



Einfluss natürlicher Wasserrückhaltemaßnahmen auf die Hydrologie eines Teil- Einzugsgebietes des Marchflusses

**B. Mehdi-Schulz, V. Arnold, M.
Tschikof, M. Stelzhammer & J.
Westerhof**

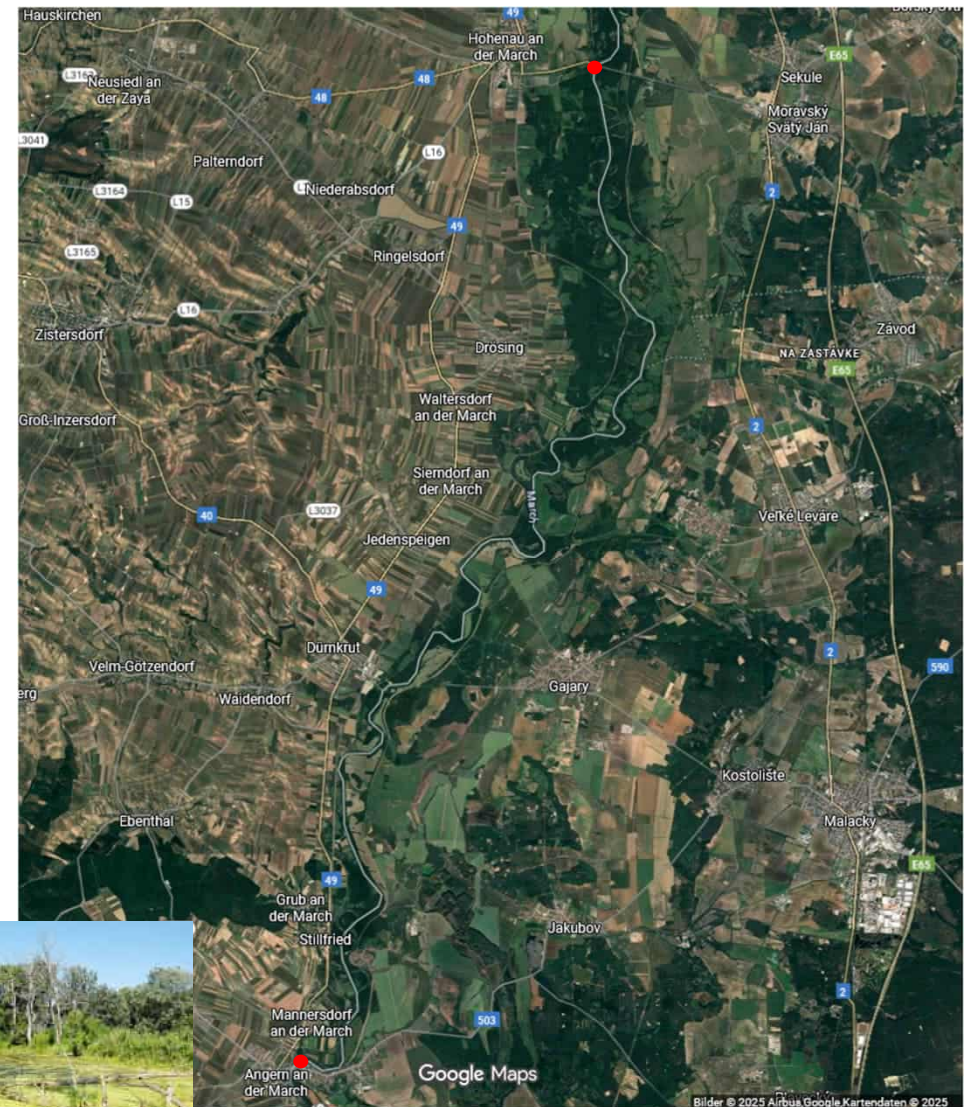


18. November 2025 in Tulln

Science for [action]

Einleitung

- Marchfluss fließt durch die wärmste & trockenste Region in Österreich → $N = 553 \text{ mm/J}$ und $T = 9.6^\circ\text{C}$
 - Seit 1980 im March-EZG: Trend zu höheren Lufttemperaturen, um ca. $+1,9^\circ\text{C}$ (AFRY, 2022)
 - Zwischen den Zeiträumen 1961-1990 und 1991-2020: zeitliche Verschiebung der Niederwasserereignisse von Herbst/Winter zu früh Sommer/Sommer (AFRY, 2022)
- Landschaft ist stark landwirtschaftlich geprägt
 - Niederösterreich weist mit etwa 77.628 ha den höchsten Anteil bewässerter Flächen in Österreich auf
- Das WWF-Auenreservat Marchegg
 - Naturschutzgebiet an der March
 - Liegt im Überschwemmungsgebiet der March

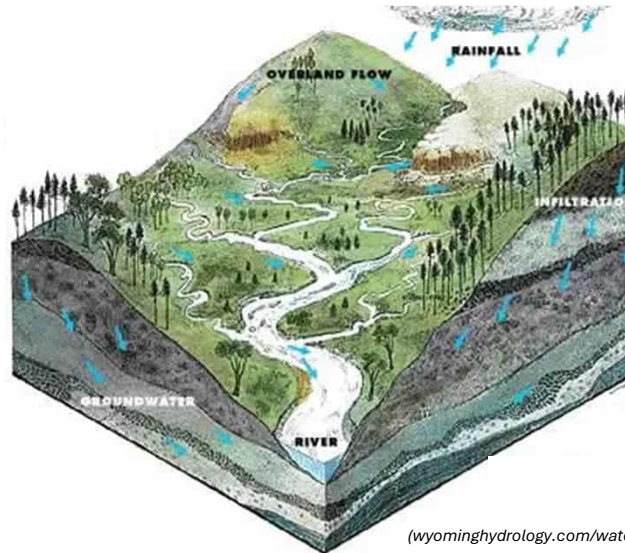


Ziele der Studie

die Wirksamkeit natürlicher Wasserrückhaltemaßnahmen auf unterschiedlichen räumlichen Skalen zu bewerten.

