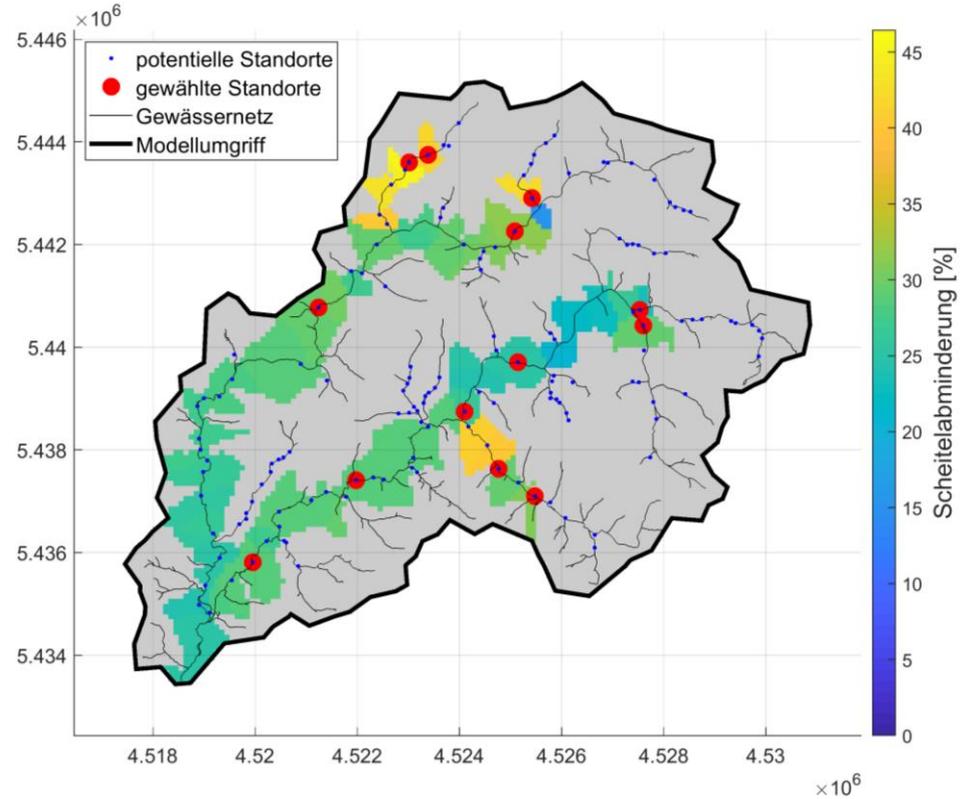
## Standortoptimierung



## Bewertung der Standortoptimierung



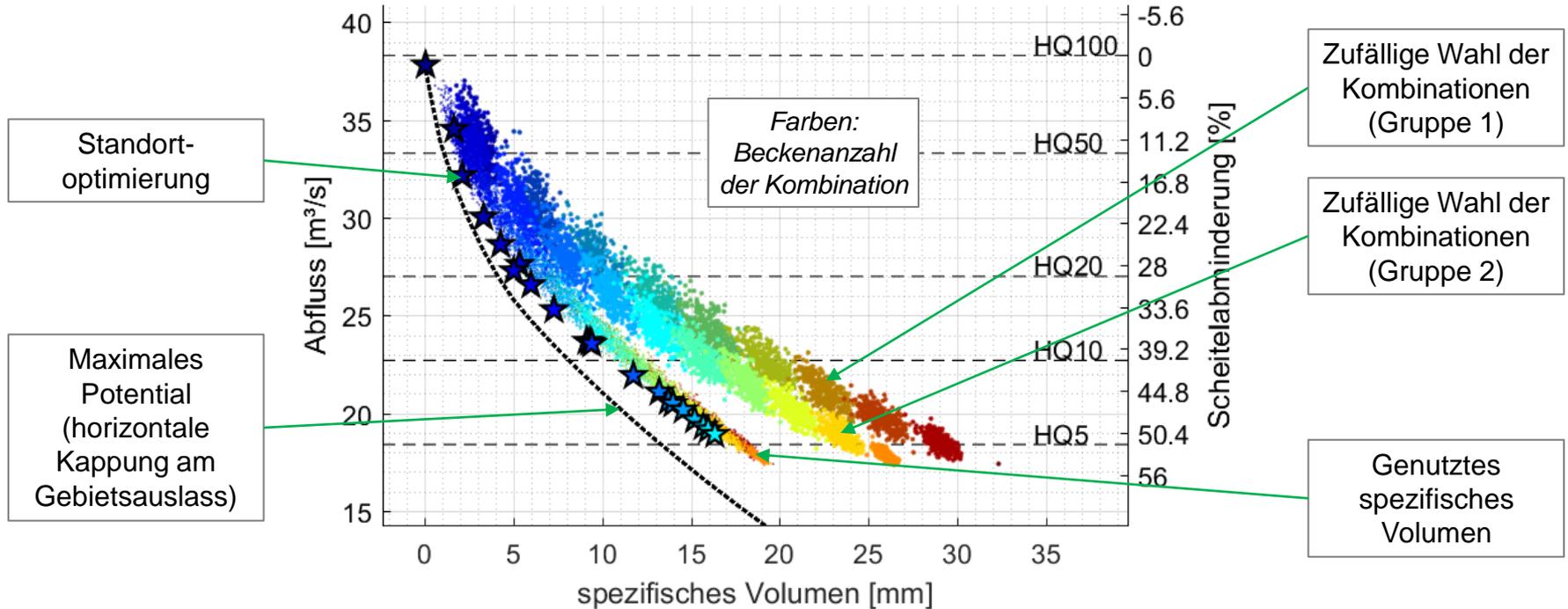
Bsp: Otterbach, HQ100 (adv), sV = 4,3 mm



# Ergebnisse

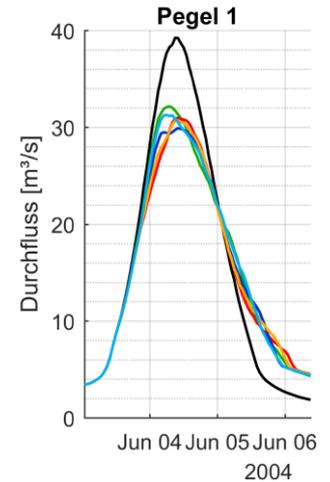
