

Landnutzung und Charakteristika von Trinkwasserschutzgebieten

Kathrin Szillat⁽¹⁾, Julian Börner⁽²⁾, Christian Sponagel⁽²⁾, Elisabeth Angenendt⁽²⁾, Jost Hellwig⁽¹⁾, Kerstin Stahl⁽¹⁾

Hintergrund

- Trinkwasser in Deutschland stammt zu rund 70 % aus Grundwasserressourcen¹.
- Die Kombination aus Klimawandel mit verschiedenen physikalischen und sozialen Faktoren sind zukünftige Herausforderungen.
- Ein Verständnis der verschiedenen Situationen und Belastungsfaktoren ist erforderlich, um Instrumente und Entscheidungsgrundlagen für eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung entwickeln zu können.
- Verschiedene Maßnahmen zum Grundwasserschutz müssen evaluiert werden und speziell Landwirt*innen einbezogen werden.
- Die Qualität und Quantität von Grundwasser wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst.

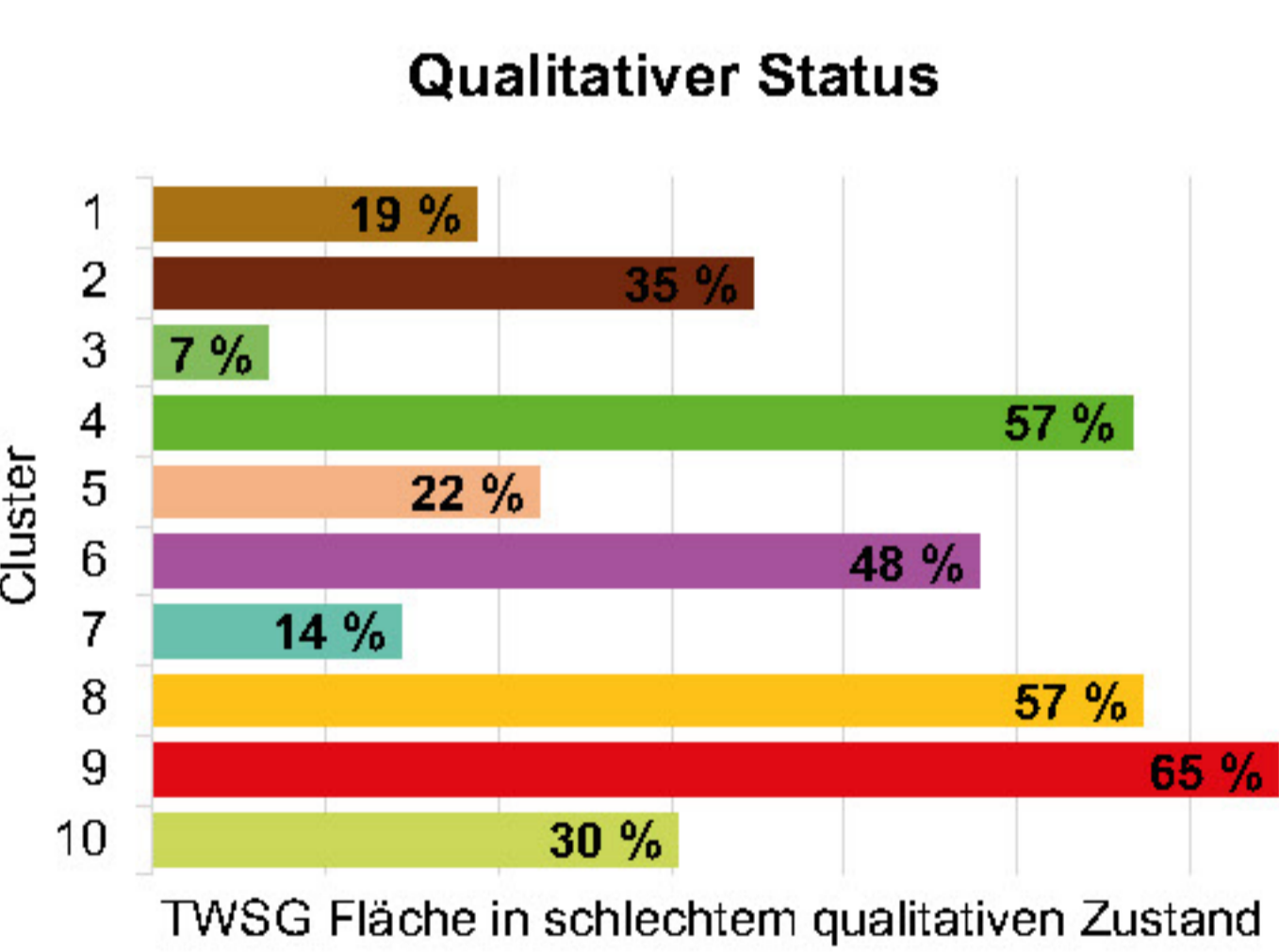
Methodik

- Clusteranalyse des TWSG Datensatzes:
- Distanzmaß: Gower Dissimilarity Matrix⁴

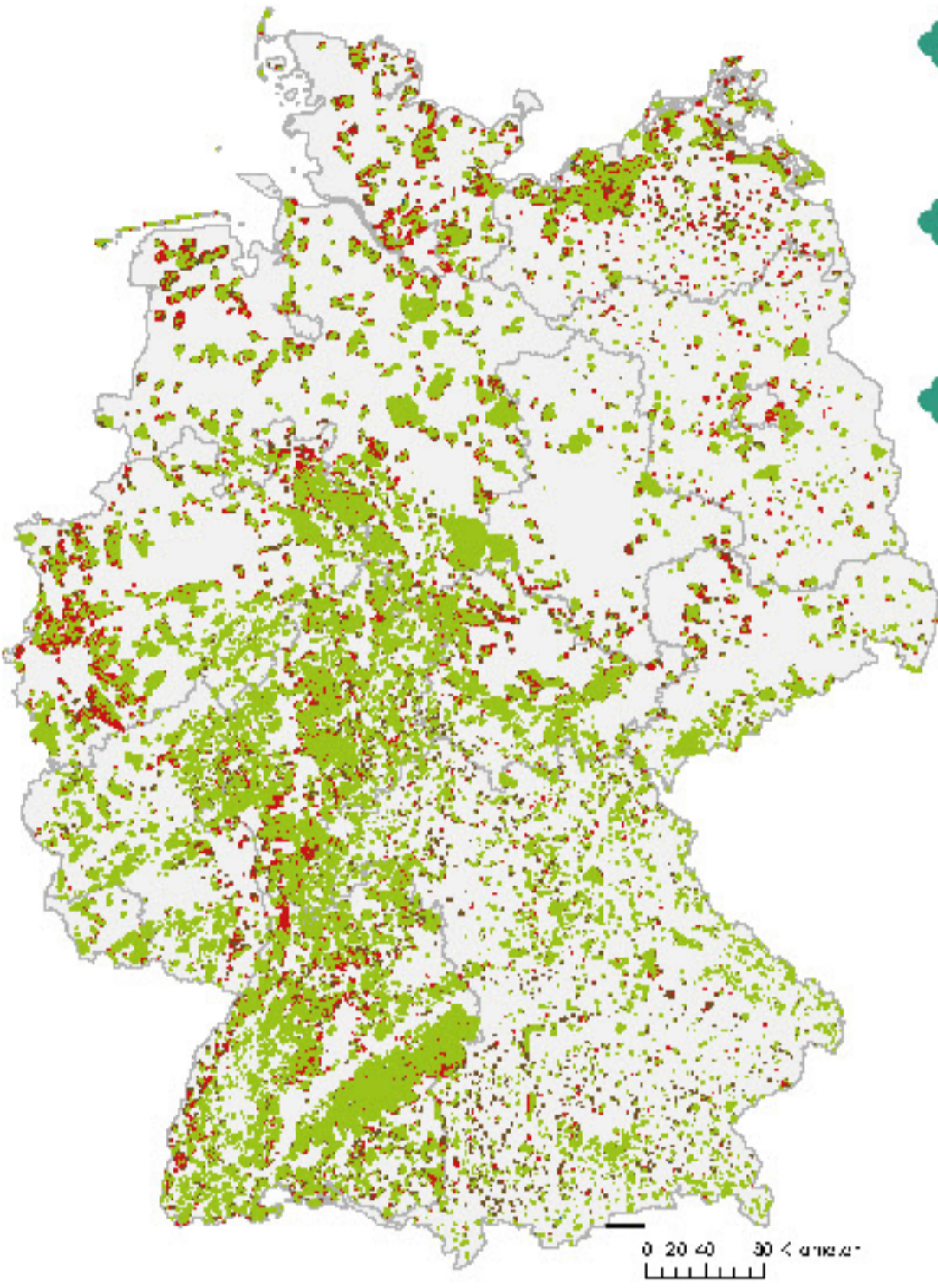
$$d_{wg,ij} = \frac{\sum_{t=1}^p \delta_{ijt} d_{ijt} w_t}{\sum_{t=1}^p \delta_{ijt} w_t}$$
- Clustermethode: Partitioning Around Medoids (PAM)⁵
- Cluster Validierung: Average Silhouette Methode⁵