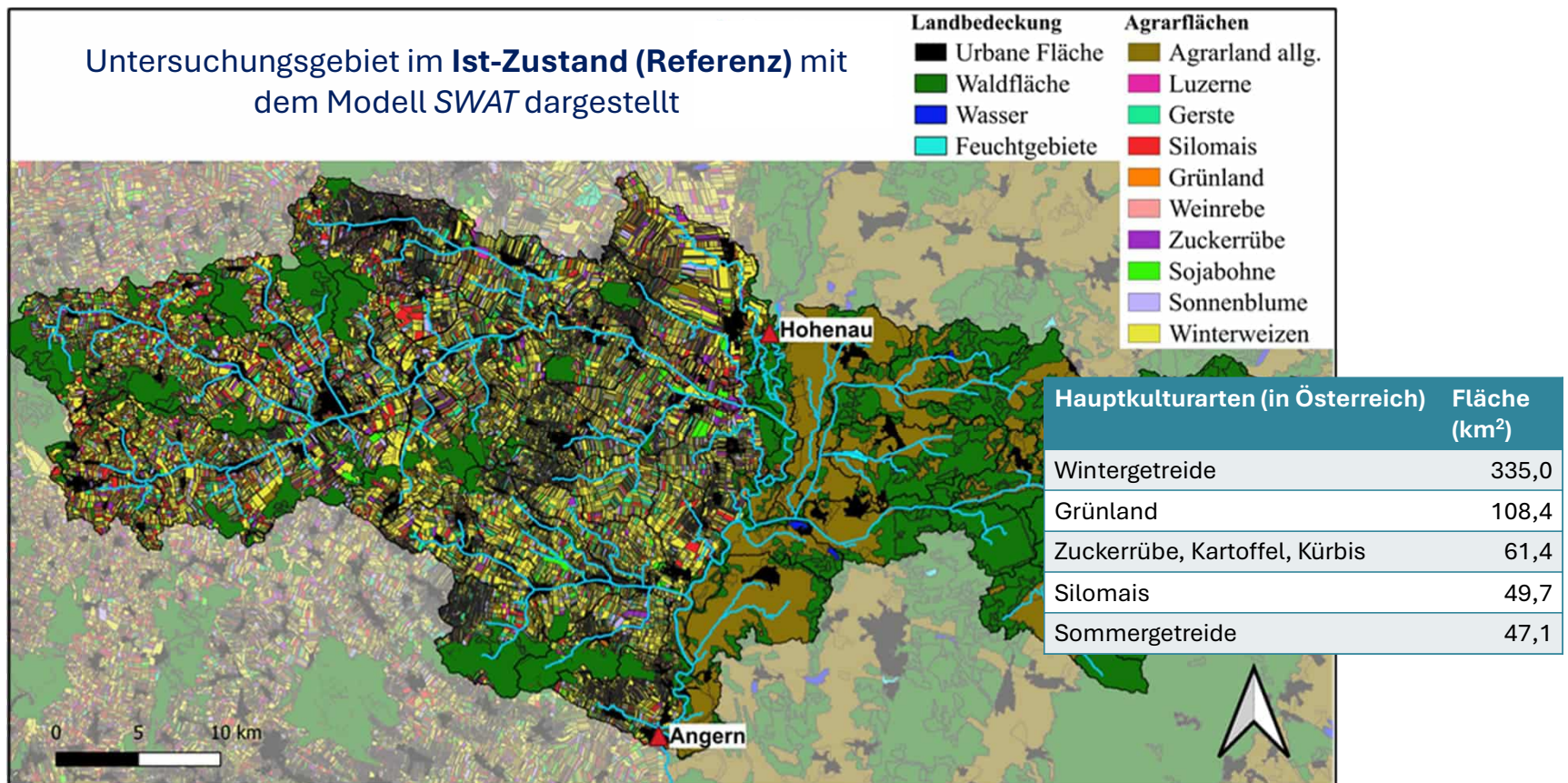
Im Mittelpunkt stehen dabei zwei zentrale Fragestellungen:

1. Bestimmung der Auswirkungen ausgewählter natürlicher Wasserrückhaltemaßnahmen auf den Bodenwassergehalt (*einschließlich der Auswirkung auf Feldfruchterträgen*).
2. Quantifizierung des Einflusses natürlicher Wasserrückhaltemaßnahmen auf Niedrigwasser- und Spitzenabflüsse der March-Zubringer.



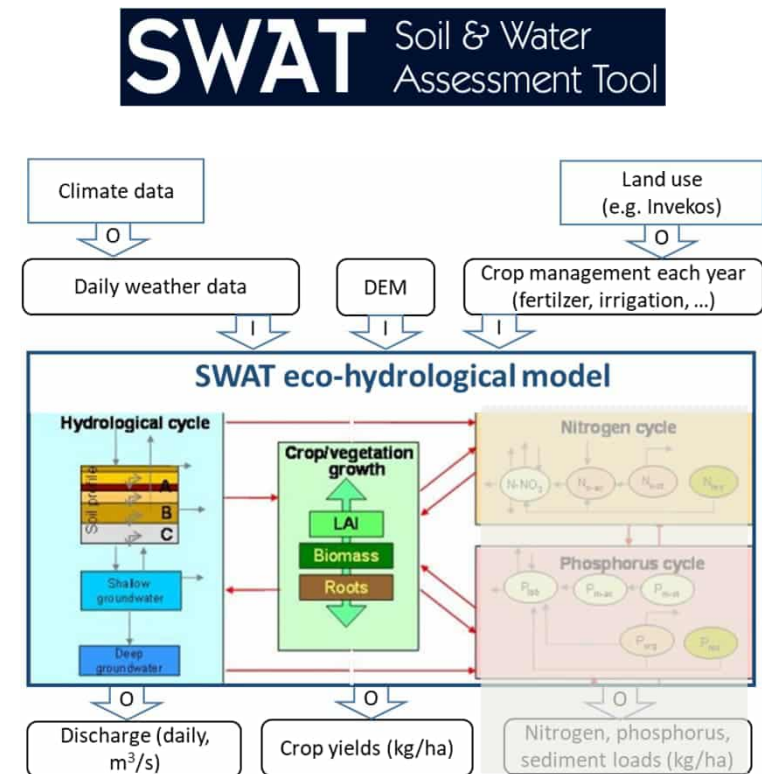
Methodik: Untersuchungsgebiet

- March Teil-Einzugsgebiet von Pegel *Hohenau* bis Pegel *Angern a.d. March*.
- Flusskilometer 67 bis 30, und beträgt eine Fläche von 1.485 km²



Methodik: hydrologisches Modell SWAT+

- SWAT+ ist ein prozessbasiertes, räumlich explizites hydrologisches Modell.
- Hat einen täglichen Zeitschritt und simuliert kontinuierlich über einen bestimmten Zeitraum (1991-2021).
- Die folgenden Wasserrückhaltemaßnahmen wurden im SWAT-Modell umgesetzt:
 - Implementierung von Wald-Gewässerrandstreifen
 - Umwandlung ackerbaulich genutzter, ehemaliger Feuchtgebiete und HQ300-Überschwemmungsgebiete in Dauergrünland
 - Einführung der Direktsaat auf landwirtschaftlichen Flächen
 - Umwandlung von Nadelwaldflächen in Laubwaldflächen
 - Implementierung von Biberdämmen
 - Remäandrierung der March und Wiederherstellung der Überschwemmungsgebiete



Methodik: Maßnahmenkatalog

- Anhand von einer Literaturrecherche wurden natürliche Wasserrückhaltemaßnahmen identifiziert, die einen positiven Einfluss auf die Wasserspeicherfähigkeit der Landschaft haben.
- Alle identifizierten Maßnahmen wurden anhand von mehreren Kriterien beurteilt.

Maßnahmen	Modellier- bar	Rele- vant	Erhöht gesp. Oberflächen- abfluss	Verlangs. den Oberflächen- abfluss	Erhöht Evapo.	Erhöht Infiltration	Erhöht Boden- wasserrückhalt	Erhöht Wasser- speicherung	Erhöht Wasserdargebot in Trockenzeiten	Erhöht Hochwasser- schutz
Zwischenfruchtanbau	Ja	Ja	++	+++		+++	+	+		
Bodenbedeckung (Begrünung)	Ja	Ja		+++	++	++	++			
Direktsaat (Keine Bodenbearbeitung)	Ja	Ja	+++			+++	++			
Frühe Aussaat	Ja	tlw.		+++	++	+	+++			
Untersaat	Ja		++							
Engsaat	Ja		++							
Mulchen	Ja		++	+++		+	++			
Permakultur	Ja					++			++	++

Methodik: ausgewählte Maßnahmen

1. Maßnahmen in der Landschaft – Unterteilung in 3 aufeinander aufbauende Schritte:

+ Szenario 1.1 Änderung der **Landbedeckung**

- Implementierung von Wald-Gewässerrandstreifen
- Umwandlung ackerbaulich genutzter, ehemaliger Feuchtgebiete und HQ300-Überschwemmungsgebiete in Dauergrünland

+ Szenario 1.2 Änderung der **Landbewirtschaftung**

- Einführung der Direktsaat auf landwirtschaftlichen Flächen
- Umwandlung von Nadelwaldflächen in Laubwaldflächen