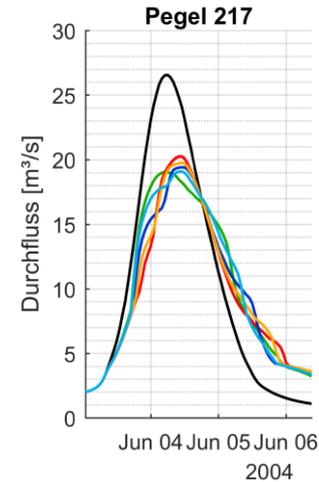
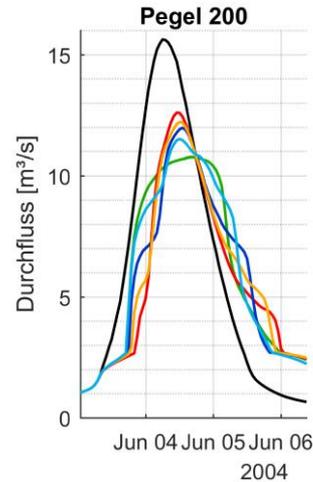
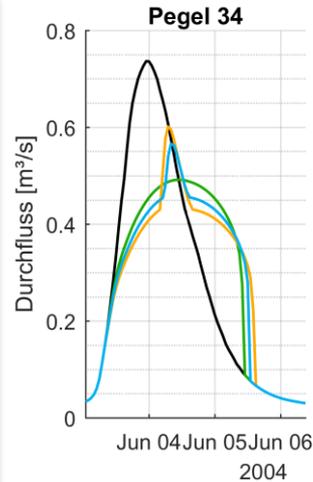
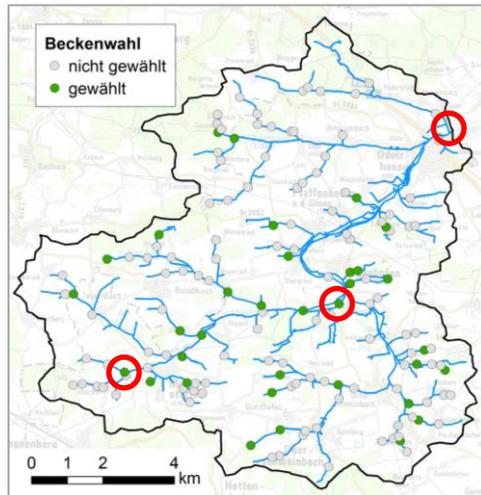
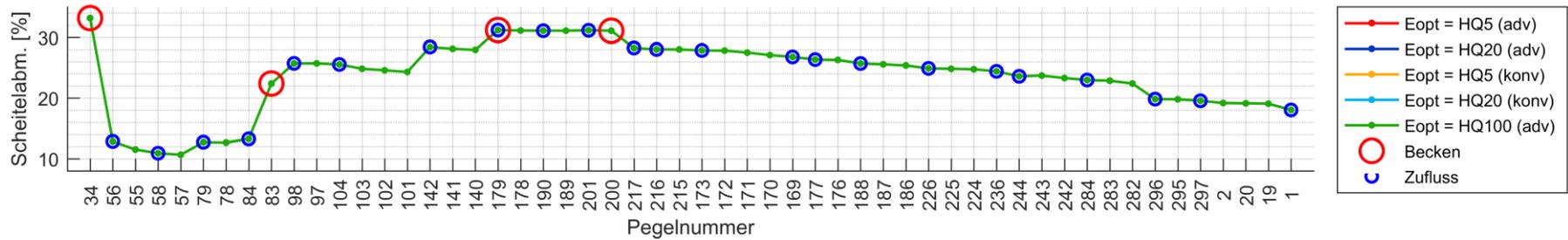
## Wirksamkeit in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren

