



Ministerium für Landwirtschaft
und Verbraucherschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen



Entwicklung eines nachhaltigen und klimaangepassten Wasser(mengen)managements für das Einzugsgebiet des WSG Borken „Im Trier“

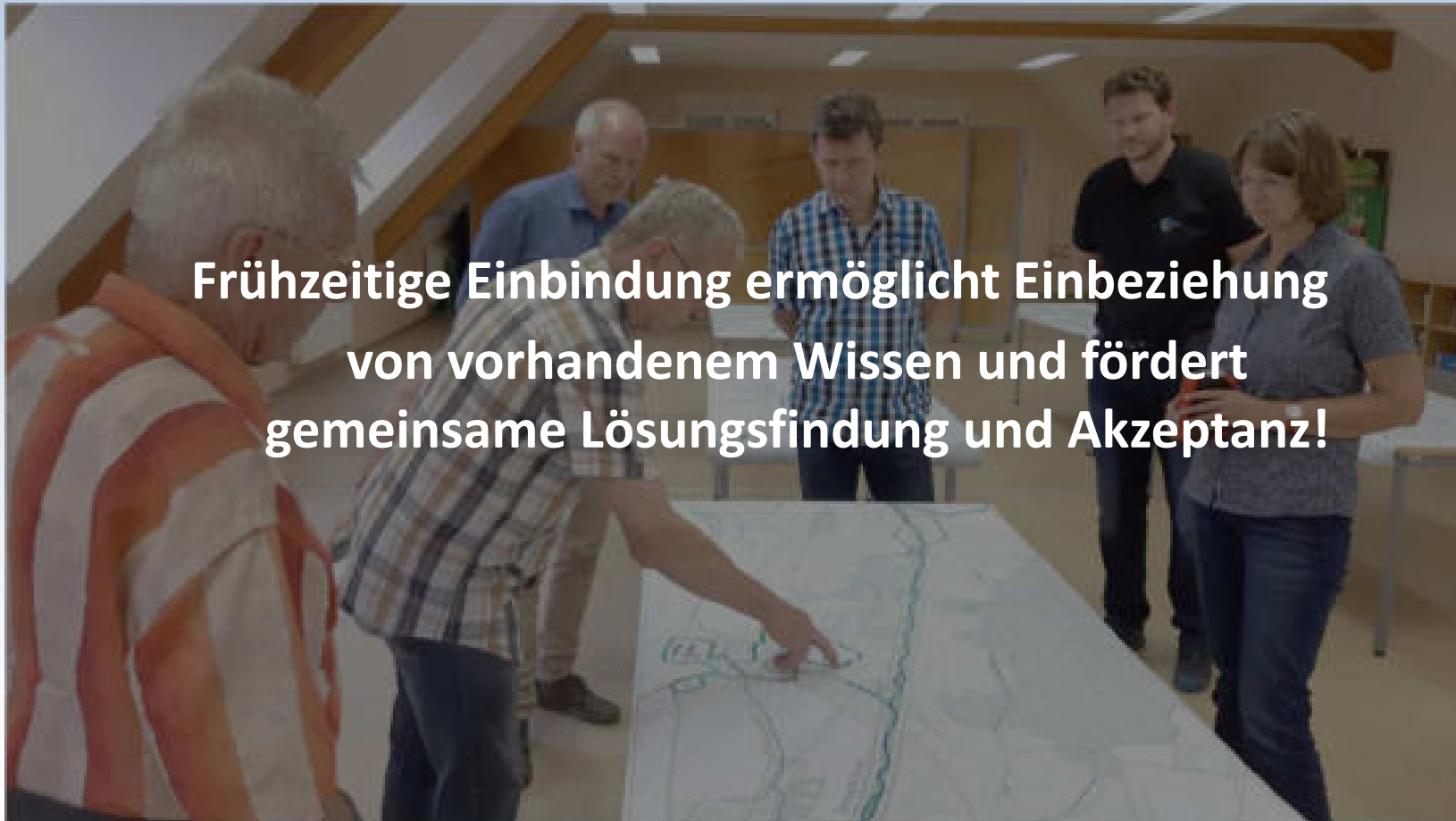
Wo stehen wir - Stand der Dinge

Carsten Bohn, WLV



**1. Sitzung der projektbegleitenden AG am 22.09.2023 in
Borken**

Beteiligung – Einbindung der relevanten AkteurInnen und Institutionen



Auswahl Projektgebiet WSG „Borken Im Trier“

- **Trockene Sommer 2018 und 2019:** vermehrter Eingang Anträge Grundwasserentnahmen $\Rightarrow$ bei Erlaubnis aller Anträge im WSG „Im Trier“ und „Lammersfeld“ mengenmäßige **Überschreitung** bilanzielles Grundwasserdargebot $\Rightarrow$ eigentlich Ablehnung der Anträge
- Zwischenzeitlich **200.000 m³ Grundwasserkapazität** zusätzlich verfügbar durch **nicht mehr genutzten Versorgungsanteil** Stadtwerke Borken
- **Zuteilung** Landwirten über wasserrechtliche Erlaubnisse für Grundwasserentnahmen zu Berechnungszwecken **befristet bis 31.12.2026**
- **Auslaufen** Bewilligungen und Erlaubnisse WSG „Im Trier“ zum 31.12.2026

Projektbeteiligte

- **Projektbeirat** (Projekt Wassermanagement und Bewässerung)
- **Projektbegleitende Arbeitsgruppe**, bestehend aus:
 - Kreis Borken
 - Stadtwerke Borken (Emergy mbH)
 - Trinkwasserschutzkooperation „Im Trier“ / „Lammersfeld“
 - Landwirtschaftskammer NRW – Kreisstelle Borken
 - Örtliche Wasser- und Bodenverbände
 - WLV Kreisgeschäftsstelle Borken
 - Stadt Borken
- **Externe Dienstleister** (DHI WASY, München, AQUANTA, Datteln, WuB GmbH, Münster)

Grundsätzliche Herangehensweise

Grundprinzip / Rahmen: Integriertes Wasserressourcen-Management (IWRM)



- ganzheitliche Bewertung, Planung und Gegenüberstellung von **Wasserverfügbarkeit** und **Wassernutzung**
- **Einbeziehung** der **Wechselwirkungen** zwischen hydrologischen und klimatischen Bedingungen, Landnutzungsprozessen und relevanten sozio-ökonomischen Prozessen