+ Szenario 1.3 Implementierung von **Biberdämmen**

2. Maßnahmen innerhalb der Marchfluss

- Re-Mäandrierung
- HQ300 Überflutungsflächen zu Dauergrünland



Methodik: 1.1 Änderung der Landbedeckung

■ Implementierung von Gewässerrandstreifen

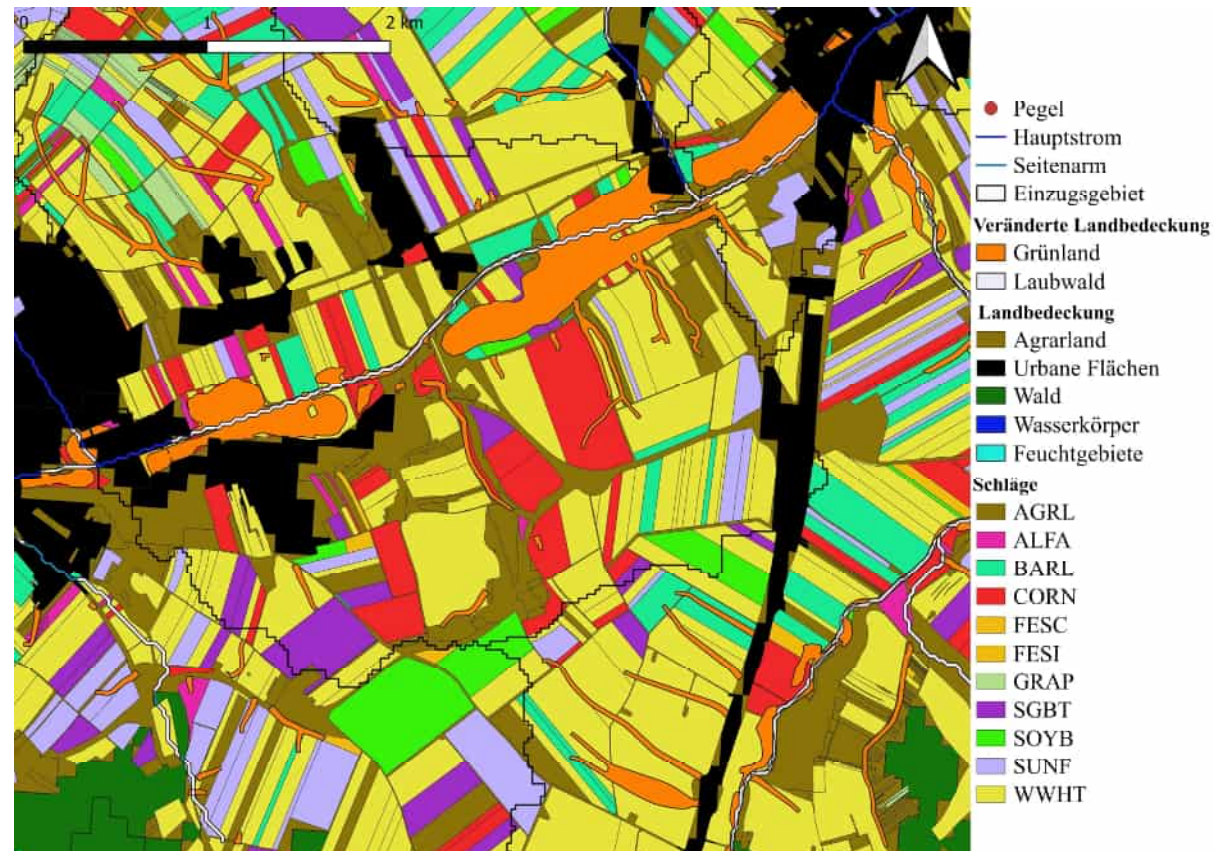
- entlang den Bächen
- 10 m breit auf beiden Uferseiten
→ **Umwandlung zu Laubwald (5,8 km²)**

■ Änderung zu Dauergrünland

- begrünte Abflusswege
- ehemalige Feuchtgebiete
- HQ300-Flächen
→ **Umwandlung zu Grünland (44 km²)**

➤ Diese Maßnahmen wurden im Modell nur in den österreichischen Teil umgesetzt

Beispiel von der Zaya, wie im Modell SWAT dargestellt



Methodik: 1.2 Änderung der Landbewirtschaftung

■ Änderung der Bewirtschaftungsmaßnahmen auf Ackerflächen

- Auf allen landwirtschaftlichen Flächen wurde Folgendes implementiert:

- **Direktsaat mit Ernterückstände** (638 km²)
- **Winterbegrünung bei Sommerkulturen**

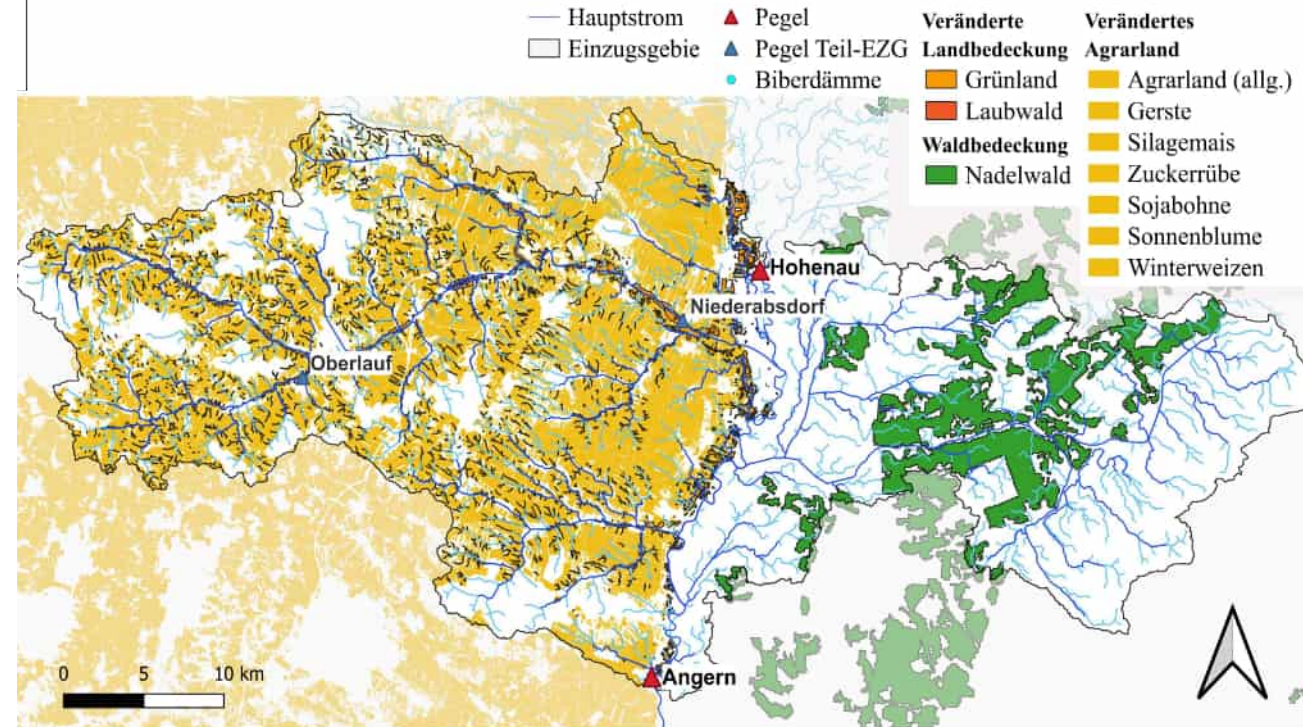
- Diese Maßnahme wurde im Modell nur in den österreichischen Teil umgesetzt