Gruppierung		Berücksichtigte Kriterien
<b>Gruppe 1</b>	Alle potentiell möglichen Standorte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sinnvolle Zuordnung im hydrologischen Modell möglich</li> <li><math>V_{Damm}</math>: 0 bis 4 m</li> <li><math>V_{HWE}</math>: 5 000 bis 50 000 m<sup>3</sup></li> </ul>
<b>Gruppe 2</b>	Hydrologisch wirksame Standorte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beckenfüllung bei seltenem Ereignis größer 40 %</li> <li>Ausschluss wenn <math>\Delta HQ &lt; 0,05 \text{ m}^3/\text{s}</math> und Kriterium 2 <math>&gt; 0,5</math></li> <li>Ausschluss wenn <math>BHQ &gt; 80 \text{ m}^3/\text{s}</math></li> </ul>



Bsp: Otterbach, HQ100 (adv)

## Einfluss von Überlagerungseffekten (Beispiel Glonn, HQ100)



- Lokales, ideal gesteuertes Becken ist immer wirksamer als dezentrale Anordnung
- Schutz in der Fläche möglich
- Auch bei größeren Ereignissen maßgeblicher scheidelreduzierender Effekt erreichbar
- Mittleres Beckenvolumen: ca. 10'000 m<sup>3</sup> (Mangfall) – 20'000 m<sup>3</sup> (Glonn)
- Überlagerungseffekte wichtiger als Beckenzahl
- Nutzung des rückgehaltenen Wassers für Dürreperioden möglich

# Zusammenfassung

# Maßnahmen für einen (klima-) resilienten Landschaftswasserhaushalt



Mischwälder,  
Verringerung der  
Schlaggröße

Renaturierung mit Auenanbindung

Wiedervernässung von Mooren

Bodenbedeckung

dezentrale  
(technische)  
Speicher

**Aufklärung  
Finanzierung  
Monitoring  
Hochwasser und Dürre  
zusammen denken!**

Hecken, Agroforstsysteme oder  
vertikale Agrophotovoltaikanlagen

Humusaufbau

Minderung von Verdichtung

**Danke fürs  
Zuhören!**