

Hydrologie und Implikationen für Landwirtschaft, Gesellschaft und Ökosysteme

PD Dr. K. Drastig
AG-Wasserproduktivität in der Landwirtschaft (AgroHyd) 
Abt. Technikbewertung und Stoffkreisläufe (ATB-Potsdam) und
Humboldt-Universität zu Berlin

Landnutzung im Wandel

Strategisches Forum der Deutschen Agrarforschungsallianz
8./9. November 2022, NH Collection Berlin Friedrichstrasse



Klimawandel und Hydrologie

- Sommerhalbjahr: höhere Temperaturen, abnehmende Niederschläge
 - Pflanzen beginnen früher mit der Verdunstung und verdunsten mehr
 - die Böden trocknen im Frühjahr schneller und im Sommer stärker aus
- Trinkwasserversorgung: drohende Engpässe
- Landwirtschaft: Sommerkulturen (Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben) möglicherweise Bewässerung nötig
- Besonders betroffen sind der Nordosten sowie das Rhein-Main-Gebiet

Was wir heute übers
Klima wissen

Basistatsachen zum Klimawandel, die in der
Wissenschaft unumstritten sind

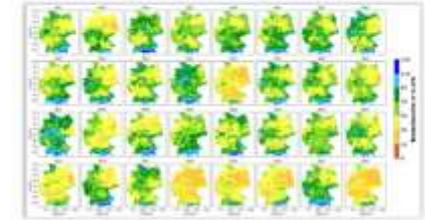


ExtremWetterKongress
www.extremwetter.de

70 Jahre
Deutscher Wetterdienst
Wetter und Klima aus einer Hand

WAS WIR 2022 ÜBER
DAS EXTREMWETTER
IN DEUTSCHLAND WISSEN

STAND DER WISSENSCHAFT ZU EXTREMEN WETTERPHANOMENEN
IM KLIMAWANDEL IN DEUTSCHLAND



Herausgegeben von:
Deutscher Wetterdienst und Extremwetterkongress Hamburg



Stichtag: 2022-11-10

Wasserbedarf im landwirtschaftlichen Betrieb

2. Wasser in der LW

- Pflanzenwachstum



- Pflanzenschutz



- Waschen und Kühlen von Feldfrüchten



- Technisches Wasser im Stall



z.B. 5,45 Mm³/a für die Brandenburger Milchviehwirtschaft²

(ohne Futterproduktion und Kühlen der Produkte)

z.B. erfolgte Bewässerung in BB mit 15,2 Mm³ Wasser auf knapp 1% der genutzten Ackerlandfläche¹

¹UBA (2009) Daten zur Umwelt – Umweltzustand in Deutschland

²Drastig et al (2010) Water footprint analysis for the assessment of agricultural processes..., Advances in Geosciences

Herkunft des Wassers

Nicht-bewässerte Kulturen

Bewässerte Kulturen

Rainfed

Ergänzende Bewässerung

Erhöhen der
niederschlagsbasierten -Anteile
am Wasserspeicher

Infiltrierter
Niederschlag und
Bodenwasser

Grund- und
Oberflächenwasser,
das zur Bewässerung
und im Stall
eingesetzt wird

Bewässern mit Grundwasser

Bewässern mit Oberflächenwasser

2. Wasser in der LW

verändert nach Hoff (2009) Institute for Social-Ecological Research (ISOE) Workshop



Indikator: Wasserproduktivität (WP)

3. Wassereffiziente LW

- Produktivität = Relation von Output zu Input
- Wasserproduktivität [kg m^{-3} ; kcal m^{-3} , € m^{-3}]

$$\text{WP} = \frac{\text{betrieblicher Output}}{\text{Wasserinput}}$$



- betrieblicher Output [kg , kcal , € ,.....]

- Biomasse
- Nahrungsenergie
- Erlöse
- ...