■ Änderung der Wälder

- **Nadelwälder zu Laubwald** (103 km²)

- Diese Maßnahme wurde im Modell in den österreichischen und slowakischen Teilen umgesetzt

Untersuchungsgebiet mit dem Modell SWAT dargestellt



Methodik: 1.3 Implementierung von Biberdämmen

■ Aufstauung durch Biberdämme

- Alle Flüsse der Flussordnung 1, und mit Waldflächen in der Nähe
- Alle 900 m wurde ein Biberdamm platziert

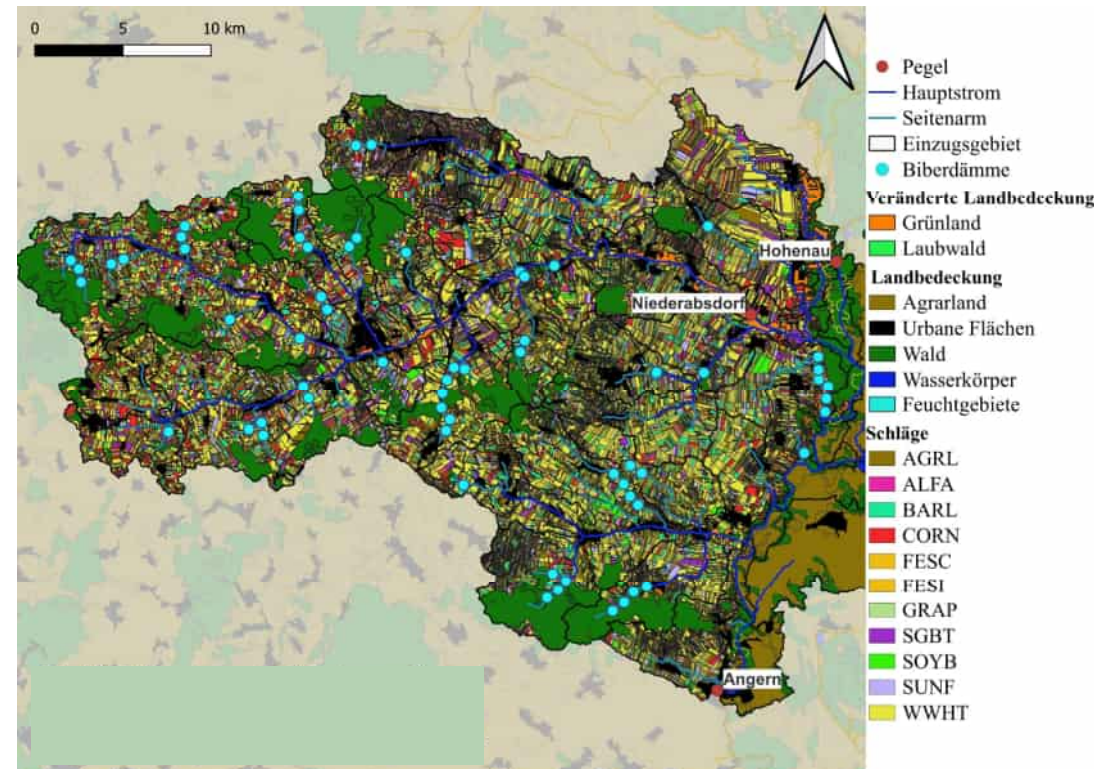
→ Aufstauung durch Biberdämme (68)



Die Biberdämme werden im Modell wie Reservoirs mit Feuchtgebieten in der Flussebene behandelt.

- Diese Maßnahme wurde im Modell nur in den österreichischen Teil umgesetzt

Blaue Punkte zeigen die Biberdämme im Modell SWAT



Aufteilung des Untersuchungsgebiet

- **Oberlauf:** Taschlbach-EZG als Beispiel von einem Oberlauf (105 km²)
- **Mittellauf:** Zaya-EZG bis zum Pegel Niederabsdorf (534 km²)
- **Unterlauf:** Teil-EZG March, von Pegeln Hohenau bis Angern an der March (1484 km²)



Ergebnisse: Änderung der Landbedeckung



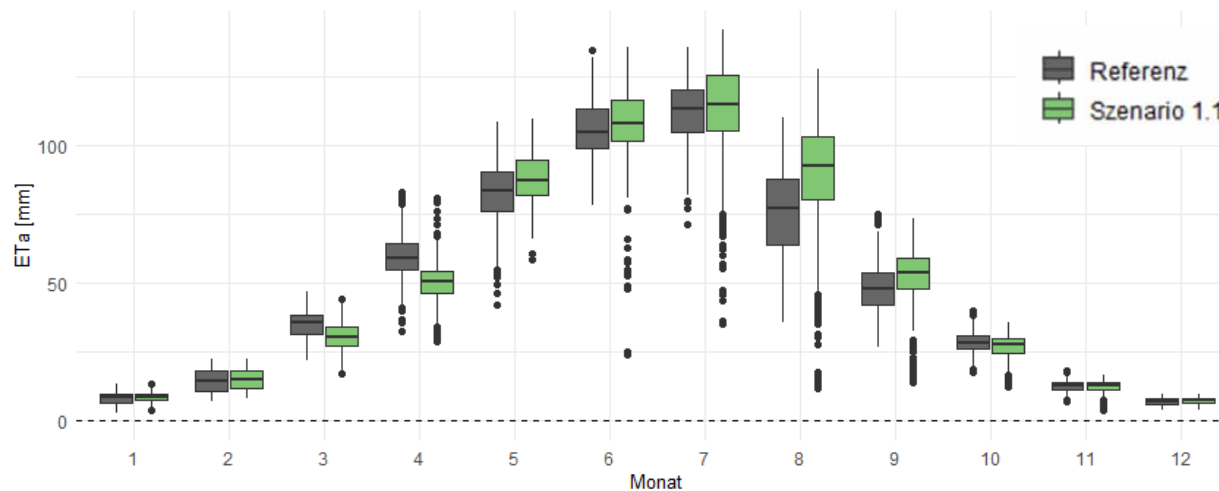
(© LfULG) Haselbach bei Pulsnitz
<https://www.wasser.sachsen.de>

Die Implementierung von Laubbäumen als Gewässerrandstreifen sowie die Umwandlung ackerbaulich genutzter ehemaliger Feuchtgebiete in Dauergrünland führten zu einer erhöhten Transpiration und damit zu einem geringeren Bodenwassergehalt.

Änderung der aktuellen Verdunstung (ETa)

- In den Monaten mit der größten Blattbedeckung (Juni-Sept.) werden die höchsten Unterschiede in der Verdunstung simuliert.