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))}$$
- Cluster Stabilität: Bootstrapping und Jaccard Similarities⁶

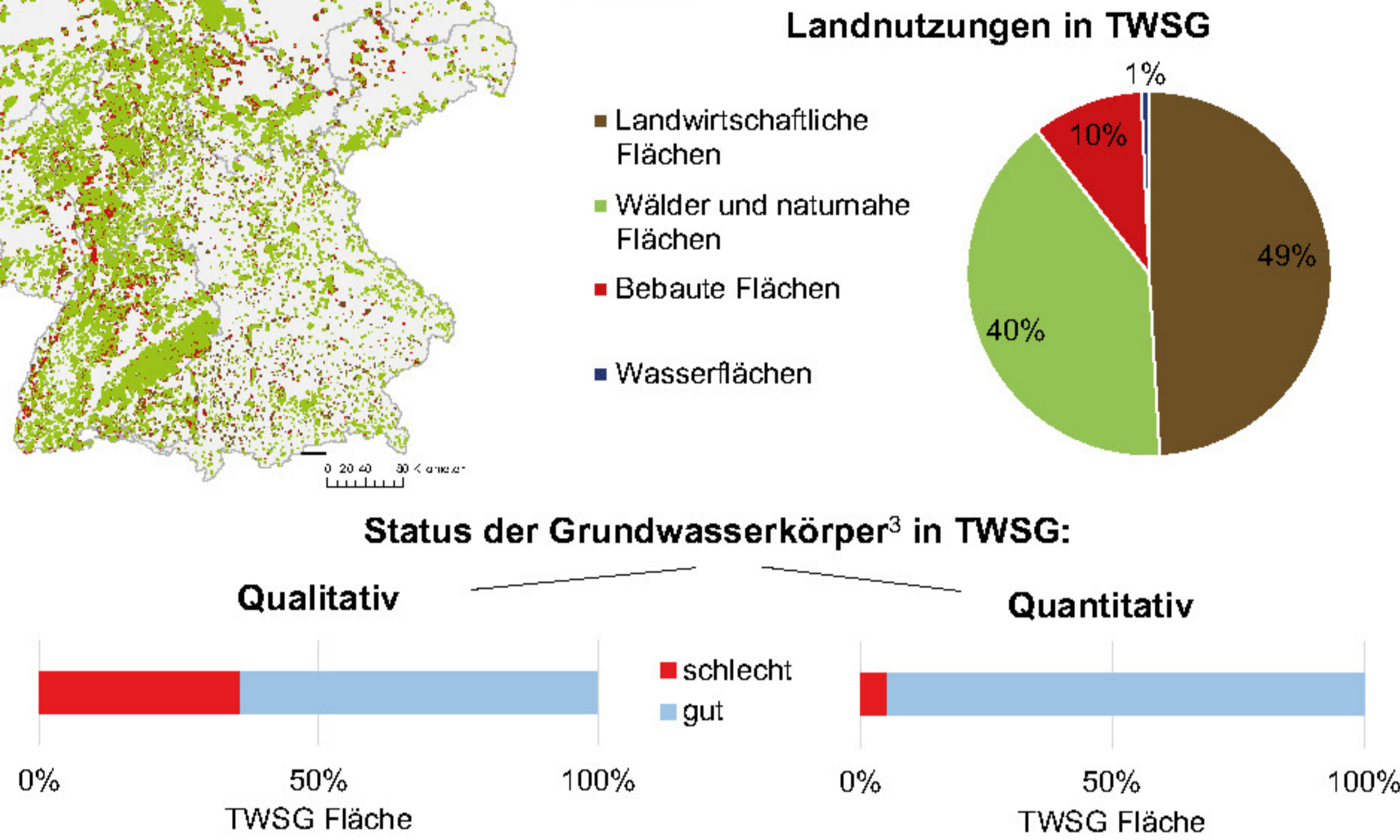
Zeigen die Cluster Unterschiede hinsichtlich der Wasserqualität³?



