

Wasserspeicher als Option zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit für Bewässerung

Nataliya Stupak, Niklas Ebers

Thünen-Institut, Stabsstelle Klima, Boden, Biodiversität

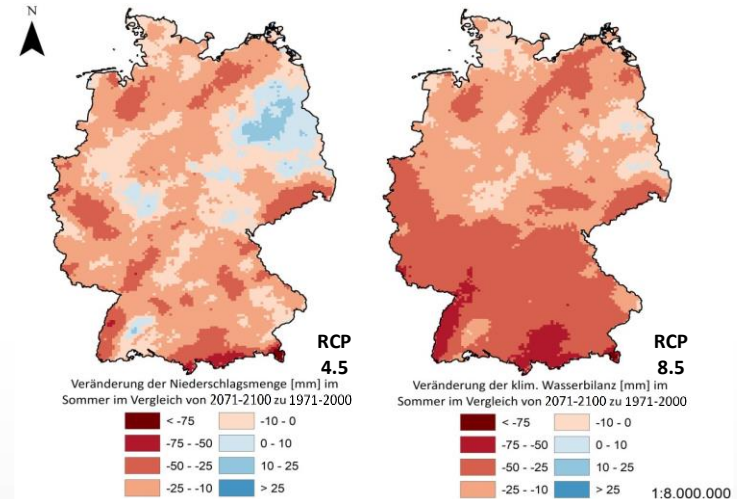


Klimawandelfolgen für die Landwirtschaft

- Steigende Temperaturen und zunehmende Verdunstung in den Sommermonaten
 - Verschlechterung der klimatischen Wasserbilanz
- Starkregenereignisse
 - niedrigere Wasserinfiltration und -speicherung im Boden
 - stärkerer Oberflächenabfluss
- **Zunehmendes Trockenheitsrisiko**
- **Steigender Wasserbedarf im Pflanzenbau**

! Interessenkonflikte um begrenzte Ressource Wasser

! Risiko der Wasserentnahmeeinschränkungen

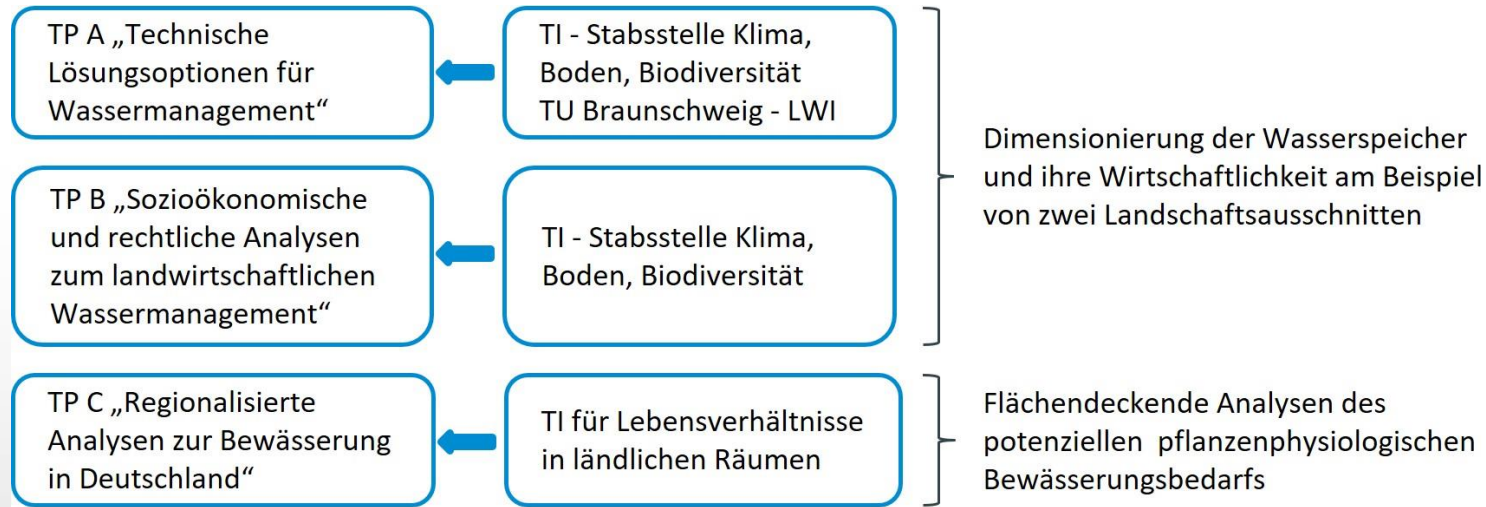


Veränderung der klimatischen Wasserbilanz im Sommer unter den Emissionsszenarien RCP 4.5 und RCP 8.5