Monatliche Verdunstung [mm] des Referenzszenarios und der Änderung der Landbedeckung (Szenario 1.1)
in den Oberlauf (Taschlbach-EZG) im Zeitraum 1991-2021

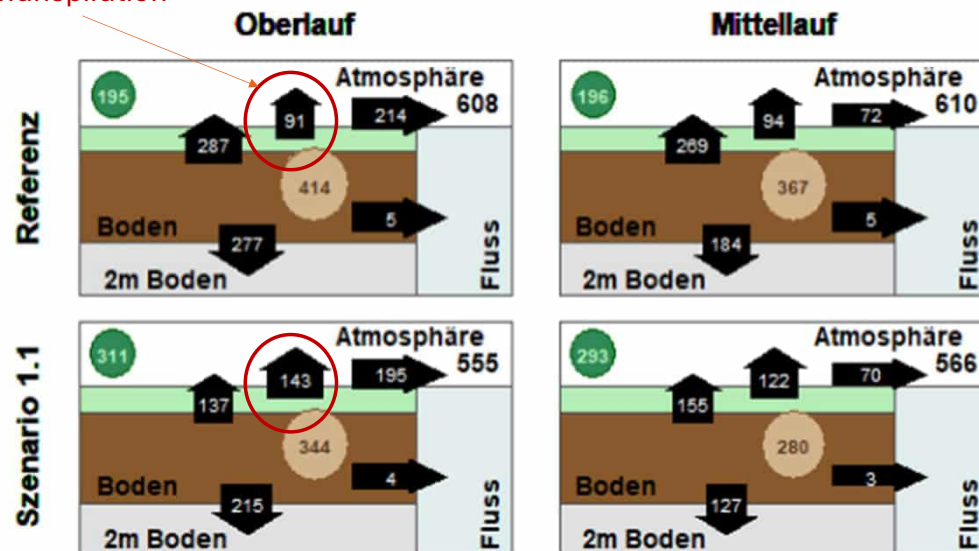


Änderung der Landbedeckung

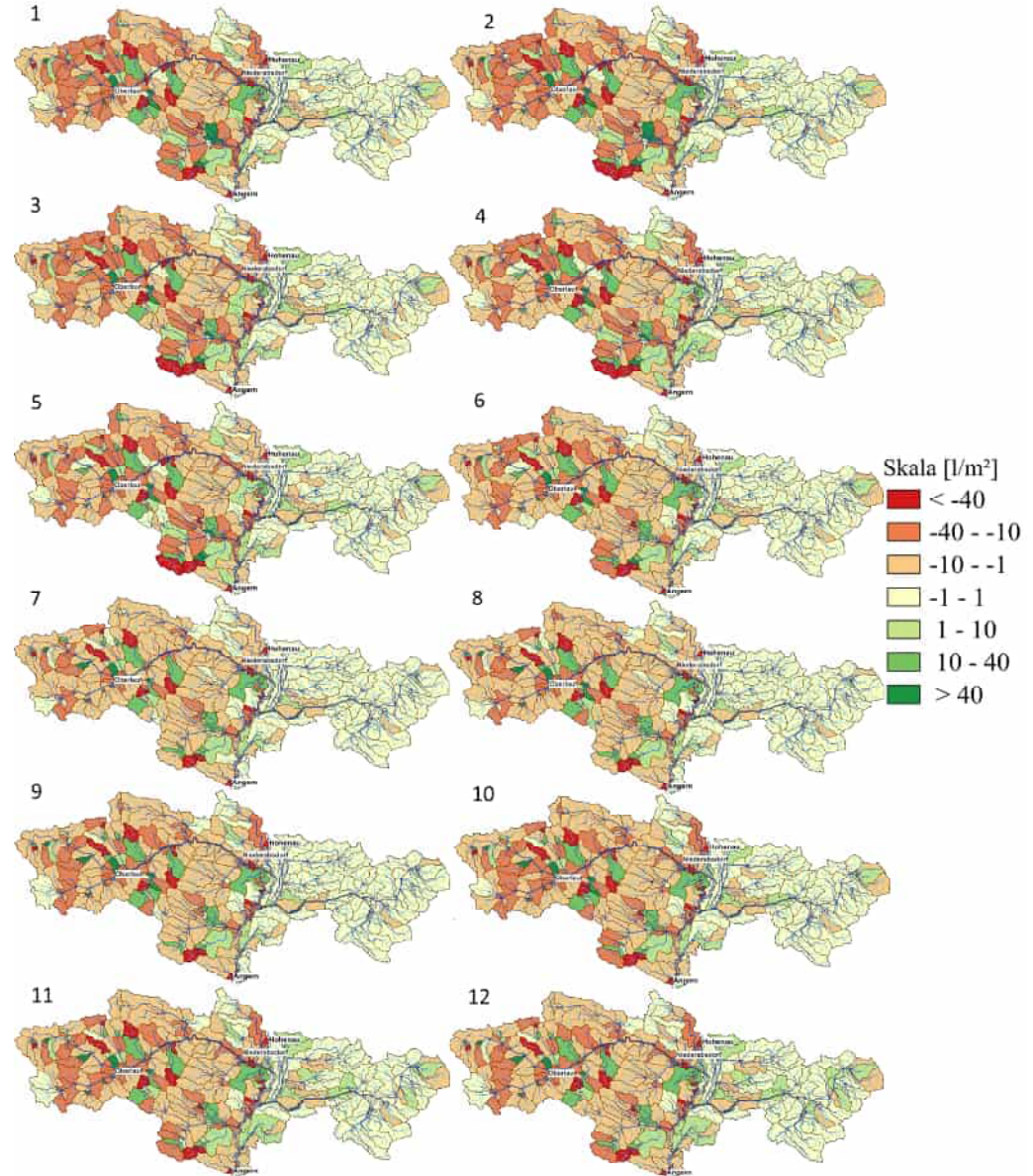
Änderung des Bodenwassergehalts

- Im Vergleich zum Referenzmodell: eine Verringerung der 2m-Bodenfeuchte (hellbraune Kreise).
- Besonders in den Ober- und Mittelläufen, wo im Modell zahlreiche Laubwälder als Uferstreifen implementiert wurden.

Transpiration



Monatliche Unterschiede der durchschnittlichen Bodenwassergehälte (0-2 m) zwischen dem Referenz-Modell und Änderung der Landbewirtschaftung für das Jahr 2017



Ergebnisse: Änderung der Landbev

Änderung der Erträge

- Positive Entwicklung der Ernteerträge
- Durch die Maßnahmen Direktsaat und Winterbegrünung der Sommerkulturen konnte bei fast allen Kulturarten eine Ertragssteigerung simuliert werden
- Der Winterweizen verzeichnete die stärkste Zunahme

Änderung der Verdunstung (ETa)

- Die Änderungen führten zu einer höheren Infiltration (Versickerung) → Zunahme der Pflanzentranspiration