- Wasserinput [m^3]

- **Transpiration von Niederschlagswasser (Herkunft: Infiltrierter Niederschlag und Bodenwasser)**
- **technisches Wasser (Herkunft: Grund- und Oberflächenwasser)**
- indirektes Wasser (Wasser in Vorketten)



Boulay et al. (2021): Building consensus on water use assessment of livestock production systems and supply chains: outcome and recommendations from the FAO LEAP Partnership. Ecological Indicators. (Mai 2021): p. 107391.

Drastig et al. (2021) Accounting for livestock water productivity: How and why?. Technical Report. FAO, Rome.

FAO (2019): LEAP: Guidelines for water use assessment of livestock production systems and supply chains. Rom, 104 S.

Prochnow, A., Drastig, K., Klauss, H., Berg, W., 2012. Water use indicators at farm scale: methodology and case study. Food and Energy Security. 1 (1): 29-46

Maßnahmen zur Steigerung der Wasserproduktivität

3. Wassereffiziente LW

Pflanzenproduktion

Bodenbearbeitung - Aussaat

- konservierende Bodenbearbeitung mit Lockerung / ohne Lockerung, Direktsaat, Strip Till
- Ausbringen organischer Substanz: Mulchen, Einarbeiten von Ernteresten
- Kombinieren von Arbeitsgängen
- optimale Saatbettbereitung
- hohe Bestandsdichte beim Säen
- Berücksichtigen der aktuellen Vegetationsperiode

Düngen

- ausreichende Kaliumversorgung, Unterstützen der Wurzelentwicklung

Optimieren der Fruchtfolgen

- trockenolerante Sorten / Kulturen
- Sorten / Kulturen mit geringem Transpirationskoeffizient
- Diversifizieren, Zwischenfrüchte

Wassersparende Bewässerung

- effiziente Bewässerungsverfahren
- Präzisionsbewässerung, Defizitbewässerung
- Steuerung über Wasserbilanz/Bodenfeuchte
- Speicherung von Niederschlag

Vermeiden von Konkurrenzen

- mechanischer / chemischer Pflanzenschutz

Lagerung und Verarbeitung von Feldfrüchten

- Wasser im Kreislauf führen

Tierhaltung

Fütterungsstrategien

- Auswahl wassersensitiver Rationen

Milch- und Fleischproduktion

- Produktionsintensität anpassen (z.B. Milchleistung, Reproduktion, Lebensdauer)
- spezielle Züchtungen
- regionalspezifische Merkmale berücksichtigen

Stallspezifische Prozesse

- wassersparende Melksysteme
- wassersparende Reinigungsprozesse
- wassersparende Kühlung

Übergreifende (modernisierte) Massnahmen

Verminderung der Bodenverdichtung

- Roboter und Schwarmtechnologien
- Portaltraktoren
- Kettenlaufwerke, Reifendruck-Regelanlagen

Digitalisierung

- Sensoren, Analysewerkzeuge, Farm-Management-Informationen-Systeme
- höhere Präzision
- KI

Kombinationen von Maßnahmen

Maßnahmen zur Steigerung der Wasserproduktivität

3. Wassereffiziente LW

Pflanzenproduktion

Bodenbearbeitung - Aussaat

- konservierende Bodenbearbeitung mit Lockerung / ohne Lockerung, Direktsaat, Strip Till
- Ausbringen organischer Substanz: Mulchen, Einarbeiten von Ernteresten
- Kombinieren von Arbeitsgängen
- optimale Saatbettbereitung
- hohe Bestandsdichte beim Säen
- Berücksichtigen der aktuellen Vegetationsperiode

Düngen

- ausreichende Kaliumversorgung, Unterstützen der Wurzelentwicklung

Optimieren der Fruchtfolgen

- trockentolerante Sorten / Kulturen
- Sorten / Kulturen mit geringem Transpirationskoeffizient
- Diversifizieren, Zwischenfrüchte