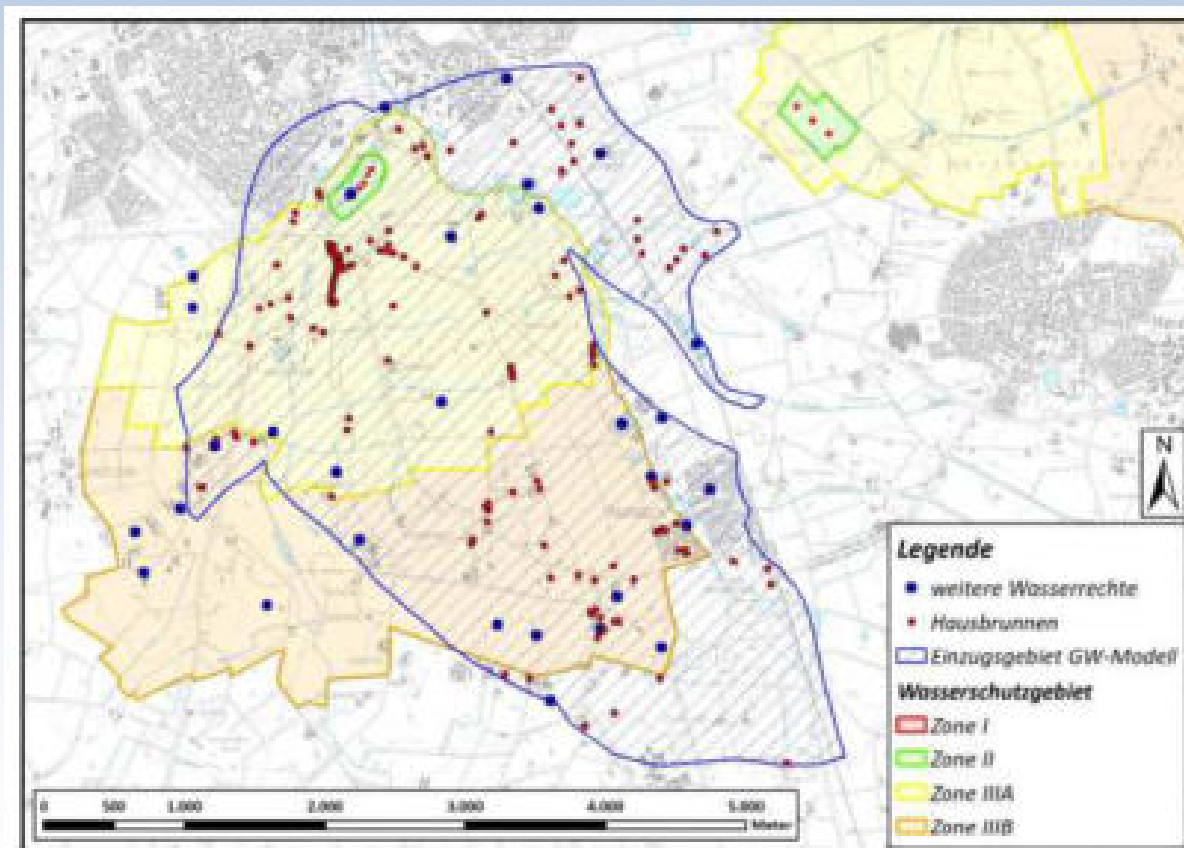
➔ Ausgangspunkt **Situationsanalyse** = Vergleich **Wasserdargebot** mit dem **ermittelten (Bewässerungs-)Bedarf** = **Grundlage** Erarbeitung Konzept / Ableitung konkreter Planungen und Maßnahmen / Handlungsoptionen

Potentielle zu betrachtende Systemkomponenten / Systemanalyse



Situationsanalyse – Ist-Zustand

Dargebotsbilanzierung WSG – EZG Wassergewinnung „Im Trier“ (Aquanta 2023)



Situationsanalyse – Ist-Zustand

Dargebotsbilanzierung WSG – EZG Wassergewinnung „Im Trier“ (Aquanta 2023)

		WSG	EZG GW-Modell
GW-Neubildung	mGROWA	2.976.200	3.025.900
	GWneu	3.006.600	2.851.800
	SCHROEDER & WYRWICH	3.071.100	3.019.800
	Mittel	3.017.967	2.965.833
Infiltration und Versickerung	Infiltration Döringbach	11.900	11.900
	Versickerung Filterrückspülwasser	35.600	35.600
GW-Dargebot	mGROWA	3.023.700	3.073.400
	GWneu	3.054.100	2.899.300
	SCHROEDER & WYRWICH	3.118.600	3.067.300
	Mittel	3.065.467	3.013.333
GW-Entnahmen	WGA Im Trier	2.800.000	2.800.000
	weitere Wasserrechte	217.815	332.639
	Hausbrunnen	27.600	20.830
	Viehhaltung	78.985	124.550
	Summe	3.124.400	3.278.019
Dargebotsbilanzierung	mGROWA	-100.700	-204.619
	GWneu	-70.300	-378.719
	SCHROEDER & WYRWICH	-5.800	-210.719
	Mittel	-58.933	-264.686

Situationsanalyse – Ist-Zustand

Dargebotsbilanzierung WSG – EZG Wassergewinnung „Im Trier“ (Aquanta 2023)

- Abnahme mittlere GW-Neubildung (SCHROEDER & WYRWICH 1990) von rd. 3.350.000 m³/a (1994) auf rd. 3.071.100 m³/a im Bereich des WSG aufgrund höherer Verdunstungswerte
- GW-Neubildung mGROWA für das EZG Wassergewinnung auch mit Zeitreihe 1991-2020 berechnet ⇒ statt 3.025.900 m³/a nur noch 2.607.700 m³/a (Rückgang um 14 %), entspricht einer Dargebotsbilanzierung von -620.000 m³/a
- bei Bilanzierung im Sinne Worst-Case-Betrachtung nicht tatsächlich entnommene, sondern maximal erlaubte Jahresmengen bei erlaubten und bewilligten Grundwasserentnahmen angesetzt
- Präzisierung / Validierung erlaubnisfreier GW-Entnahmen (insb. Wasserbedarf Viehhaltung)
- Erfassung tatsächlich drainierte Flächen erforderlich (Verfahren mGROWA, bisher bei potenziell drainierten Flächen mit Flurabständen von > 2 m Dränabfluss zur Grundwasserneubildung gerechnet) ⇒ Überschätzung Drainageabfluss
- Einbeziehung / Berücksichtigung Sickerwasser Beregnung in Bilanzierung (modellimmanent bei MikeSHE)

Analyse / Schätzung – Wasserbedarfe - Landwirtschaft

Bedarf Landwirtschaft = Bedarfe Nutztierhaltung + Bedarfe Beregnungs- / Bewässerungswasser

Wesentliche Einflussfaktoren auf Menge und räumliche Verteilung (verändert, nach CONSULAQUA, ahu 2021)

- Klimaentwicklung $\Rightarrow$ Dauer / Intensität von Trocken-, Nass- und Hitzeperioden
- Angebaute Kulturen / Ackerbau $\Rightarrow$ Anpassungen an Klimawandelfolgen, Verbraucher- und Konsumverhalten, Anbauzeiträume, Bewirtschaftungssystem, ...
- Innovationen, technologische Entwicklung, Anwendung $\Rightarrow$ Beregnungs- und Landtechnologie, Landschaftswasserrückhalt, GW-Anreicherung, ...
- Nutztierhaltung $\Rightarrow$ Verbraucher- und Konsumverhalten, politisch – rechtliche Vorgaben und Anforderungen
- unvorhergesehene langfristige Folgen besonderer Ereignisse (z. B. Pandemien)
- Flächenverbrauch etc.