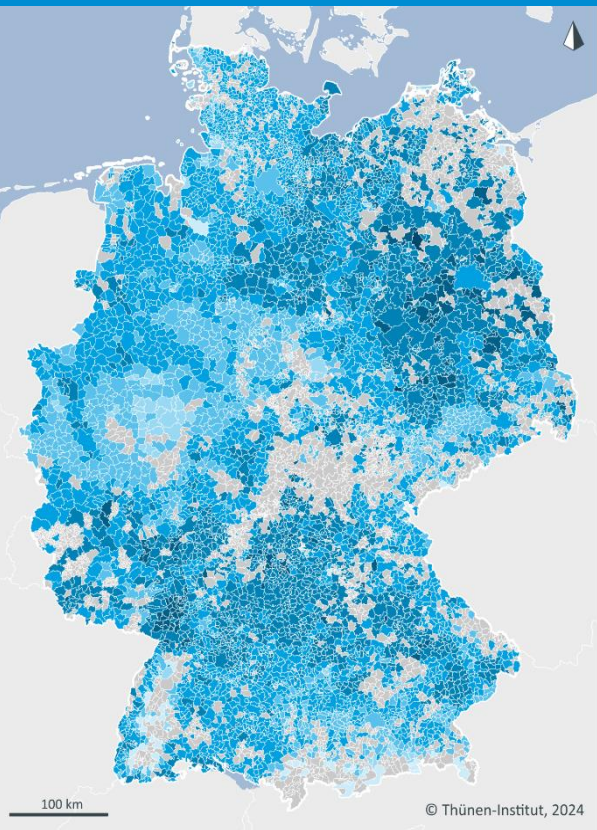
© LAWAMAD/Thünen-Institut

Projekt „Landwirtschaftliches Wassermanagement in Deutschland (LAWAMAD)“

Ermittlung von Optionen für eine höhere Verfügbarkeit von Bewässerungswasser für den Pflanzenbau mit Fokus auf der oberflächigen betrieblichen Wasserzischenspeicherung



Bewässerung im Deutschen Gartenbau



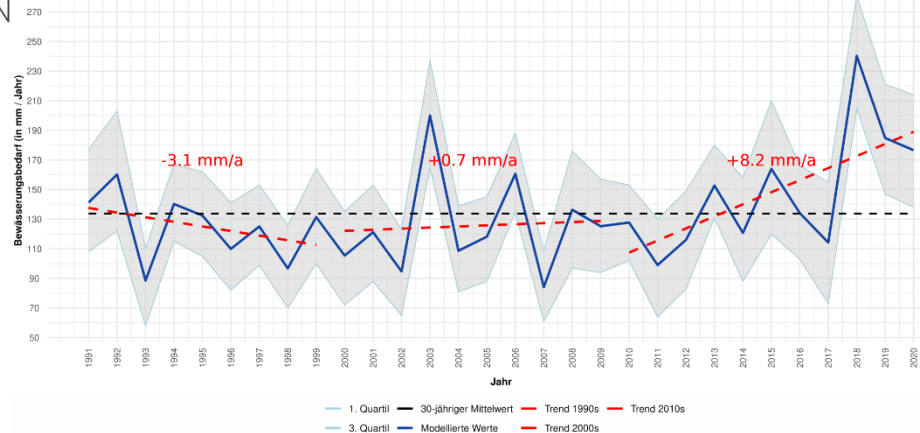
Mittelwert des potenziellen Bewässerungsbedarfs von Gemüse

30-jähriger Mittelwert des potenziellen Bewässerungsbedarfs von Gemüse (auf Grundlage von Weißkohl, Erdbeeren, Zwiebeln, Spargel, Gemüseerbsen und Gemüsebohnen) in Deutschland. Bezogen auf alle Jahre von 1991-2020 und alle Gemeinden, in denen in diesem Zeitraum Gemüse angebaut wurden.