Wassersparende Bewässerung

- effiziente Bewässerungsverfahren
- Präzisionsbewässerung, Defizitbewässerung
- Steuerung über Wasserbilanz/Bodenfeuchte
- Speicherung von Niederschlag

Vermeiden von Konkurrenzen

- mechanischer / chemischer Pflanzenschutz

Lagerung und Verarbeitung von Feldfrüchten

- Wasser im Kreislauf führen

Tierhaltung

Fütterungsstrategien

- Auswahl wassersensitiver Rationen

Milch- und Fleischproduktion

- Produktionsintensität anpassen (z.B. Milchleistung, Reproduktion, Lebensdauer)
- spezielle Züchtungen
- regionalspezifische Merkmale berücksichtigen

Stallspezifische Prozesse

- wassersparende Melksysteme
- wassersparende Reinigungsprozesse
- wassersparende Kühlung

Übergreifende (modernisierte) Massnahmen

Verminderung der Bodenverdichtung

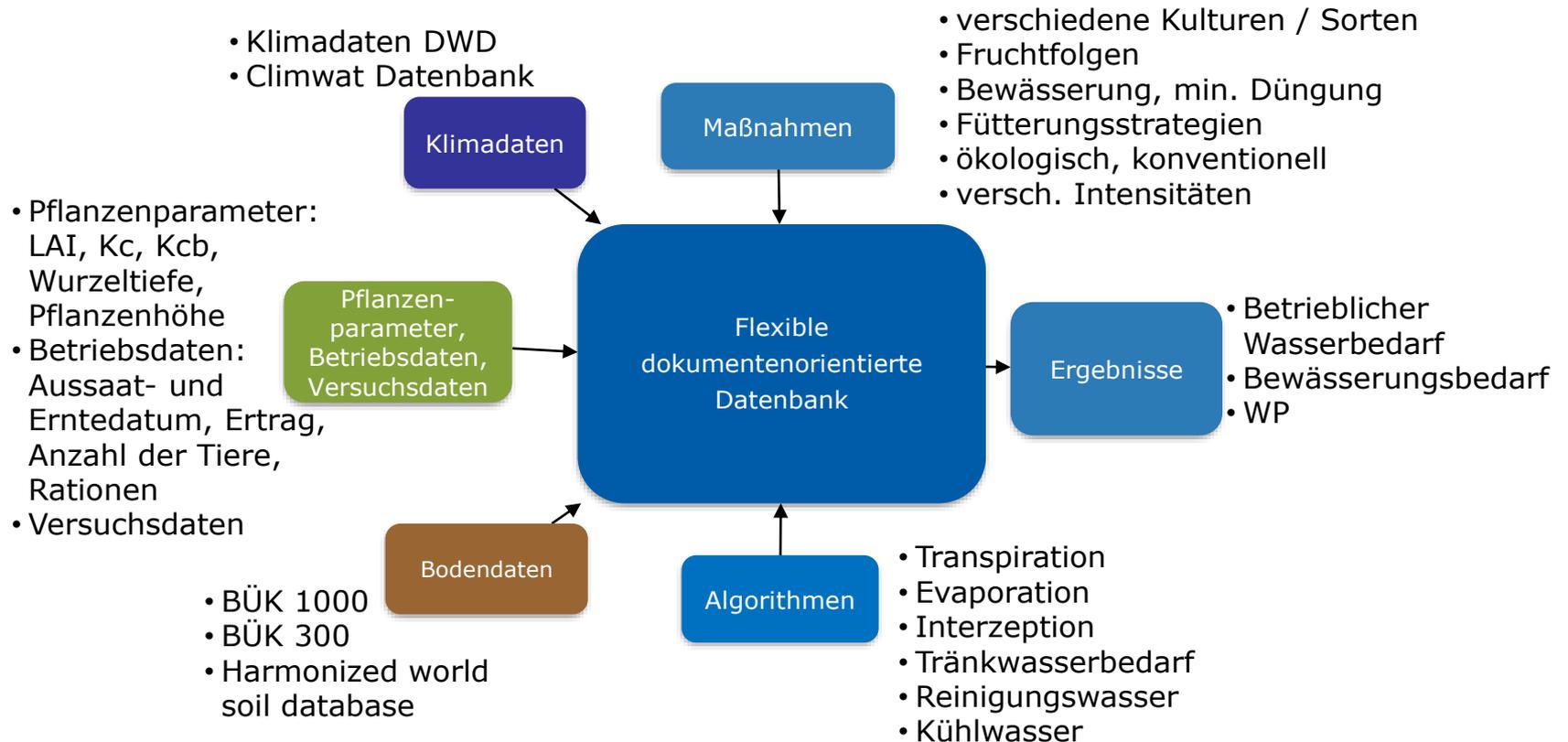
- Roboter und Schwarmtechnologien
- Portaltraktoren
- Kettenlaufwerke, Reifendruck-Regelanlagen