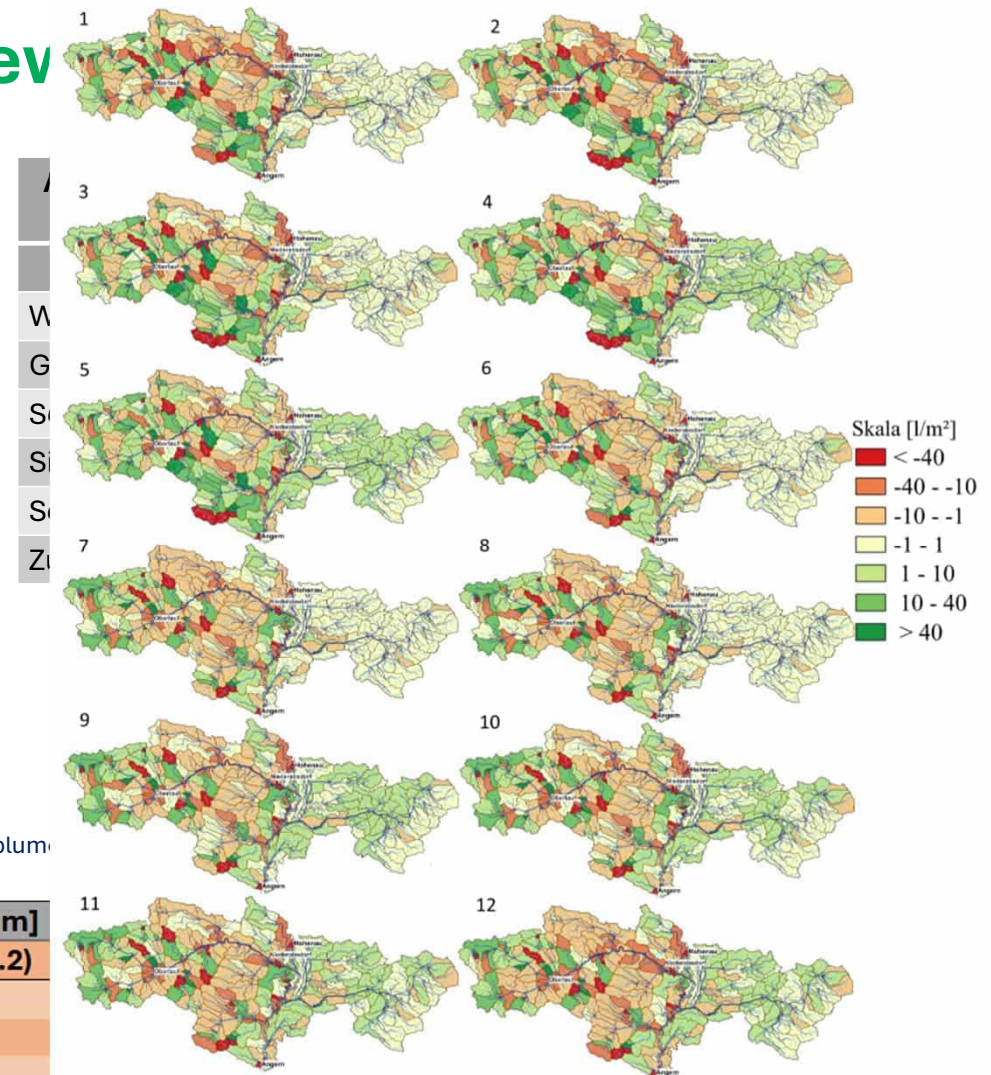
Änderung des Bodenwassergehalts

- eine durchschnittliche Zunahme des Bodenwassergehalts um ca. 10 mm wurde verzeichnet

Durchschnittlicher Bodenwassergehalt der Feldfrüchte (Gerste, Silomais, Zuckerrübe, Sojabohne, Sonnenblume, Winterweizen) von 1991-2021 im Referenz-Modell und mit Änderungen in der Landbewirtschaftung.

Einzugsgebiet	Ø Bodenwassergehalt bei Feldfrüchten [mm/2 m]	
	Referenz-Modell	Landbewirtschaftung (1.2)
Oberlauf (Taschlbach EZG)	231	241
Mittellauf (Zaya EZG)	224	236
Unterlauf (March Teil-EZG)	213	224

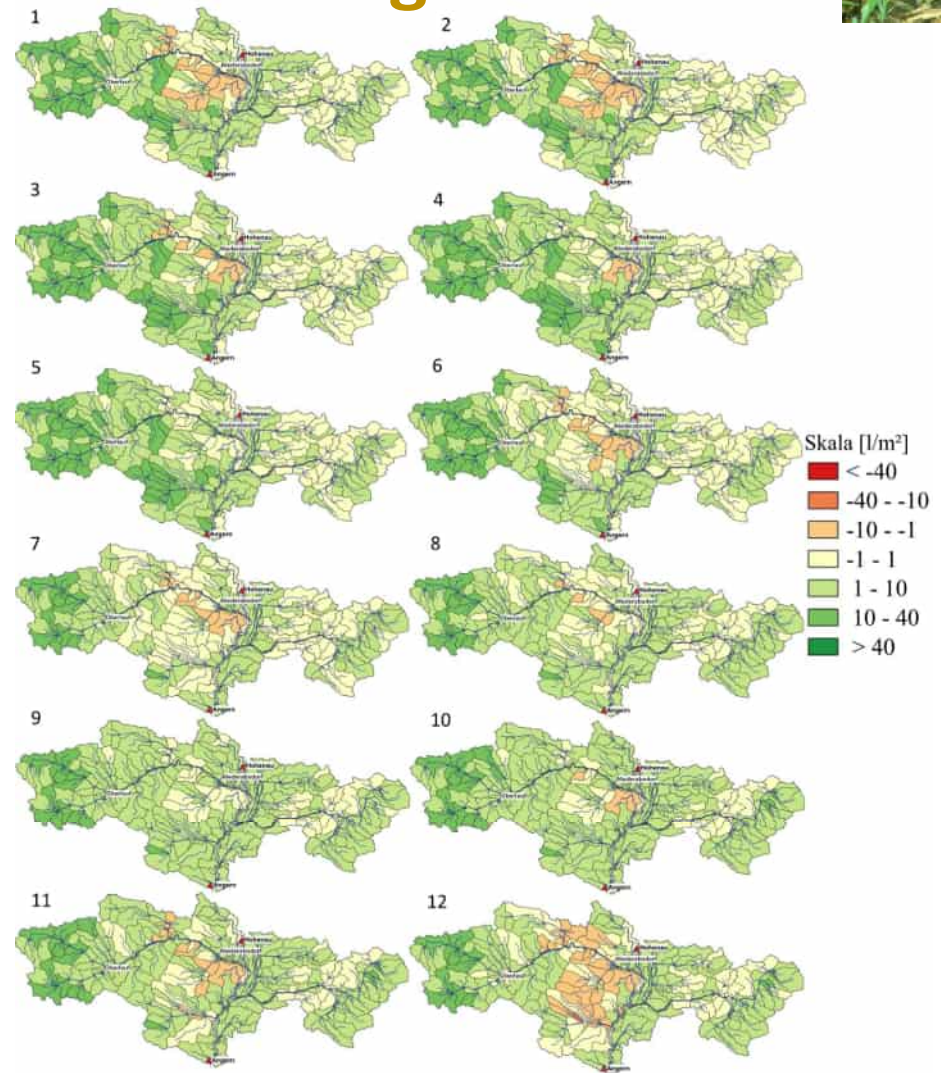
Monatliche Unterschiede der durchschnittlichen Bodenwassergehälter (0-2 m) zwischen dem Referenz-Modell und Änderung der Landbewirtschaftung für das Jahr 2017



Nur die Änderung der Landwirtschaft im Modell (Solo-Szenario)

Änderung des Bodenwassergehalts im Jahr 2017

- Werden ausschließlich Landwirtschaftsänderungen im Modell umgesetzt, zeigt sich ein allgemeiner Anstieg der Bodenfeuchte.
- Im Jahr 2017 weist jeder Monat einen durchgängigen Anstieg der Bodenfeuchte auf.

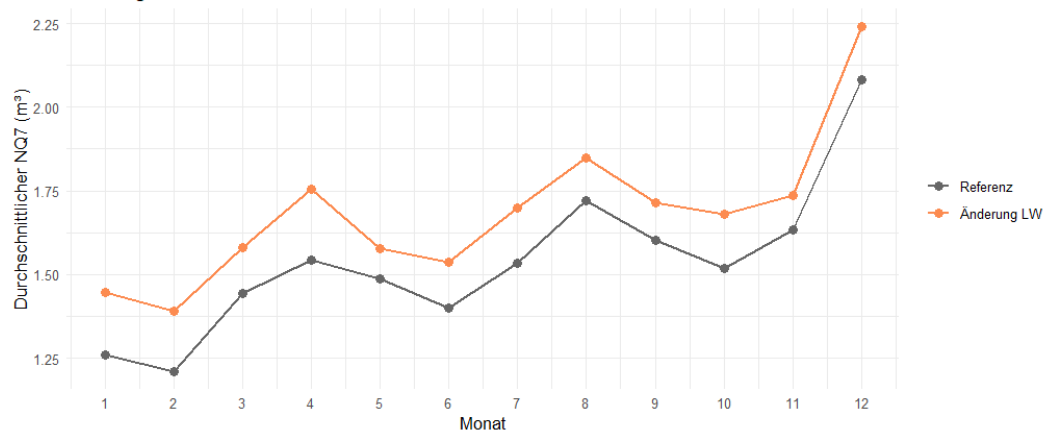


Nur die Änderung der Landwirtschaft im Modell (Solo-Szenario)