Datengrundlage: DWD (2022);
Thünen-Agraratlas (2023)

Ø Bewässerungsbedarf (mm/Jahr)

- < 75
- 75 - 100
- 100 - 125
- 125 - 150
- 150 - 175
- 175 - 200
- > 200
- Kein Gemüsebau
- Städte



© LAWAMAD/Thünen-Institut

- starke jährliche **Schwankungen** im bundesweiten Mittel → Spitzen 2003, 2018, 2019
- dekadischer Trend: **starke Zunahme in der letzten Dekade (2011-2020)**

Wasserspeicherung als Anpassungsoption

Füllen von Becken in der Winterhalbjahr mit Oberflächenwasser:

- Auffangen des Oberflächenabflusses
- Zwischenspeicherung der Entnahmen aus Oberflächengewässern
- Ausgleich der ungünstigen Niederschlagsverteilung
- Verbesserung der Zuverlässigkeit der Bewässerung
- Abmilderung der Interessenkonflikte um Wasserressourcen



© Angela Schneider

LAWAMAD: Wasserspeicherkonzepte

Lokal	Regional	Überregional
Speicherung von Oberflächenabfluss, der bei Starkregen auf betriebseigenen Flächen entsteht	Speicherung von Wasserentnahmen aus Bächen und kleinen Flüssen (Gewässer II. u. III. Ordnung)	Speicherung von Wasserentnahmen aus Flüssen (Gewässer I. Ordnung)
Kleines Speichervolumen	Mittleres Speichervolumen	Großes Speichervolumen
Kleines Einzugsgebiet	Mittleres Einzugsgebiet	Großes Einzugsgebiet
Starke Abhängigkeit von Bodenparametern und lokalen Starkregenereignissen	Abhängigkeit von hydrologischen Rahmenbedingungen und regionalen Niederschlagsereignissen	Abhängigkeit von hydrologischen Rahmenbedingungen überregionalen Niederschlagsereignissen
		



Speichervolumen, Anzahl Akteure

Landschaftsausschnitte

Landschaftsausschnitt Magdeburger Börde:

- ca. 900 ha
- Anbau von Kartoffeln, Zuckerrüben, Winterweizen, Wintergerste, Winterroggen, Dinkel, Winterraps, Silomais
- Bode (Fließgewässer I Ordnung)

Überregionales
Wasserspeicherkonzept

Landschaftsausschnitt Rheinpfalz:

- ca. 600 ha
- Anbau von Winterweizen, Mais, Zuckerrüben, Kartoffeln, Sellerie, Salat, Radieschen, Bundzwiebeln, Blumenkohl, Petersilie, Möhre
- 2 Bäche (Fließgewässer II Ordnung)

Regionales Wasserspeicherkonzept
Lokales Wasserspeicherkonzept

Methodisches Vorgehen

Schritte bei der Dimensionierung des Speicherbeckens unter Berücksichtigung der zukünftigen klimatischen Entwicklung bei den Emissionsszenarien RCP 4.5 und RCP 8.5:

- I. Prognose des Bewässerungsbedarfs
- II. Modellierung des Abflusses in Fließgewässern bzw. des Oberflächenabflusses
- III. Vergleich von Abflussmengen mit Bewässerungsbedarf
- IV. Ermittlung der erforderlichen Wasserspeichergröße je nach Bewässerungssicherheit

unter der Annahme: Bewässerung ausschließlich mit Oberflächenwasser → keine Grundwasserentnahmen

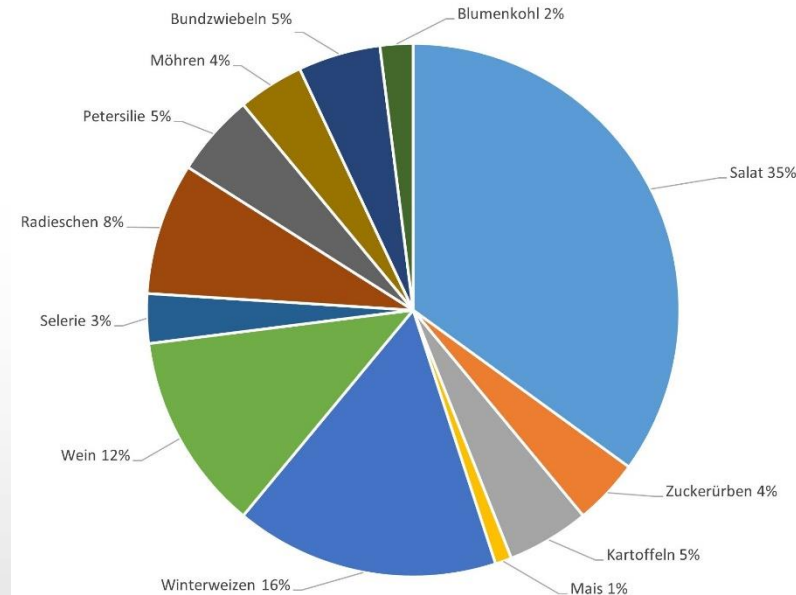
Schritt I. Prognose des Bewässerungsbedarfs