Digitalisierung

- Sensoren, Analysewerkzeuge, Farm-Management-Informationen-Systeme
- höhere Präzision
- KI

Kombinationen von Maßnahmen

● AgroHyd Farmmodell

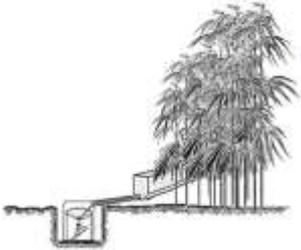


WP: Wasserproduktivität

Bewertung von Maßnahmen in der Pflanzenproduktion (Beispiele)



3. Wassereffiziente LW



- Wasserproduktivität von Hanf: WP verschiedener **Hanfsorten**: Ivory, Santhica 27 (höhere WP). Hohe Interzeptionsverdunstung.
- Wasserproduktivität von Winterraps
Wirkung unterschiedlicher **mineralischer N-Düngung**: Positiver Effekt auf WP auf monetärer Basis. Düngergaben über $120 \text{ kg N ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ führten nur zu marginalen WP-steigerungen.
- Bewertung der Unsicherheiten: Auch bei genauer Ermittlung der Wasserproduktivität zeigt sich eine hohe Bandbreite der Werte
→ nur bedingt übertragbar auf andere Standorte, Jahre.

WP: Wasserproduktivität

Bewertung von Maßnahmen in der Tierhaltung (Beispiele)



3. Wassereffiziente LW



- Höchster Wasserbedarf Tierhaltung: Futtermittelproduktion
- Die höchste WP in der Milchviehhaltung bei einer **Milchleistung** von etwa 10.000 kg(FCM) und einer Fütterung mit Gras- und Maissilage



- **Broilermastsysteme:** Wassereinsatz für die Futtermittelproduktion 99,7%.
WP: 0,29 - 0,33 kg m⁻³.

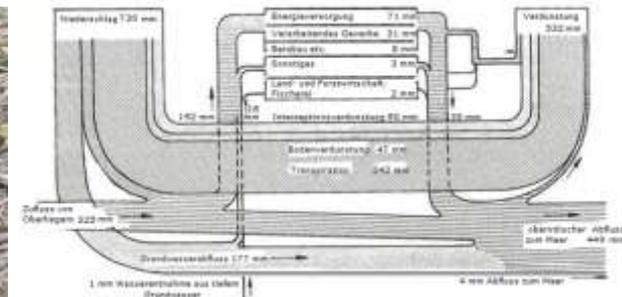
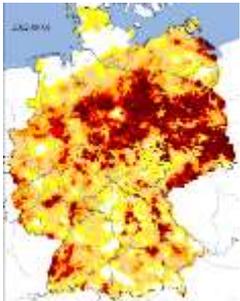