Wie sind TWSG in Deutschland beschaffen?



- Es gibt 11 406 TWSG, die etwa 15 % der Fläche Deutschlands umfassen.
- Die Fläche der einzelnen TWSG reicht von 90 m² bis zu 1235 km².
- Der Flächenanteil von TWSG pro Bundesland variiert.

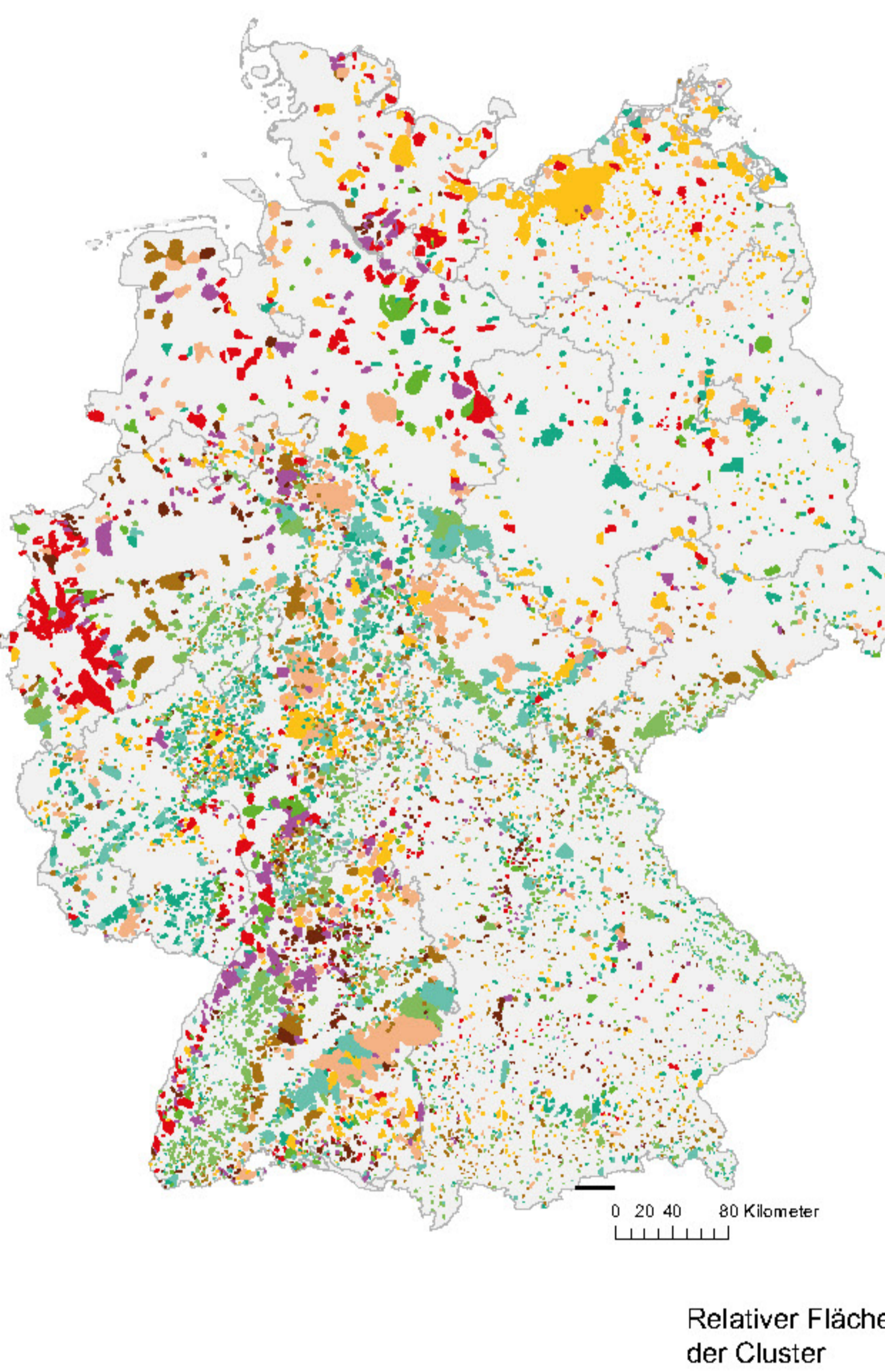


Datensatz

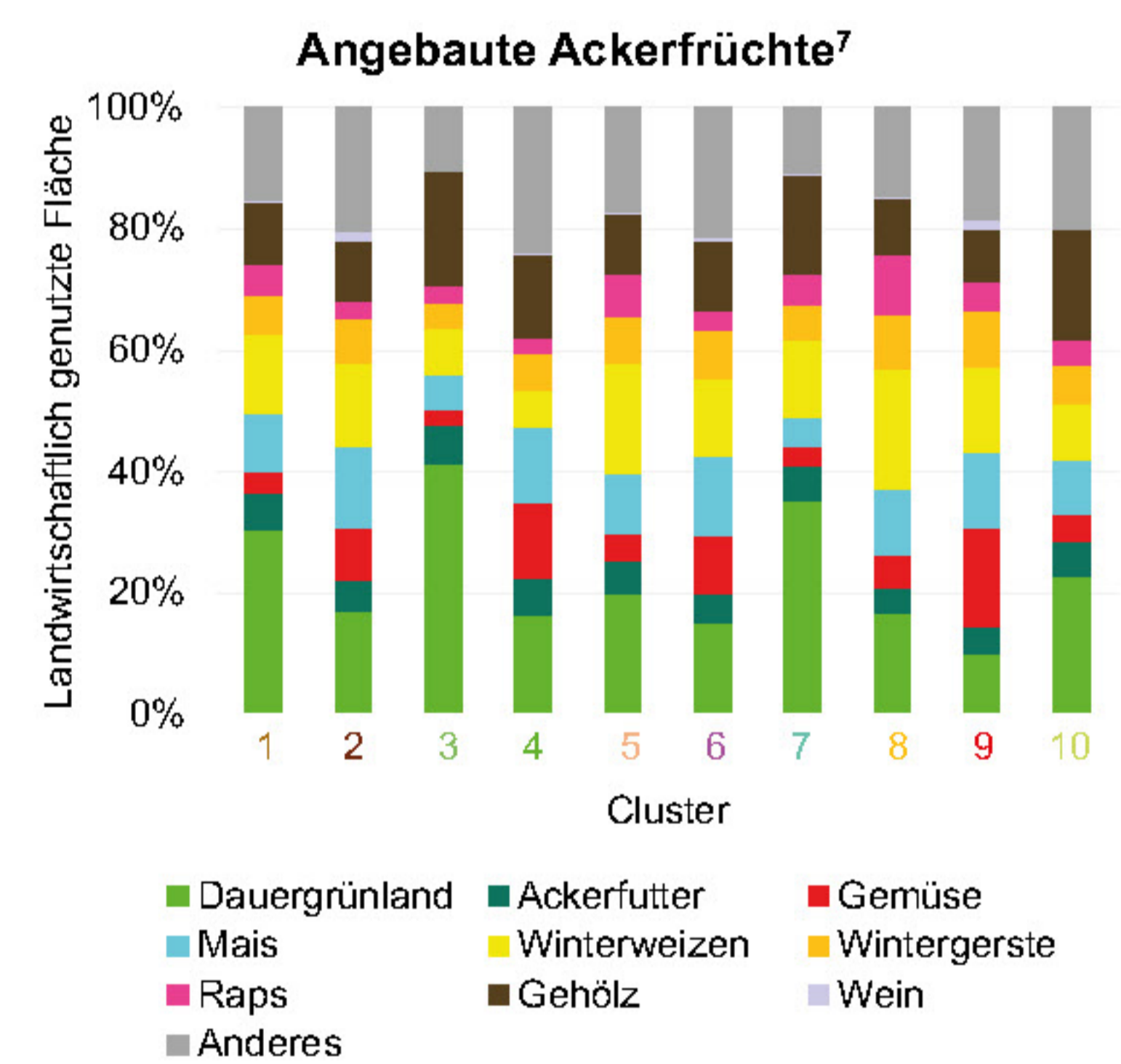