Analyse / Schätzung – Wasserbedarfe - Landwirtschaft

Bilanzierung gem. Vorgehensweise KlimaBeHageN-Projekt (Fachbeitrag LWK NRW, Bezirksstelle für Agrarstruktur Münsterland, Fachbeitrag Uni Kassel)

Prognose Berechnungs- / Bewässerungsbedarf

Verschiedene Herangehensweisen

- I. Fragebogen $\Rightarrow$ Auswertung landwirtschaftlicher Bewässerungsbedarf nach tatsächlichen Umfrageergebnissen
- II. Gesamtszenario $\Rightarrow$ Betrachtung der Gesamtfläche LN im Projekt- / Bilanzgebiet $\Rightarrow$ Ansatz 100 mm Bewässerung ($\triangleq$ 1000 m³/ha), für längere Trockenheitsphasen 200 mm ($\triangleq$ 2.000 m³/ha)
- III. Kalkulierter Bewässerungsbedarf auf Grundlage der angebauten Kulturen bei aktueller Bewässerungstechnik (ohne / mit Dauergrünland), Annahme rd. 110 mm durchschnittlicher Bewässerungsbedarf basierend auf angebauten Kulturen (Anpassung an / für Projektgebiet erforderlich)
- IV. Prognose Bewässerungsbedarf basierend auf Erstellung klimatischer Wasserbilanz nach dem Geisenheimer Modell unter Berücksichtigung Kulturspektrum und Anbauumfang definierter Jahre $\Rightarrow$ Berechnung des für jede Kultur im jeweiligen Wachstumsstadium benötigten optimalen Bedarfes

Analyse / Schätzung – Wasserbedarfe - Landwirtschaft

Prognose Berechnungs- / Bewässerungsbedarf

I. Fragebogen

**Landwirtschaftsbüro
Nordrhein-Westfalen**
Anschrift: **Prof. Dr. Peter Jahn**
Dortmund: 0234-495-280
Telefon: 0234 11 12 288

Kontaktperson: Corinna Barthel
Berliner Straße 28, 44603 Corrida

**Projekt: „Klima-Bewertung im Hammesbachgebiet (Dortmund):
Nachhaltiges Wassermanagement für Landwirtschaft, Landschaft &...**

1. Bewertung

1.1 Bewertung der Betriebe

Betrieb	Bewässerung	Wasserbedarf	Wasserangebot
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

2. Bewertung

2.1 Bewertung der Betriebe

Betrieb	Bewässerung	Wasserbedarf	Wasserangebot
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

3. Bewertung

3.1 Bewertung der Betriebe

Betrieb	Bewässerung	Wasserbedarf	Wasserangebot
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

4. Bewertung

4.1 Bewertung der Betriebe

Betrieb	Bewässerung	Wasserbedarf	Wasserangebot
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

5. Bewertung

5.1 Bewertung der Betriebe

Betrieb	Bewässerung	Wasserbedarf	Wasserangebot
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			

Analyse / Schätzung – Wasserbedarfe - Landwirtschaft

Prognose Berechnungs- / Bewässerungsbedarf

II. Gesamtszenario (Feldblockdaten 2022)*

Bereich des Wasserschutzgebietes

- alle LW-Flächen werden bewässert
 - 100 mm ($\triangleq$ 1.000 m³/ha) Bewässerung für Durchschnittsjahr angenommen
 - 200 mm ($\triangleq$ 2.000 m³/ha) für Trockenjahre
- ⇒ **923.500 m³ – 1.847.000 m³** bei rd. 923,5 ha LF-Nutzfläche

Bereich des Einzugsgebietes der WGA

- alle LW-Flächen werden bewässert
 - 100 mm ($\triangleq$ 1.000 m³/ha) Bewässerung für Durchschnittsjahr angenommen
 - 200 mm ($\triangleq$ 2.000 m³/ha) für Trockenjahre
- ⇒ **1.045.000 m³ – 2.090.000 m³** bei rd. 1.045 ha LF-Nutzfläche

Analyse / Schätzung – Wasserbedarfe - Landwirtschaft

Prognose Berechnungs- / Bewässerungsbedarf

III. Kalkulierter Bewässerungsbedarf auf Grundlage der angebauten Kulturen bei aktueller Bewässerungstechnik

Bereich des Wasserschutzgebietes

- Multiplikation der Fläche der Hauptanbaukultur mit dem jeweiligen Standardwert zur Ermittlung des Wasserbedarfes für Beregnung
- Bewässerungsbedarf im Schnitt 110 mm*, Fläche der angebauten Kulturen (ohne DG) / ggf. mit DG
- 823,5 ha (Acker und Sonderkulturen) x 110 mm $\triangleq$ **905.850 m³**
- mit DG: 100,05 ha x 150 mm $\triangleq$ **150.075 m³**
- Gesamtbewässerungsbedarf **1.055.925 m³** pro Jahr

Bereich des Einzugsgebietes der WGA

- Multiplikation der Fläche der Hauptanbaukultur mit dem jeweiligen Standardwert zur Ermittlung des Wasserbedarfes für Beregnung
- Bewässerungsbedarf im Schnitt 110 mm*, Fläche der angebauten Kulturen (ohne DG) / ggf. mit DG
- 920 ha (Acker und Sonderkulturen) x 110 mm $\triangleq$ **1.012.000 m³**
- mit DG: 125 ha x 150 mm $\triangleq$ **187.500 m³**
- Gesamtbewässerungsbedarf **1.199.500 m³** pro Jahr

Analyse / Schätzung – Wasserbedarfe - Landwirtschaft

Prognose Berechnungs- / Bewässerungsbedarf

IV. Prognose Bewässerungsbedarf basierend auf Erstellung klimatischer Wasserbilanz nach dem Geisenheimer Modell unter Berücksichtigung Kulturspektrum und Anbauumfang (Uni Kassel)