- Mutterkuhhaltungssystem: Höchste WP in einem **konventionellen** Betrieb. Auf monetärer Basis haben **ökologische** Mutterkuhhaltungssysteme die höchste WP: 0,28 € m⁻³

FCM: Fett-korrigierte Milch

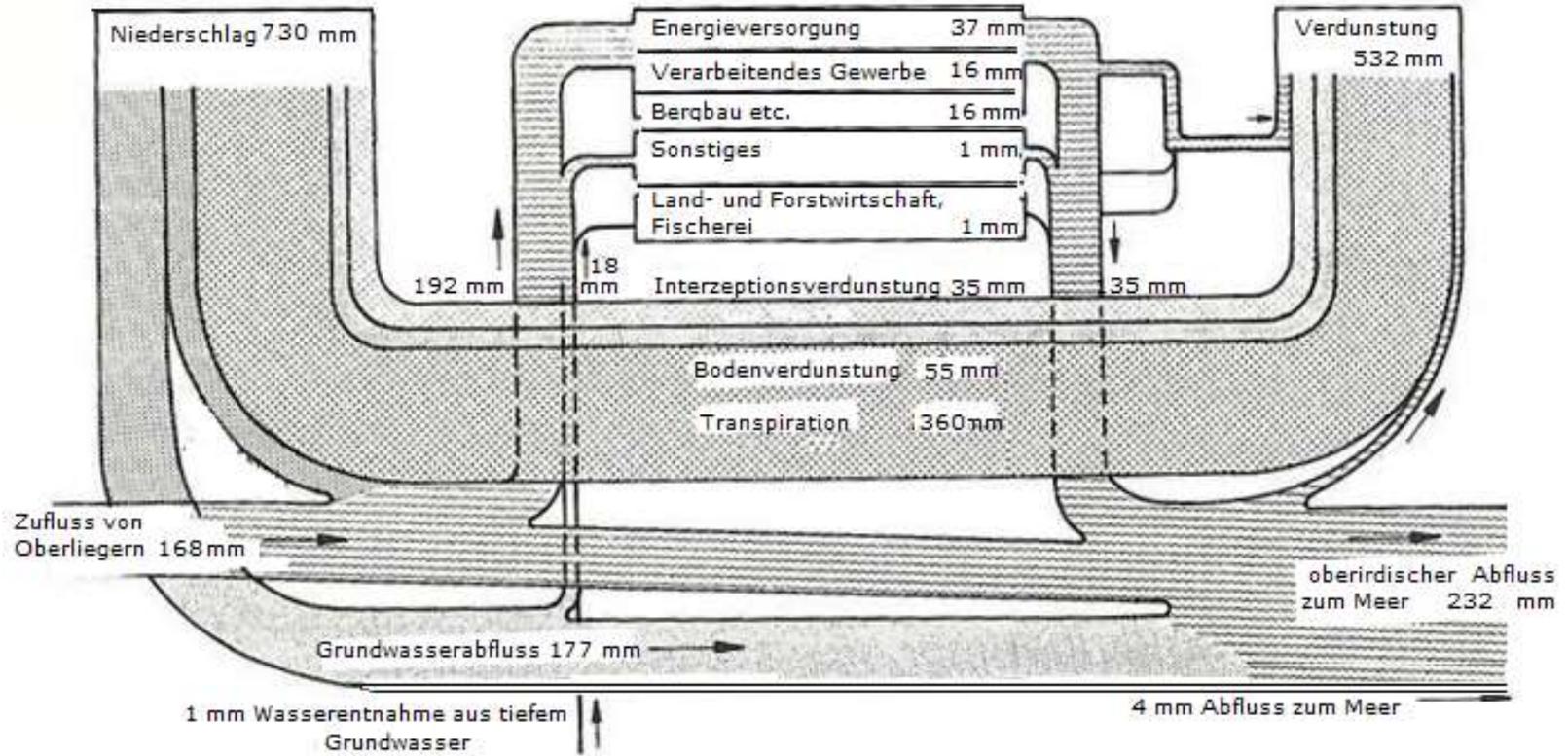
WP: Wasserproduktivität

1. Einführung: Klimawandel und Hydrologie
2. Wasser in der Landwirtschaft
3. Wassereffiziente Landwirtschaft
4. Umweltwirkung des Wassereinsatzes