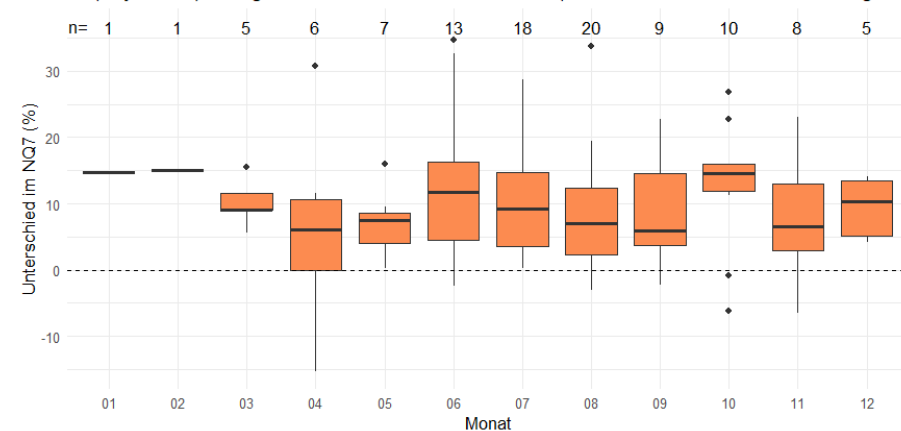
Auswirkungen auf Niedrigwasser (Pegel Niederabsdorf)

- **NQ7:** die Summe aller Abflüsse in 7 aufeinander folgende Tagen in dem Zeitraum eines Ereignisses

Monatlicher Durchschnitt des NQ7 [m³] am Pegel Niederabsdorf (Zaya EZG) bezogen auf den Zeitraum 1991-2021



Unterschiede des NQ7 [%] im monatlichen Vergleich zum Referenz Modell am Pegel Niederabsdorf (Zaya EZG) bezogen auf den Zeitraum 1991-2021 (n = Anzahl der Niedrigwasserereignisse)

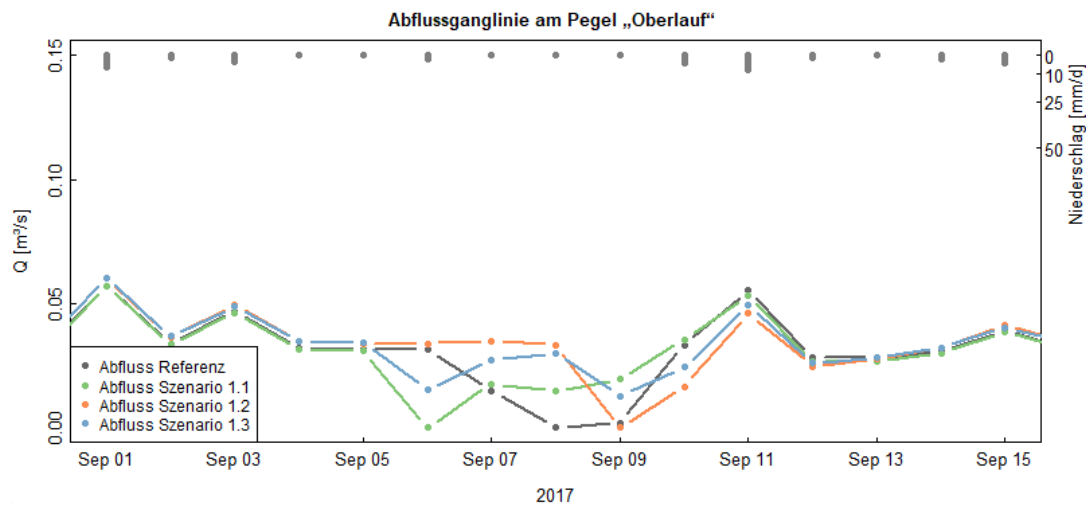


Ergebnisse: Biberdämme

- Ein Einfluss auf die Ufer des Fließgewässers sowie auf die Fläche innerhalb des Fließgewässers war erkennbar.
- Insgesamt ist eine Zunahme des durchschnittlichen Bodenwassergehalts (um einige Millimeter) im Ober-, Mittel- und Unterlauf zu verzeichnen.

Auswirkungen auf Niedrigwasser im Jahr 2017

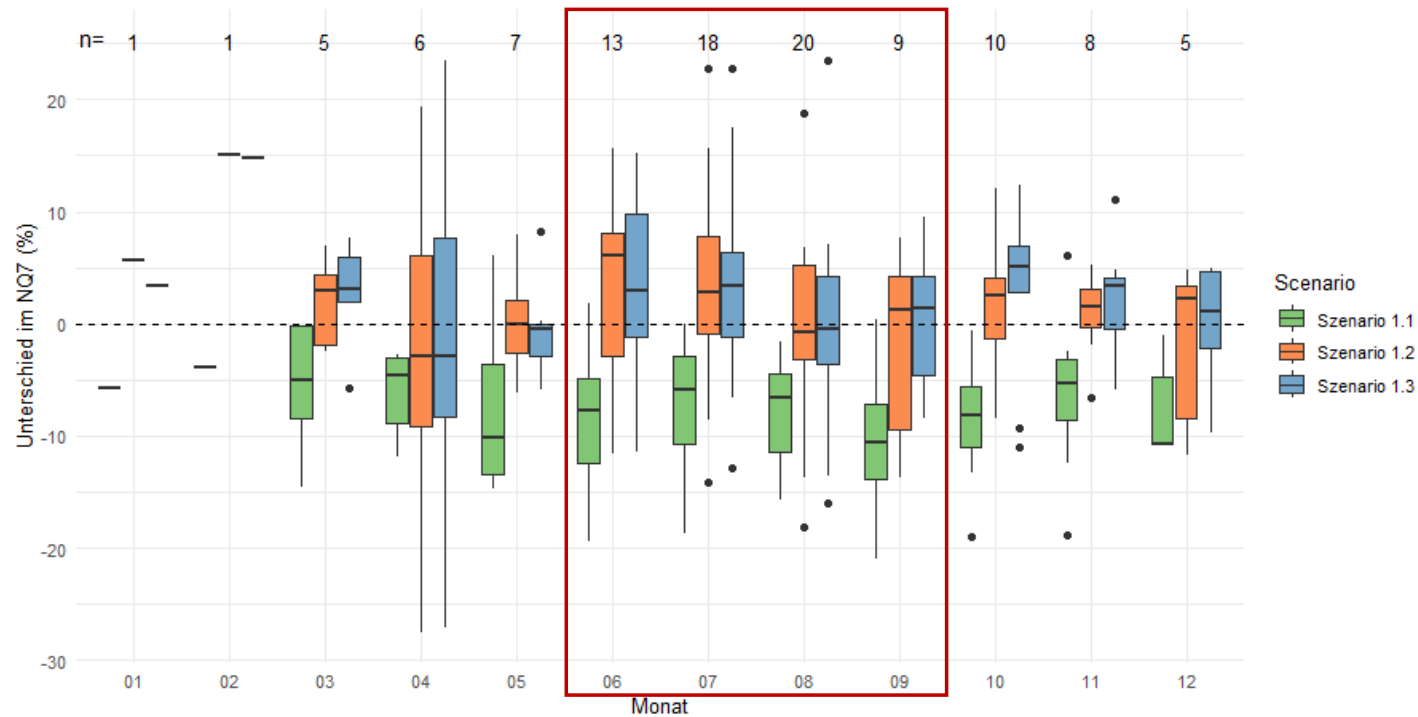
- Die zusätzliche Implementierung von Biberdämmen zeigte gemischte Ergebnisse mit sowohl Zunahme als auch Abnahme des Niedrigwasserabflusses im Jahr 2017