- Nutzung Kulturspektrum und Anbauumfang eines (Anbau-)Jahres als Grundlage (Daten bereitgestellt durch LWK NRW)
- Erstellung klimatische Wasserbilanz nach dem Geisenheimer Modell auf Basis von tagesgenauen Daten für Niederschlag und Temperatur (DWD) sowie unter Berücksichtigung der Bodenbeschaffenheit ⇒ Berechnung des für jede Kultur im jeweiligen Wachstumsstadium benötigten optimalen Bewässerungsbedarfes
- Kalkulation Differenz zwischen Pflanzenbedarf und von der Bewässerungstechnik abhängigen Verlustmengen durch Verwendung von technikbezogenen Aufschlagfaktoren ⇒ Erhöhung Menge
- Festlegung Jahr(e) erforderlich ⇒ Klima-/Bewässerungsszenarien

Analyse / Schätzung – Wasserbedarfe - Landwirtschaft

Prognose Wasserbedarf Nutztierhaltung

- Aktuelle Tendenz: keine Zunahme, eher weiterer Rückgang der Tierbestände
- Gesamtbedarf = Tränkwasser + Hygiene- und Prozesswasser
- ausgehend vom abgeschätzten Ist-Zustand (2023) prozentuale Abschlüsse (sinkender Wasserverbrauch aufgrund sich reduzierender Tierbestände)
 - Annahme leicht sinkender / deutlich sinkender Bedarf (Prognose Wasserbedarf): Abnahme um x % im Vergleich zum aktuell ermittelten Wasserbedarf / jeweils prognostizierten Bedarf 2030 / 2050 / 2100
- Ansatz Implementierung MikeSHE: anonymisierte Abfrage aktueller Tierbestände im Bilanzgebiet $\Rightarrow$ Umrechnung in GVE $\Rightarrow$ Berechnungsgrundlage für Abschätzung / Prognose Wasserbedarf Nutztierhaltung (Daten Veterinäramt / Tierseuchenkasse), Festlegung Bedarf pro GVE (inkl. Prozesswasser)
 - Ist-Zustand November
 - Validierung / Aktualisierung Daten Mai des darauffolgenden Jahres
 - Ansatz Bedarf: Bsp. KlimaBeHageN $20 \text{ m}^3 / \text{a} / \text{GVE}$; IM Bewirtschaftung Wassermengen LK Nienburg / Weser: $50 \text{ l} / \text{d} + 25 \% \text{ Prozesswasser} / \text{GVE}$

Analyse / Schätzung – Wasserbedarfe - Trinkwasser

Prognose Wasserbedarf Trinkwassergewinnung – Haushalte und Gewerbe

- im Wesentlichen abhängig von Einwohnerentwicklung und dem durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch
- aktuell liegt der $\emptyset$ pro-Kopf-Verbrauch bei rd. 125 l
- eine aktualisierte Bedarfsprognose wird im Zuge der Neubeantragung der Bewilligung für die Trinkwassergewinnung erfolgen
- aktuell Genehmigung zur Entnahme von 2,8 Mio. m³ pro Jahr
- Tendenz bei Neubeantragung $\Rightarrow$ Rückkehr zu den ursprünglich genehmigten 3 Mio. m³ Entnahme pro Jahr ab 2027, ein höherer Bedarf aufgrund der Einwohnerentwicklung ist nicht auszuschließen
- Hausbrunnen $\Rightarrow$ zukünftiger Anschluss an öffentliches Wassernetz?

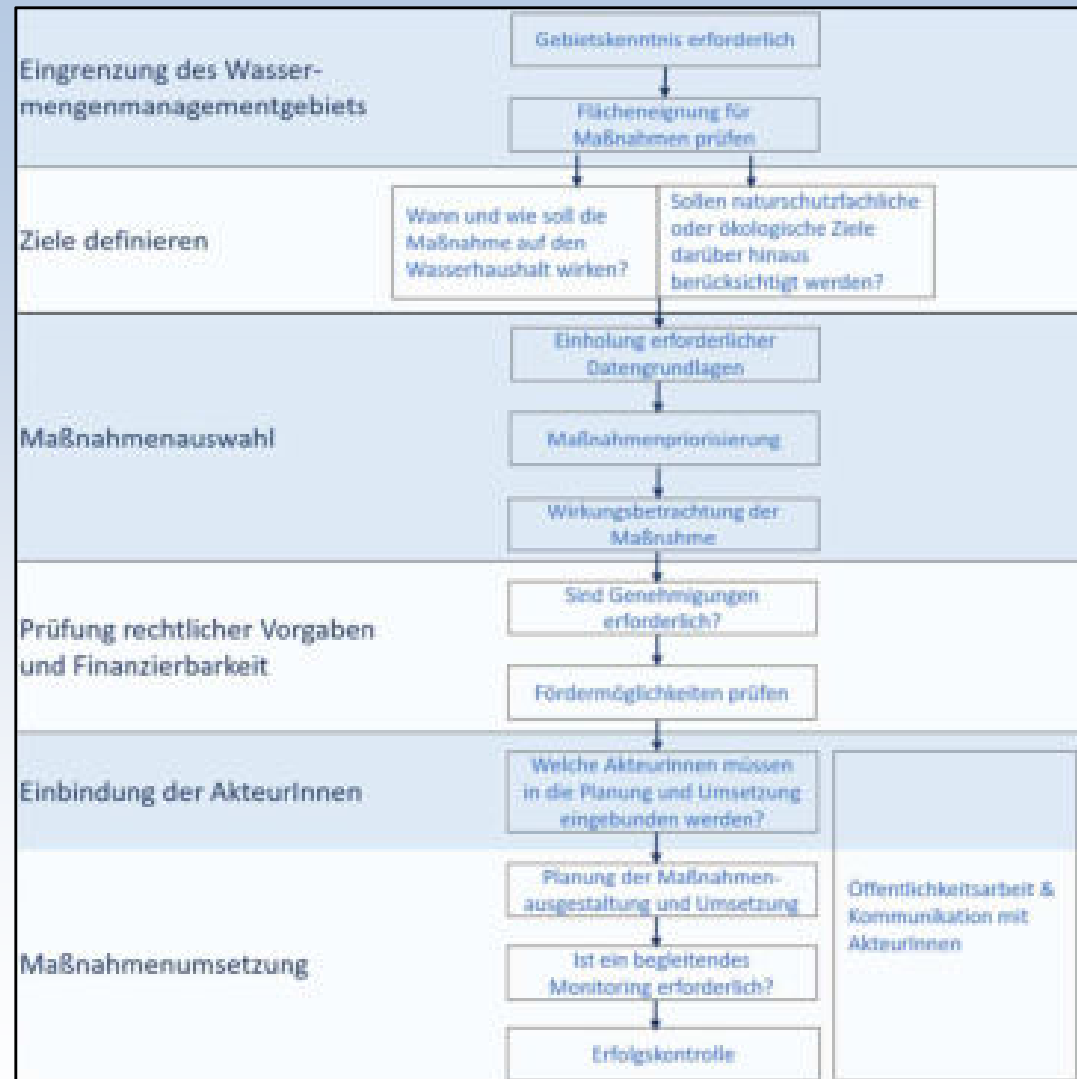
Bilanzierung Dargebot – prognostizierter Bedarf