Hydrologischer Kreislauf Deutschland

4. Umweltwirkung des Wassereinsatzes



Verändert nach Liebscher und Baumgartner et al. (1996)

Komponenten: Zeitraum (Quelle)

Niederschlag: 2019 (DWD, shorturl.at/syHJZ)

Verdunstung: 1961–1990 (BGR, BAGLUVA)

Energieversorgung, Verarbeitendes Gewerbe, Bergbau etc., Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Sonstiges: 2019 ([Destatis shorturl.at/djrw1](https://Destatis.shorturl.at/djrw1))

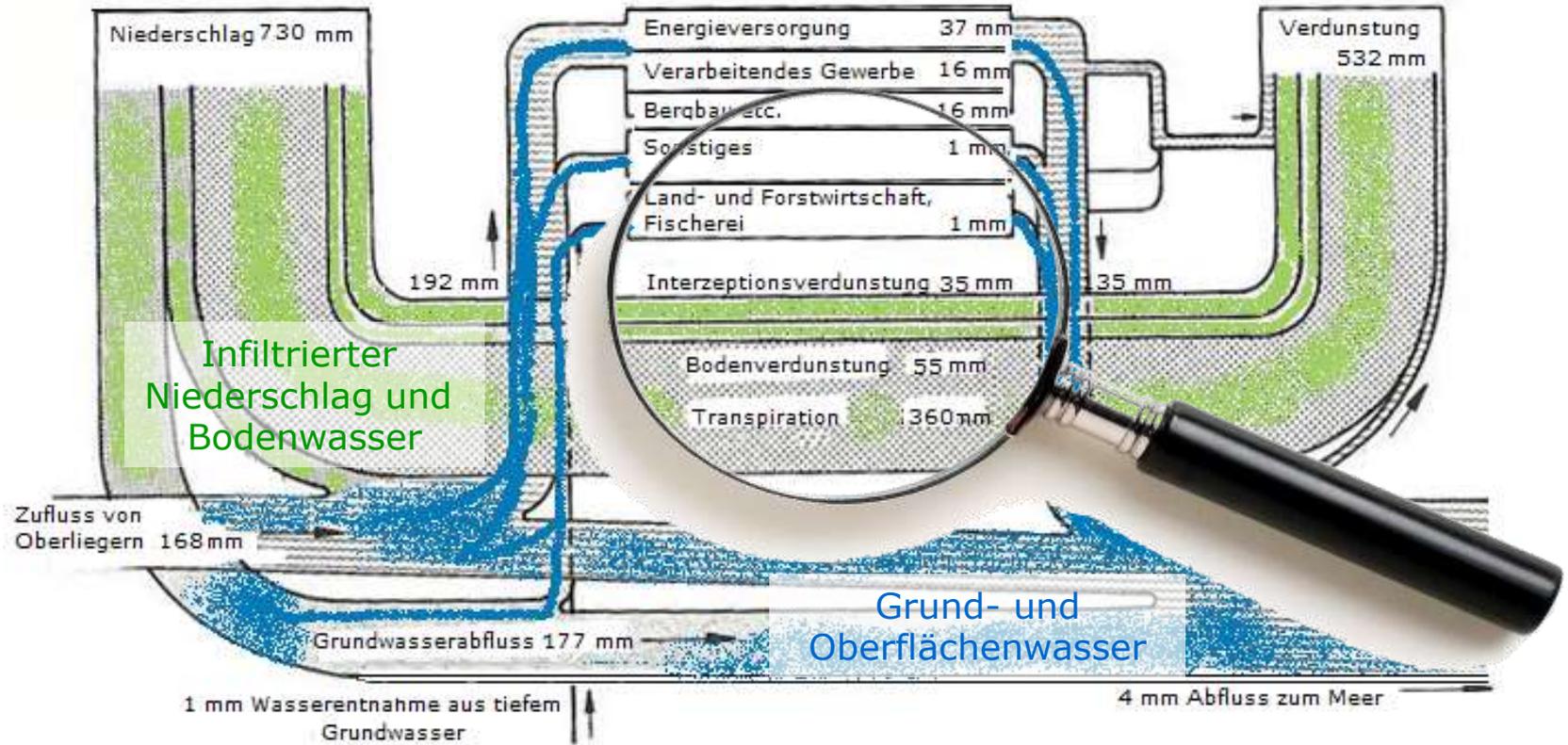
Zufluss von Oberliegern, Oberirdischer Abfluss zum Meer: 2015 ([UBA shorturl.at/hmEPU](https://UBA.shorturl.at/hmEPU))