- Klimadaten stammen aus dem DWD-Kernensemble (regionalisiert und Bias-adjustiert)
- Standortspezifischer Bewässerungsbedarfs über die klimatische Wasserbilanz (Niederschlag – Verdunstung)

Anbaufläche im LA Rheinpfalz 635 ha:

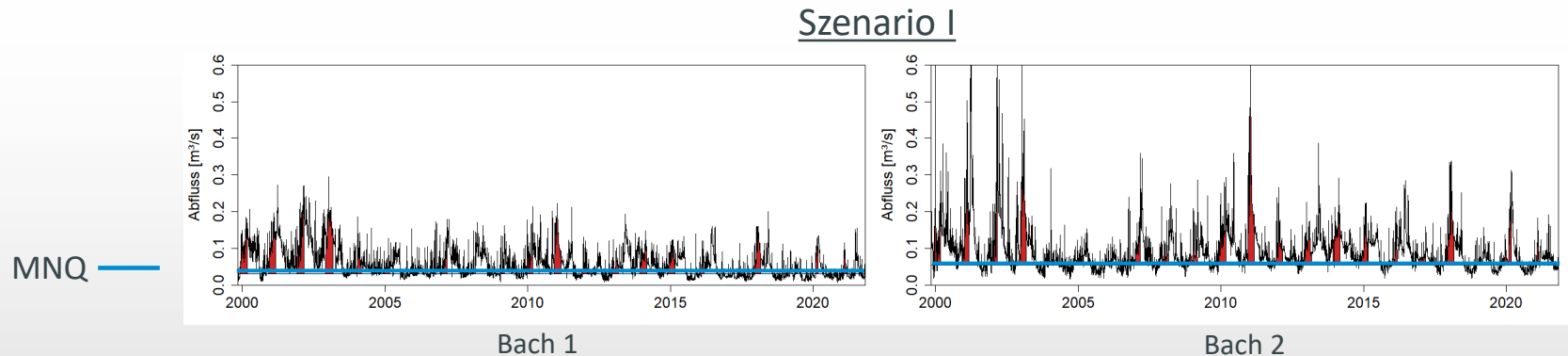
- Ackerkulturen 26%
- Gemüse 62%
- Wein 12%

Bewässerungsbedarf 2000-2021 [Mio. m ³ /yr]		
Minimum	Durchschnitt	Maximum
0,09	0,41	0,84



Schritt IIa: Modellierung des Abflusses in Fließgewässern

- Modellierung des Abfluss am jeweiligen Pegel (mit beobachteten Klimadaten)
- Kalibrierung des Modells mit gemessenen Abflüssen
- Fokus auf der Simulation der Niedrigwasserperioden
- ! Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss (MNQ) als untere Grenze zur Beschränkung der Wasserentnahmen



Schritt IIa: Wasserdargebot im LA Rheinpfalz

Berechnungszeitraum: 2000-2021

- Szenario I: Wasserentnahmen in den Monaten Dezember-Februar
- Szenario II: Wasserentnahmen nur in den Monaten November-März
- Szenario III: Wasserentnahmen über das ganze Jahr

Speicherbares Abflussvolumen		[Mio. m ³ /yr]		
		Bach 1	Bach 2	gesamt
Szenario I	∅-Speichervolumen	0,38	0,62	1,00
	Minimales Volumen	0,01	0,06	0,06
Szenario II	∅-Speichervolumen	0,61	1,00	1,61
	Minimales Volumen	0,08	0,28	0,36
Szenario III	∅-Speichervolumen	1,40	2,20	3,60
	Minimales Volumen	0,37	1,03	1,40

Schritt IIb: Modellierung des Oberflächenabflusses

Identifikation der relevanten Fläche für die Bildung von Oberflächenabfluss:

- Hangneigung: 2-5%
- Bodenart: Lehm
- Abflussakkumulation/ Fließpfade

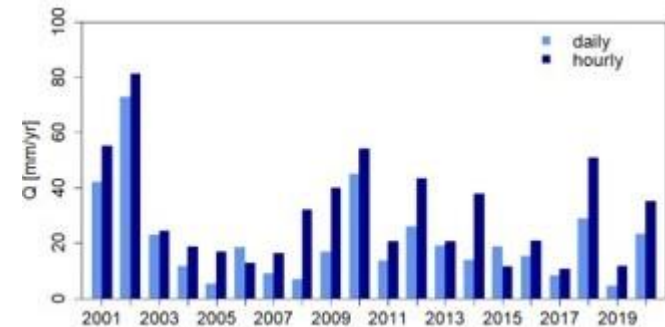


Fläche der Teilflächen [m ²]				gesamt
A	B	C	D	
28.000	90.000	63.000	19.000	220.000

Schritt IIb: Modellierter Oberflächenabfluss (lokales Konzept)

Modellierter Oberflächenabfluss (SCS-Verfahren):

- maximales Abflussvolumen liegt bei 80 mm/Jahr
- im Durchschnitt beträgt es 30,5 mm/Jahr
- stündliche Werte ergeben ein höheres Abflussvolumen



Abflussvolumen ergibt sich aus dem modellierten Abfluss und der Teilflächen:

Abfluss [m ³ /Jahr]	Teilflächen				Gesamt
	A	B	C	D	
Minimum	300	950	670	200	2.120
Durchschnitt	860	2700	1900	590	6.050
Maximum	2.300	7.200	5.100	1.500	16.100

Schritt III:

Vergleich von Abflussmengen mit Bewässerungsbedarf

Wasserquelle	Ø-speicherbares Abflussvolumen [m³/yr]		Bewässerungsbedarf [m³/yr]	
	Minimum	Durchschnitt	Durchschnitt	Maximum
Wasserentnahmen in den Monaten Dezember-Februar	64.000	1.000.000		
Wasserentnahmen in den Monaten November-März	360.000	1.610.000	410.000	840.000
Wasserentnahmen über das ganze Jahr	1.400.000	3.600.000		
Auffangen des Oberflächenabflusses	2.120	6.050		

- Speicherbares Abflussvolumen im Durchschnitt ausreichend für den Bewässerungsbedarf
- Speicherbares Abflussvolumen sowie der mögliche Zeitraum für Entnahmen hängt von unteren Entnahmegrenze ab → MNQ vs. ökologisch begründeten Mindestabfluss

Schritt IV: Dimensionierung des Wasserspeichers

- Bewässerungssicherheit: Anteil der Jahre in denen die Bewässerung nicht ausfällt
- Entscheidungsgrundlage für Betriebe

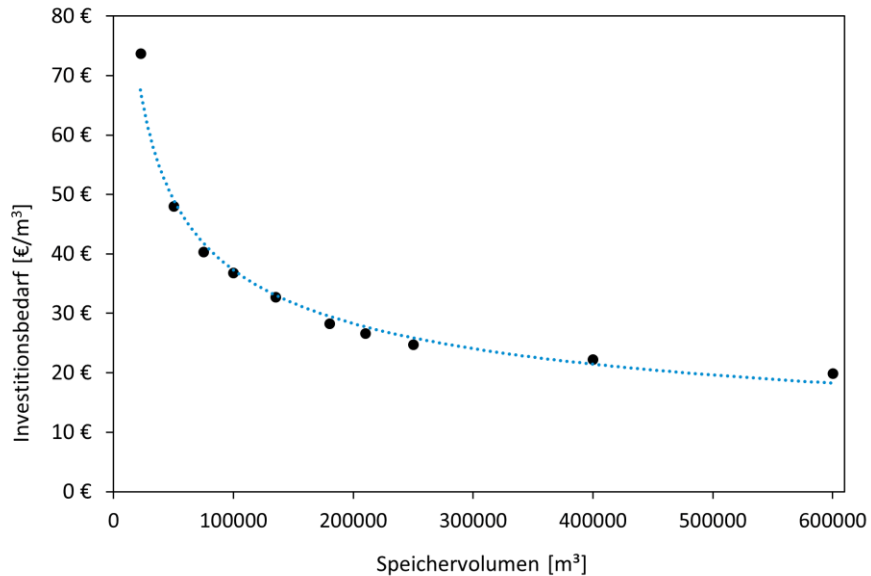
Bewässerungssicherheit [%]	Speichervolumen [m ³]	
	Szenario 1	Szenario 2
95	945.000	770.000
90	830.000	685.000
85	725.000	665.000
80	670.000	620.000
75	620.000	590.000
60	520.000	515.000
50	480.000	475.000