		WSG	EZG-GW Modell
GW Neubildung	mGROWA	2.970.200	3.023.900
	GWneu	3.006.000	2.851.800
	SCHROEDER & WYRWICH	3.071.100	3.019.800
	Mittel	3.017.907	2.965.833
Infiltration und Versickerung	Infiltration Grundwasser	11.1000	11.1000
	Versickerung Filterndespolwasser	15.6000	15.6000
GW Dargebot	mGROWA	3.023.700	3.073.400
	GWneu	3.054.100	2.899.300
	SCHROEDER & WYRWICH	3.118.000	3.067.300
	Mittel	3.066.407	3.013.333
GW Entnahmen	Wasser im Fluss	2.180.000	2.180.000
	weitere Wasserrechte	212.000	212.000
	Hausbrunnen	22.000	20.000
	Viehhaltung	76.000	124.500
	Summe	2.490.000	2.536.500
Dargebotsbilanzierung	mGROWA	100.700	204.619
	GWneu	70.300	378.719
	SCHROEDER & WYRWICH	5.800	210.719
	Mittel	58.933	264.686

mGROWA: Zeitreihe 1981 – 2010 ; GWneu, SCHROEDER & WYRWICH: Zeitreihe 1991 - 2020

- Erhöhung Entnahmemenge TWG um 200.000 m³
- Dargebotsberechnung auf Basis langjähriger Zeitreihe 1991 – 2020 $\triangleq$ Mittlere klimatische Verhältnisse = Normaljahr?
- Worst-Case Betrachtung (Bedarf max.): TW-Dargebot (mehrjährige Trockenwetterbedingungen oder einzelne Trockenjahre?) + Infiltration und Versickerung - max. Zusatzwasserbedarfe Bewässerung / Beregnung (hierbei Abzug bereits bestehender Wasserrechte bei max. Ausnutzung genehmigter Mengen) - Entnahmen Hausbrunnen - Wasserbedarf Nutztierhaltung (erlaubnisfrei) - aktuelle Entnahmemenge TWG + 200.000 m³
- Vergrößerung EZG möglich zur Erhöhung GW-Dargebot? $\triangleq$ Vergrößerung WSG – Berücksichtigung weiterer Entnahmen
- Defizit bereits bei mittleren klimatischen Bedingungen vorhanden

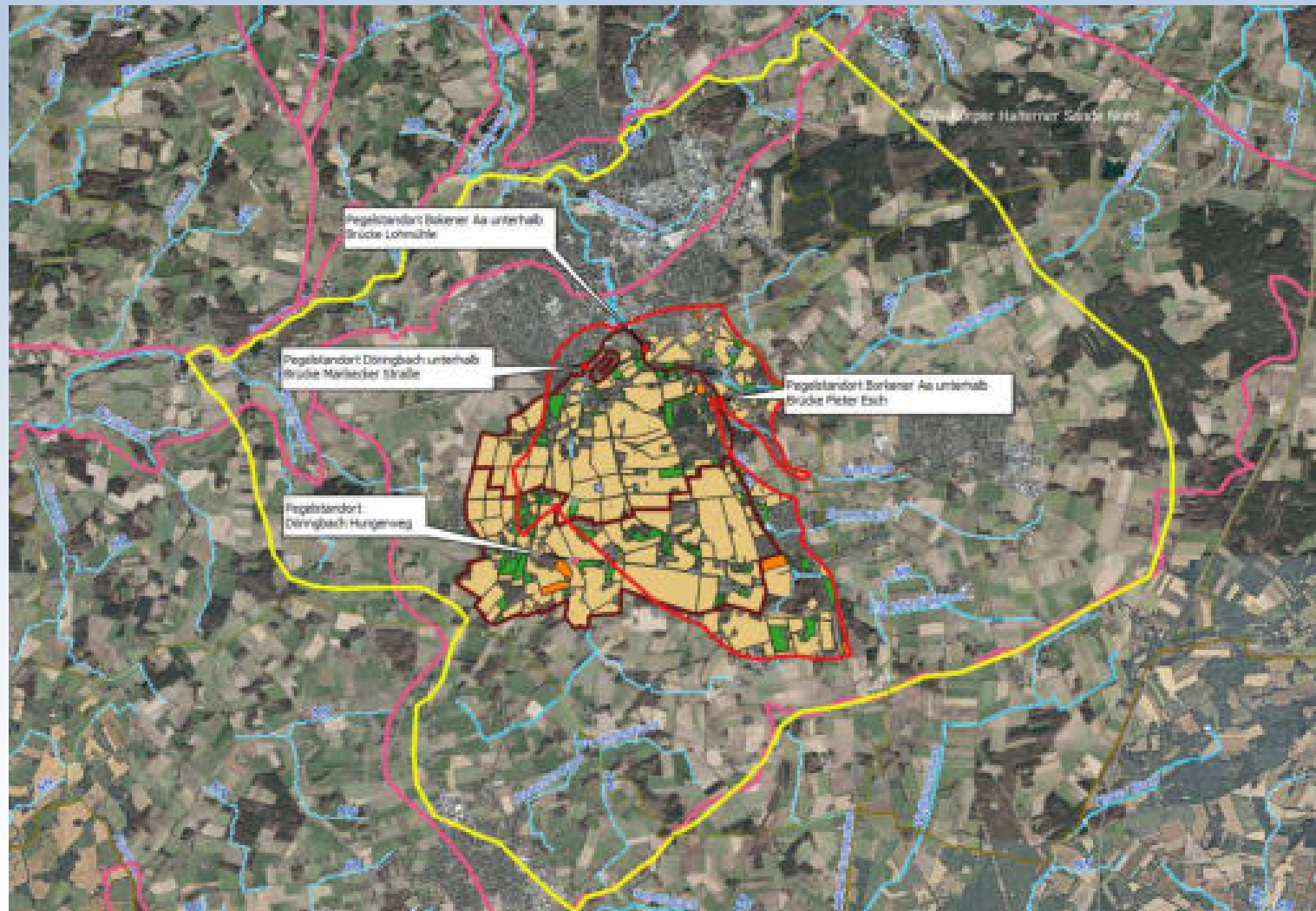
Beispiel: Herangehensweise – Planerisches Vorgehen