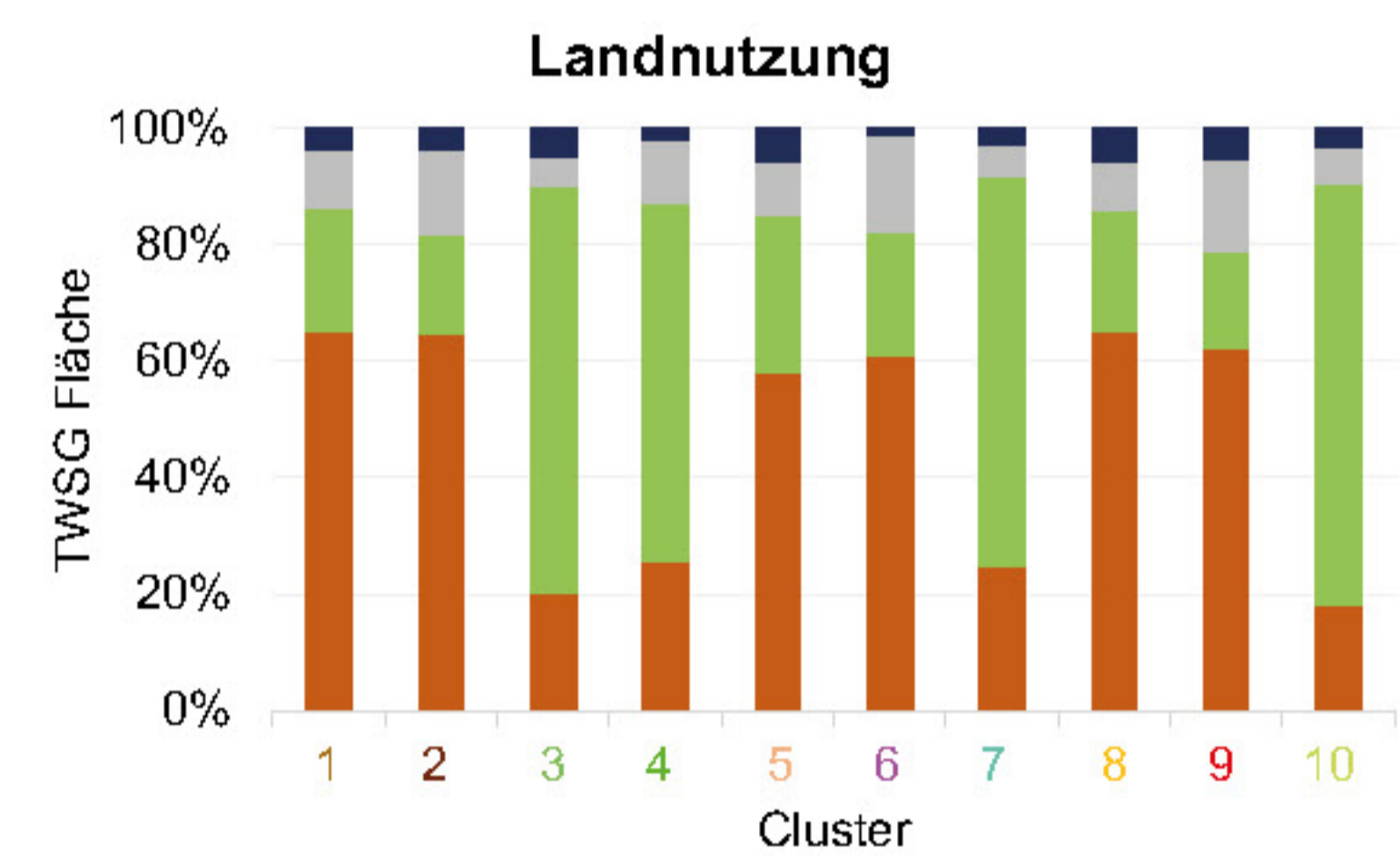
- Erstellung eines einheitlichen, georeferenzierten Datensatzes für alle Trinkwasserschutzgebiete (TWSG) in Deutschland.
- Enthalten sind folgende Faktoren:
 - Größe und Verwaltungsgebiet
 - Hydrogeologie und Aquifertyp
 - Dürrereaktionszeiten²
 - Grundwasserneubildung und Niederschlag
 - Geländehöhe
 - Flächennutzung
 - Tierbestände, Feldfrüchte, Grünland, Anteil bewässerter Ackerflächen, Anzahl Betriebe
 - Wassergewinnung, Wasserverbrauch, Bevölkerungsdichte, Einwohnerzahl, Wasserkosten
 - Tourismus: Anzahl Übernachtungen
 - Wasserqualität und -quantität nach Wasserrahmenrichtlinie 2022³