Niedrigwasserereignisse in 2017

Ereignis	Start-Termin	NQ7 _{REF} [m³]	Verändertes NQ7 [%]		
			Szenario 1.1 WALD	Szenario 1.2 WALD+LW	Szenario 1.3 WALD+LW +BIBER
Pegel „Oberlauf“					
1	04.06	0,25	-8,9	14,4	14,4
2	03.07	0,16	-14,8	21,2	21,2
3	02.08	0,21	1,0	-6,6	-8,0
4	03.09	0,16	1,7	39,2	28,2
5	14.10	0,26	-7,4	-4,1	-3,8
6	15.11	0,33	-14,3	-13,6	-11,5
7	16.12	0,28	-5,5	3,1	3,8
Pegel „Mittellauf“					
1	04.06	1,66	-6,7	-0,5	2,7
2	03.07	1,02	-12,3	-10,3	-16,1
3	02.08	1,00	-11,6	-19,9	-13,9
4	03.09	0,88	-11,9	-13,5	-16,7
5	14.10	1,49	-9,9	-2,4	-4,4
6	15.11	1,80	-7,6	3,8	-1,0
7	16.12	2,00	-10,0	-7,4	-6,8

Niedrigwasser: NQ7 (1991-2021) Pegel Niederabsdorf



Monat	Median NQ7 _{REF} [m³]	Unterschiede Median NQ7 [m³]		
		Szenario 1.1 Landbedeckung	Szenario 1.2 Landbewirtschaftung	Szenario 1.3 Biberdämme
1	1.26	-0.07	0.07	0.04
2	1.21	-0.05	0.18	0.18
3	1.18	-0.04	0.03	0.04
4	1.20	-0.08	-0.02	-0.02
5	1.37	-0.11	0.00	-0.01
6	1.16	-0.07	0.04	0.02
7	1.63	-0.08	0.04	0.04
8	1.38	-0.11	-0.02	-0.01
9	1.48	-0.11	0.02	0.02
10	1.22	-0.12	0.03	0.05
11	1.71	-0.09	0.01	0.06
12	1.04	-0.11	0.03	0.01

Spitzenabflüsse: HQ2 (1991-2021)

HQ2-Ereignisse im Zeitraum 1991-2021								
Ereignis	Zeitpunkt	AMC5 _{REF}	AMC5 _{REF} [mm]	HQ2 _{REF} [m³/s]	Verändertes HQ2 im Vergleich zum HQ2 _{REF} [%]			
					(Veränderungen [m³/s])			
					Szenario 1.1 Land- bedeckung	Szenario 1.2 Landbewirt- schaftung	Szenario 1.3 Biberdämme	
Pegel „Oberlauf“								
Taschlbach-EZG	1	13.08.2002	mittel	49,4	1,7	-12,7 (-0,2)	-5,0 (-0,1)	-4,6 (-0,1)
	2	06.12.2005	trocken	1,6	0,6	-4,1 (-0,02)	-21,5 (-0,1)	-20,2 (-0,1)
	3	07.08.2006	feucht	58,5	2,9	-10,8 (-0,3)	-10,3 (-0,3)	-9,5 (-0,3)
	4	29.03.2009	trocken	2,7	3,6	-7,2 (-0,3)	-1,8 (-0,1)	-1,8 (-0,1)
	5	11.09.2014	trocken	3,9	2,1	-9,6 (-0,2)	-11,5 (-0,2)	-11,1 (-0,2)
		13.09.2014	feucht	59,2	1,7	-7,1 (-0,1)	4,8 (0,1)	5,3 (0,1)
	6	13.10.2020	mittel	26,2	1,5	-8,8 (-0,1)	-20,1 (-0,3)	-19,5 (-0,3)
		16.10.2020	feucht	72,1	1,3	-8,2 (-0,1)	-20,1 (-0,3)	-19,9 (-0,3)
Pegel „Mittellauf“								
Zaya-EZG	1	13.08.2002	mittel	47,2	7,4	-7,6 (-0,6)	-0,5 (0,0)	0,3 (0,0)
	2	06.12.2005	trocken	1,9	8,4	-4,4 (-0,4)	-30,7 (-2,6)	-29,9 (-2,5)
	3	07.08.2006	feucht	58,9	8,0	-9,4 (-0,8)	-4,7 (-0,4)	-3,6 (-0,3)
	4	29.03.2009	trocken	2,9	11,6	-3,4 (-0,4)	-1,0 (-0,1)	-1,1 (-0,1)
	5	11.09.2014	trocken	12,3	10,3	-4,9 (-0,5)	-3,8 (-0,4)	-3,5 (-0,4)
		13.09.2014	feucht	72,4	9,9	-7,5 (-0,7)	5,9 (0,6)	6,2 (0,6)
	6	13.10.2020	mittel	31,2	7,0	-4,7 (-0,3)	-13,0 (-0,9)	-12,6 (-0,9)
		16.10.2020	feucht	78,9	5,0	-3,6 (-0,2)	-11,4 (-0,6)	-11,0 (-0,6)

Fazit

Effektivität der Maßnahmen Wasser in der Landschaft zurückzuhalten

- Die landwirtschaftlichen Maßnahmen (Direktsaat und Winterbegrünungen) zeigten sich als wirksame Strategien, um Wasserspeicherung in der Landschaft zu verbessern und höhere Erträge zu erzielen.
 - ✓ Verringern Verdunstung
 - ✓ Verringern Oberflächenabfluss
 - ✓ Steigern die Infiltration
 - ✓ Fördern Versickerung in den tieferen Bodenschichten (2 m)
 - ✓ Erhöhung der Niedrigwasserabflüsse (NQ7)
- Die zusätzliche Simulation von Biberdämmen können Niedrigwasserabflüsse in den Monaten Mai bis September für 1-3 Tagen erhöhen
- Implementierung von Laubbäumen im Modell als 10 m breite Uferstreifen führte zu einer Abnahme des Bodenwassergehalts und des Abflusses.
 - ✓ Erhöhter Transpirationsbedarf bei Laubbäumen mit 100 t/ha Biomasse
 - ✓ Bäume als Randstreifen haben viele positive Aspekt, die differenziert betrachtet werden müssen

Fazit

Auswirkungen auf Hochwasserspitzen

- Die Änderung der Flächen von Agrarland zu Grünland (für Abflusswege, Feuchtgebiete, HQ300 Überschwemmungsgebiete) führte zu einer Verringerung des Spitzenabflusses und des Bodenwassergehalts.
 - ✓ Verringerung von Oberflächenabfluss
 - ✓ Dämpfung der Spitzenabflüssen (HQ2)
- Diese Vorstudie verdeutlicht, dass einzelne Maßnahmen nicht isoliert betrachtet werden sollten.
- Die Kombination verschiedener Ansätze ermöglicht es, hydrologische Wechselwirkungen zu erkennen (z.B. zwischen Verdunstung, Bodenwassergehalt und Abfluss).
- Aufbauend auf diesen Ergebnissen können künftige Arbeiten die räumliche Optimierung verschiedener Maßnahmen auf Wasserhaushaltskomponenten sowie deren Auswirkungen auf Sedimente und Nährstoffeinträge untersuchen.