Grundlage für vertiefende maßnahmen- und standortspezifische Analyse und Planung

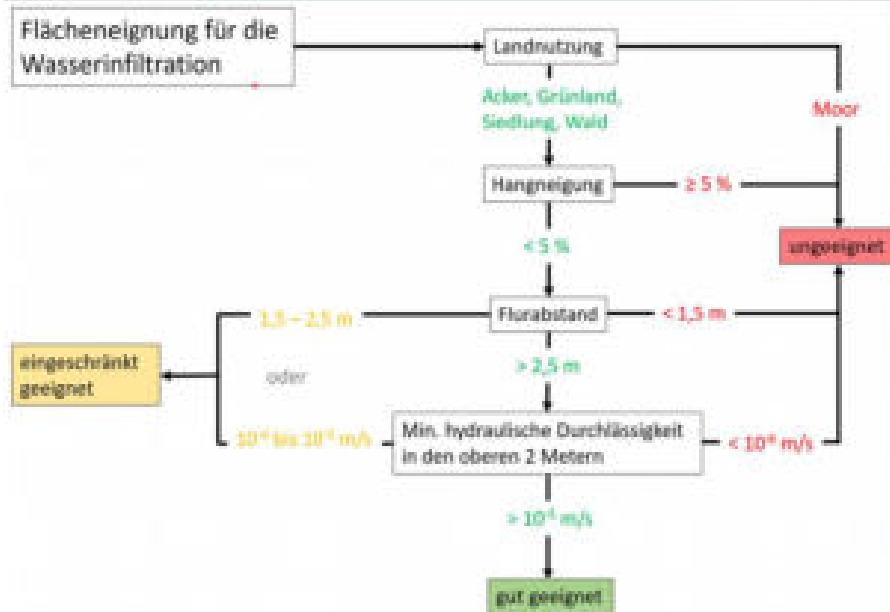
Quantifizierung Auswirkungen auf Gebietswasserhaushalt / Bilanzgebiet

Abgrenzung WSG, EZG WGA und Modellgebiet



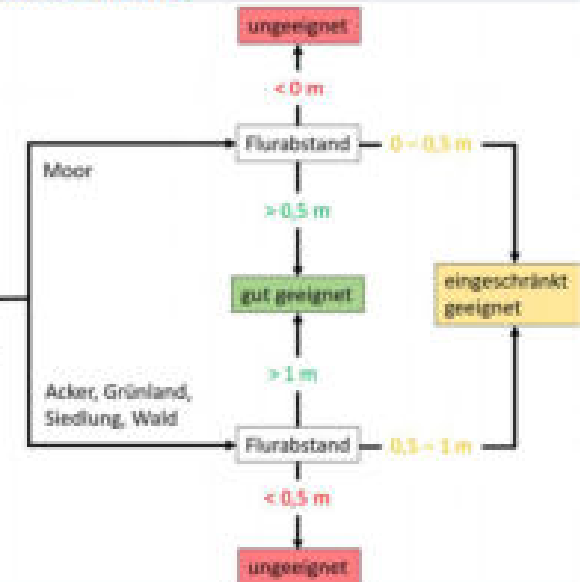
Flächeneignung prüfen

Erarbeitung eines Algorithmus zur Ausweisung geeigneter Flächen für die Wasserinfiltration



Erarbeitung eines Algorithmus zur Ausweisung geeigneter Flächen für Maßnahmen an Drainagesystemen oder Gewässern III. Ordnung

Flächeneignung für Maßnahmen an Drainagesystemen oder Gewässern III. Ordnung

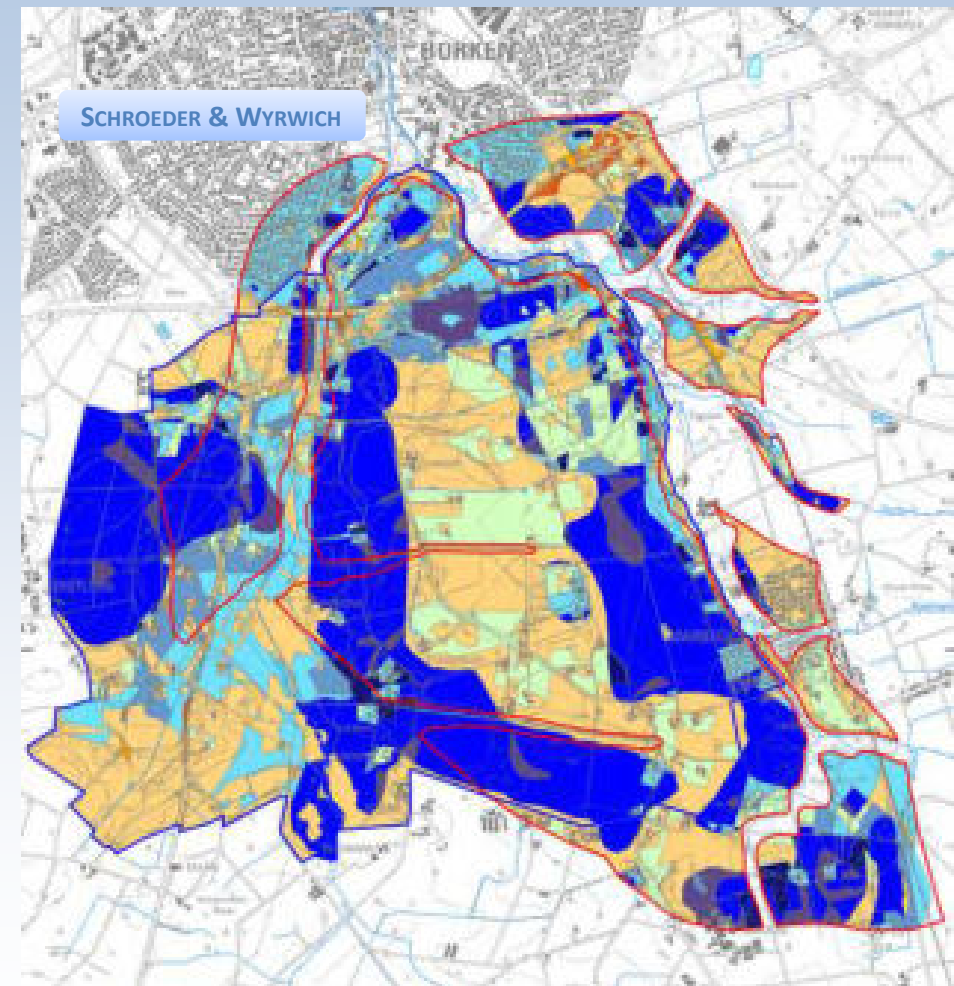
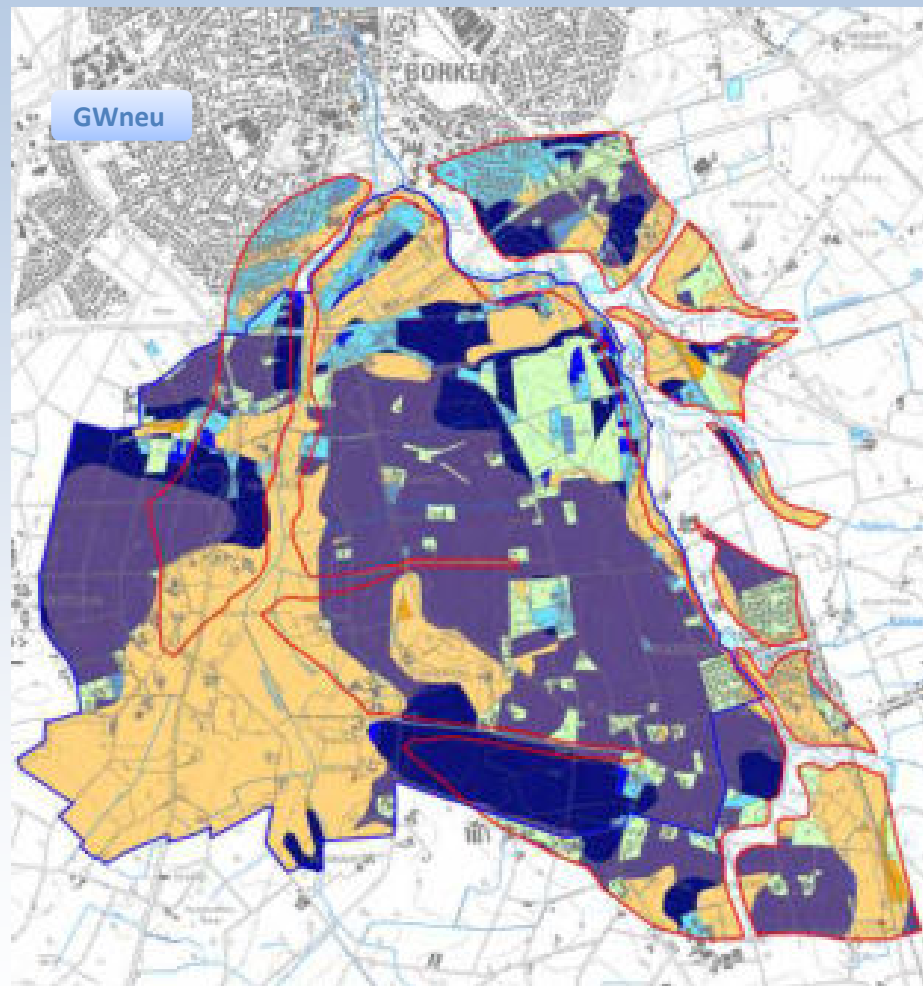