In welche Gruppen lassen sich TWSG einteilen?

- Es lassen sich 10 verschiedenen Trinkwasser-Situationen (Cluster) identifizieren.
- Hauptunterscheidungsmerkmale der Gruppen sind die Dürrereaktionszeit, Landnutzung und der Anteil bewässerter Flächen.



- ### Cluster Charakteristika:
- Dürrereaktionszeit ~ 4 Monate:**
 - 8%: Gelände flach, geringe Wassergewinnung und -verbrauch, Bewässerung gering
 - 3%: Bewässerung hoch, Wassergewinnung gering, Wasserverbrauch hoch
 - 10%: Gelände steil, Tiefenperkolation hoch
 - Dürrereaktionszeit ~ 18 Monate:**
 - 18%: Wasserverbrauch gering, Bevölkerungsdichte gering
 - 8%: Tiefenperkolation gering, Bevölkerungsdichte hoch
 - 13%: Gelände steil, Tiefenperkolation hoch, Wasserkosten hoch
 - Dürrereaktionszeit ~ 30 Monate:**
 - 5%: Bevölkerungsdichte hoch, Wassergewinnung gering, Wasserkosten hoch
 - 15%: Wasserverbrauch gering, Bewässerung gering, Tiefenperkolation gering
 - 11%: Wasserverbrauch hoch, Bewässerung hoch, Wasserkosten gering
 - 9%: Gelände steil, Tiefenperkolation gering, Wassergewinnung und -verbrauch gering



Es besteht Handlungsbedarf!