Betriebliche Entscheidung beeinflusst durch:

- Investitionsbedarf
- Flächenverfügbarkeit
- Umfang der Wasserentnahmeerlaubnis
- Erwartungen bzgl. der klimatischen Entwicklungen
- Risikoeinstellungen

Einblick in den Investitionsbedarf

Berechnungen für 22 Becken-Varianten



- Auftrag an ein Ingenieurbüro
- Nach DIN 276
- Gesamtvolumen, Dichtung, Form, Oberfläche-Tiefe-Verhältnis, Ausführung
- Einfaches Folienbecken, Erdbecken, Speicher- und Absetzbecken mit Zulaufgraben
- Kosten inkl. Bauarbeiten, Materialien, technische Anlagen, Baunebenkosten
- Verdunstung und 0,75 m Puffer bzw. Hochwasserentlastung mitberücksichtigt

Einblick in den Investitionsbedarf

Vergleich des Investitionsbedarfs bei unterschiedlichen Ausführungen eines 100.000 m³ Wasserspeicherbeckens

Becken	Technische Charakteristika	Investitionsbedarf
Folienbecken I	Kronenbreite 4m, inkl. Baunebenkosten, Pumptechnik und Gebäude, Unterhaltungsweg	37 €/m ³
Folienbecken II	Kronenbreite 2m, minimale Betrachtung der Baunebenkosten, keine Pumpentechnik und Gebäude, kein Unterhaltungsweg	30 €/m ³
Erdbecken	Kronenbreite 2m, anstehender Boden ist dicht genug, minimale Betrachtung der Baunebenkosten, keine Pumpentechnik und Gebäude, kein Unterhaltungsweg	15 €/m ³

Wirtschaftlichkeit der Wasserspeicherung

Verbesserung der Wirtschaftlichkeit:

- Minderung des Zusatzwasser- und Wasserspeicherungsbedarfs
 - pflanzenbauliche Maßnahmen und Verbesserung der Wassernutzungseffizienz
- Multifunktionale Nutzung des Wasserspeicherbeckens
 - Belegung der Wasseroberfläche und der Böschungen mit Photovoltaik → Verdunstungsminderung (mit Fraunhofer ISE), Stromertrag
 - Synergien zwischen Wasserspeicherung und Hochwasserschutz?
 - Synergien zwischen Wasserspeicherung und Naturschutz?

Erfahrungen mit Wasserspeicher in Deutschland

Motivation:

- Erlebten und erwarteten Ertragsverlust infolge von Extremwetterlagen
- Sicherung der benötigten Wassermengen oder der erforderlichen Wasserqualität
- Bewässerung nur in Kombination mit Wasserspeicherung möglich

Wasserspeicherbecken:

- Erdbecken, Folienteich
- gefüllt mit Grundwasser, Niederschlagswasser, Drainwasser, Entnahmen aus Fließgewässern, Leitungswasser

Herausforderungen:

- Hoher Investitionsbedarf (5-33 €/m³ des Speichervolums)
- Risiko der Fehlplanung: Über- und Unterdimensionierung in Bezug auf Wasserverfügbarkeit und Wasserbedarf
- Bürokratischer Aufwand und Uneinheitlichkeit der Auflagen

Quelle: eigene Befragung

Offene Fragen und weiterer Forschungsbedarf

- **Betriebliche Entscheidungen bzgl. der Größe/Form/Anzahl der Wasserspeicher**
- **Wasserentnahmegrenzen, Synergien zwischen Wasserspeicherung und Umweltschutz/ Naturschutz/ Hochwasserschutz**
- **Rechtliche Aspekte**
 - Wasserentnahmen aus Fließgewässern
 - Status eines Wasserspeicherbeckens
 - Umwelt- und Naturschutzauflagen
- **Ausbau der betrieblichen Wassermanagement-Beratung**
 - Betriebs- und standortspezifische Wassermanagementkonzepte
 - Verzahnung des betrieblichen und regionalen Wassermanagements

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

lawamad@thuenen.de

nataliya.stupak@thuenen.de

Thünen-Institut, Stabsstelle Klima, Boden, Biodiversität

www.thuenen.de



© Tania Runge/Thünen-Institut



© Tania Runge/Thünen-Institut



© Michael Welling/Thünen-Institut