Geeignete Flächen → „Flach – Sandig - Trocken.“

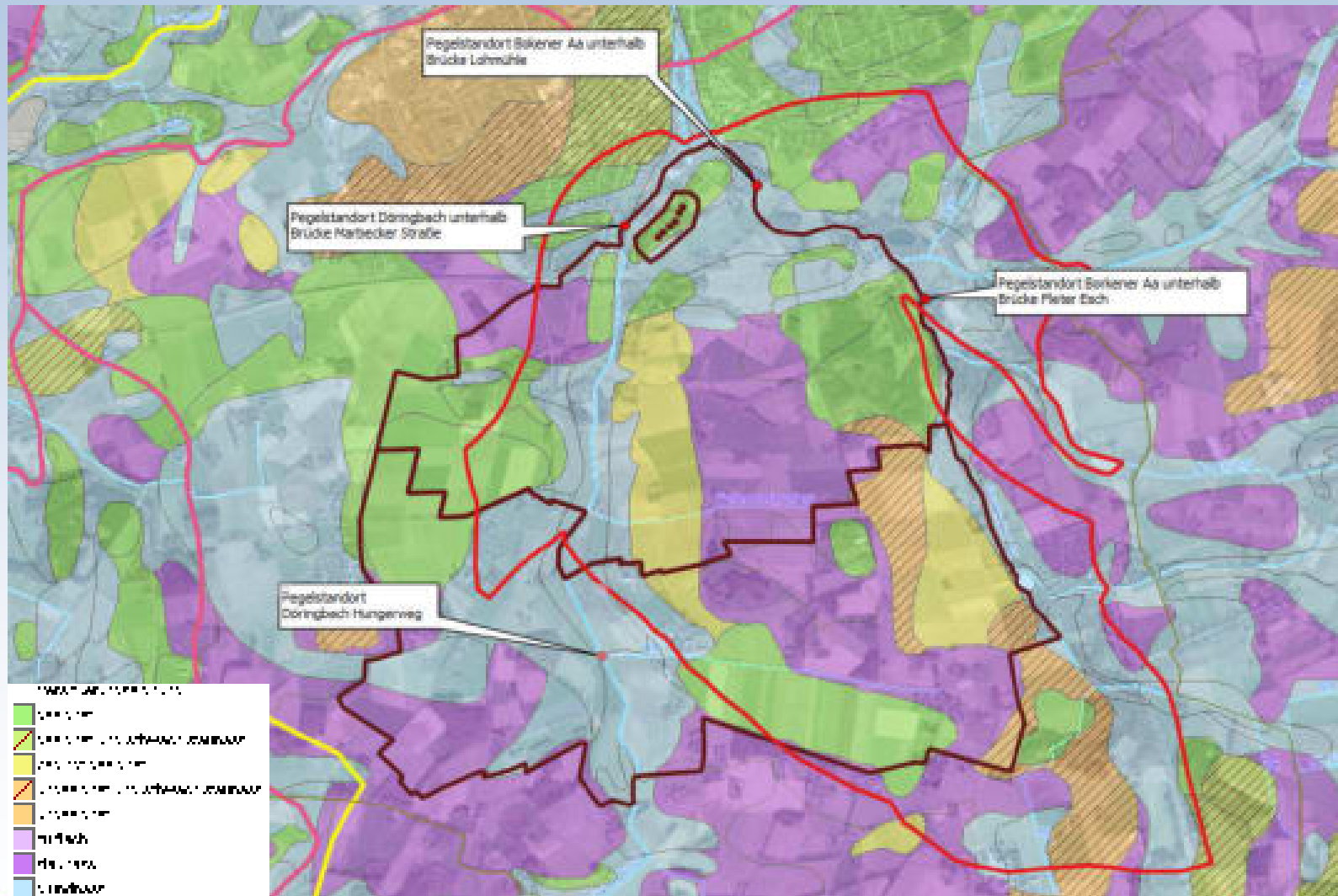
Einzelfallbetrachtung der Auswirkungen auf den Gewässerlauf erforderlich!