Inwiefern werden Maßnahmen zu Grundwasserschutz in TWSG von Landwirt*innen akzeptiert?

- Evaluation der potentiellen Umsetzungsbereitschaft von landwirtschaftlichen Betrieben für einzelne Grundwasserschutzmaßnahmen.

QR-Code scannen und teilnehmen:



Methodik:

- Akzeptanzanalyse: Umfrage als Discrete Choice Experiment (Entscheidungsmodell)

Vorläufige Ergebnisse:

- Höchste Akzeptanz:** Reduktion der N-Düngung um 10 % sowie der Anbau von Zwischenfrüchten
- Geringste Akzeptanz:** Verzicht auf Herbizide auf 25 % bzw. 50 % der Betriebsfläche
- Geforderte Ausgleichsleistungen:** ermäßigter Wasserpreis um 0,64 € je m³ für Herbizidverzicht auf Teilflächen; eine Ermäßigung um 0,20 € je m³ für die Reduktion der N-Düngung um 10 %

Hypothesen:

- Mit steigender Dürrwahrscheinlichkeit nimmt die Zahlungsbereitschaft für Wasser für Bewässerungsmaßnahmen zu.
- Landwirtschaftliche Betriebe sind prinzipiell bereit, grundwasserschützende Maßnahmen zu implementieren, wenn sie im Gegenzug günstigeren oder erhöhten Zugang zu Wasser für Bewässerungsmaßnahmen erhalten.
- Wasser wird als Produktionsfaktor bei steigender Dürrwahrscheinlichkeit relevanter als andere Faktoren wie Dünge- oder Pflanzenschutzmittel.

Beispiel eines Choice Sets:

Dürrwahrscheinlichkeit: 20 %
In 1 der kommenden 5 Jahre kommt es zu landwirtschaftlicher Dürre

Maßnahmen zum Grundwasserschutz	Option 1	Option 2	Option 3
Reduktion der jährlichen gesamtbetrieblichen N-Düngung	-20 %	Keine Reduktion	Keine zusätzlichen Maßnahmen gefordert
Anbau einer winterharten Zwischenfrucht oder Untersaat auf der gesamten Ackerfläche	Ja	Ja	Keine zusätzlichen Maßnahmen gefordert
Verzicht auf synthetische Herbizide	Verzicht auf 20 % der Betriebsfläche	Verzicht auf 10 % der Betriebsfläche	Keine zusätzlichen Maßnahmen gefordert
Ausgleichsleistungen für Maßnahmen			
Wasserpreis für Bewässerungsmaßnahmen	0,20 €/m ³	0,60 €/m ³	1,00 €/m ³
Verfügbare Wassermenge zum angegebenen Preis	unbegrenzt	unbegrenzt	500 m ³ /ha (bzw. 50 l/m ²) pro ha Betriebsfläche und Jahr

Literatur

¹Umweltbundesamt (2022): <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/grundwasser>
²Wasserrahmenrichtlinie (2022): <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wasserrahmenrichtlinie-gewasser-in-deutschland>
³Hellwig et al. (2020): <https://doi.org/10.5194/hess-25-1053-2021>

⁴Gower (1971): <https://doi.org/10.2307/2528823>
⁵Kaufman and Rousseeuw (1990): <https://doi.org/10.2307/2532178>
⁶Hennig, C. (2007) Cluster-wise assessment of cluster stability
⁷Blickensdörfer et al. (2022): <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112831>

Kontakt

(¹)kathrin.szillat@hydrology.uni-freiburg.de (²)julian.boerner@uni-hohenheim.de