Grundwasserabfluss, Wasserentnahme aus tiefem Grundwasser, Abfluss zum Meer: 1990 (Liebscher und Baumgartner et al., 1996)

Interzeptionsverdunstung, Bodenverdunstung, Transpiration: Werte angenommen

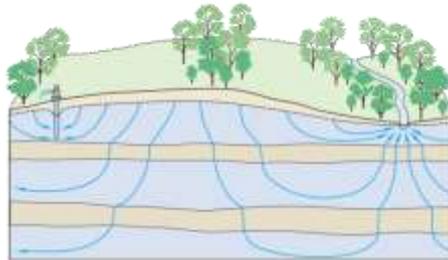
Umweltwirkung des Wassereinsatzes

4. Umweltwirkung des Wassereinsatzes



Vorgehensweise Umweltamt¹ bei der Beantragung von Wasserrechten für die Landwirtschaft

1. Bewerten der Grundwasserleiterkonfiguration (Flurabstand,...)
2. Ökologische Bewertung
3. Schutzgebiete vorhanden?
4. Größe des Einzugsgebiets (z.B. für 200 m³/d werden 1 km² benötigte Fläche veranschlagt)
5. Modellieren der GWNB, Abziehen des ökologischen Wasserbedarfs



GWNB: Grundwasserneubildung

¹z.B. Sachgebiet Wasser, Boden, Abfall Umweltamt, Wasser, Boden, Abfall, Landkreis Teltow-Fläming

- Publikation „Deep learning shows declining groundwater levels in Germany until 2100 due to climate change“ (Wunsch et al. 2022)
- Erhöhte Variabilität und längere Perioden mit niedrigen Grundwasserständen im Jahreszyklus zum Ende des Jahrhunderts hin.
- Abnehmende Trends der Grundwasserspiegel - dies betraf vor allem den nördlichen und östlichen Teil Deutschlands.



- Publikation „Deep learning shows declining groundwater levels in Germany until 2100 due to climate change“ (Wunsch et al. 2022) **Besonders von zunehmender Bodentrockenheit betroffen sind der Nordosten sowie das Rhein-Main-Gebiet**
- Erhöhte Variabilität der Grundwasserspiegel im Jahreszyklus zum Ende des 21. Jahrhunderts **das Rhein-Main-Gebiet**
- Abnehmende Trends der Grundwasserspiegel - dies betraf vor allem den nördlichen und östlichen Teil Deutschlands.

Wunsch, A., Liesch, T., Broda, S., 2022. Deep learning shows declining groundwater levels in Germany until 2100 due to climate change. Nature communications 13, 1-13.

Maßnahmen zur Steigerung der Wasserproduktivität: Schlüssel für die Anpassung an Klimafolgen

Verbesserte Ausnutzung des
(Niederschlags-)Wassers ist möglich!