Quelle: Emslandplan 2.0 / HYDOR 2021

Flächeneignung prüfen – Wasserinfiltration / Versickerung



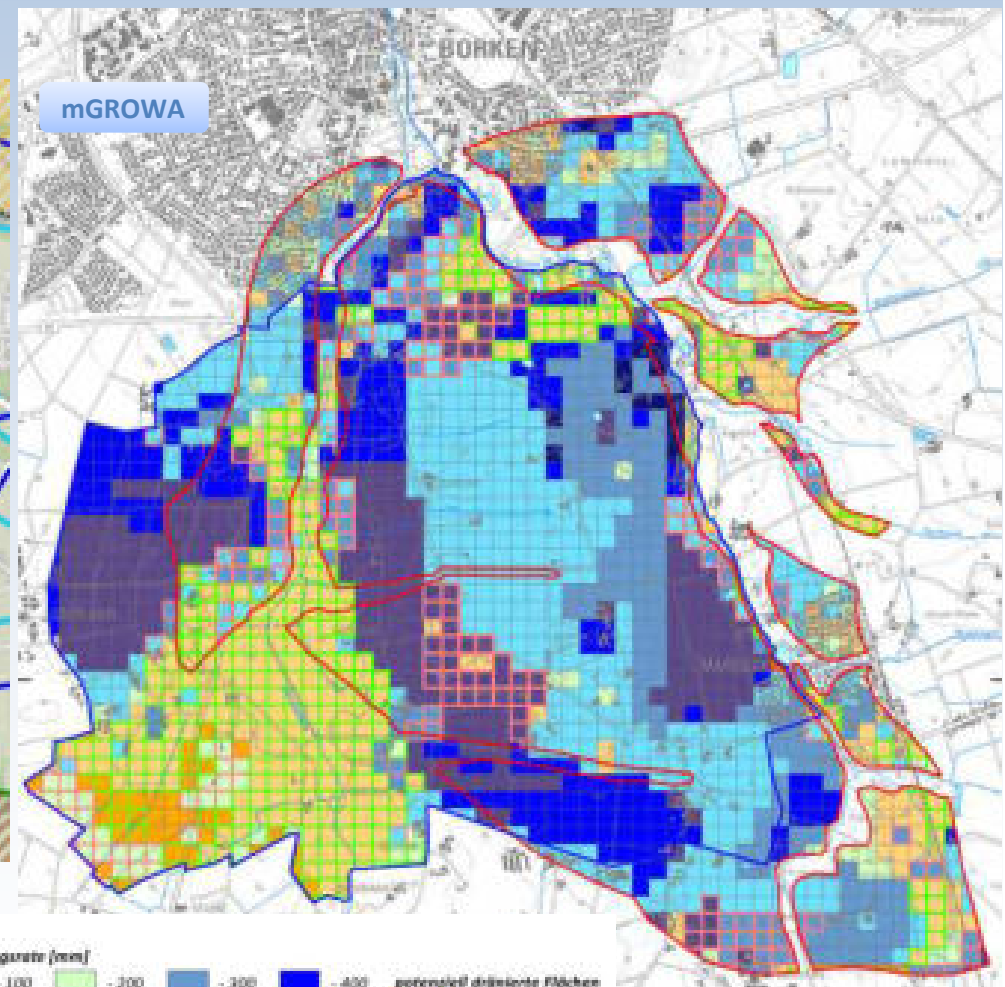
Flächeneignung prüfen – Wasserinfiltration / Versickerung



Flächeneignung prüfen – Gewässer / Drainagen



Auszug Geodatenatlas Kreis Borken Wasser, Gewässerkataster
© Kreis Borken – sämtliche Daten sind urheberrechtlich geschützt

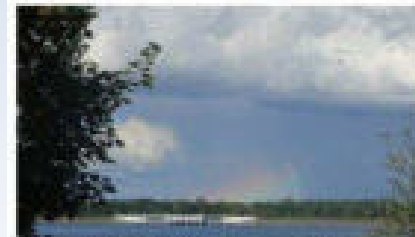


Mögliche Maßnahmen - Umsetzung

Erhöhung und Sicherung des quantitativen Grundwasserdargebotes – Stützung des Gebietswasserhaushalte – Ober- und unterirdische Wasserspeicher

Maßnahme	Akteur / Zielgruppe	Voraussetzungen / Rahmenbedingungen / Anregungen
Rückhalt in der Fläche (erhöhte Neubildung)	Unterhaltungsverbände	Flächenverfügbarkeit hydrogeologische Eignung bei Einbau von Oberflächenwasser ggf. Konflikte mit WURL
gezielte Niederschlagswasserversickerung	Öffentliche und private Investoren	geeignete Niederschlagswasserqualität hydrogeologische Eignung
Infiltrationsanlagen zur Grundwasseranreicherung	Wasserversorgungsunternehmen	hydrogeologische Eignung Flächenbedarf
Erhöhung des nutzbaren Dargebotes durch Neuausschüttung	Wasserversorgungsunternehmen	Ressourcenverfügbarkeit hydrogeologische Eignung hoher Erkundungs- und Erschließungsaufwand
Rückhalt und Infiltration von Niederschlagswasser	Umweltverwaltung, Flächeneigentümer	z. B. Anlagen von Flutmulden mit geregelter Infiltration in Geländedepressionen
Erhöhung des Grundwasserdargebotes durch Reduzierung der Versickerung sowie Umnutzung landwirtschaftlicher Flächen (flächenschonende Kompensation)	Umweltverwaltung, Flächeneigentümer	
steuerbare Wehre für die Grabenentwässerung	Landwirte, Unterhaltungsverbände	Intelligente Wehre (SKORAX) in den Nebengewässern für effektive Wasserstandskontrolle, ohne zusätzliche Bewirtschaftungsmaßnahmen
höhenverstellbare Drainagen	Landwirte, Unterhaltungsverbände	nur im Gelände ohne Gefälle hoher Arbeitsaufwand bei manueller Steuerung
phasierbare, pegelgesteuerte Drainage	Landwirte, Unterhaltungsverbände	spezielle Variante: Klimadaptive Drainage (KAD) einschl. Bodeninfiltration mit geringstem Abwasser der kommunalen Kläranlagen
Erhöhung des Grundwasserdargebotes durch grundwasserentlasteten Waldumbau	Umweltverwaltung, Forstwirtschaft	siehe Projekt „Wasserwald“ https://www.lfw-niederrhein.de/index.php/porta/03nav/203/article/20661.html
Bau bzw. Nutzung von Speichern zur Sammlung von Niederschlagswasser	öffentliche und private Investoren	Nutzung vorhandener Speicherkapazitäten Flächenbedarf
Rückbau von Bach- und Flussbegradigungen	Umweltverwaltung, Unterhaltungsverbände	Laufverlängerungen, verringern das Gefälle und verzögern die Entwässerung ggf. Einbau von Niedrigwasserprofilen gegen Sandablagerungen
Grundwasseranreicherung über Sickerbecken (geringstes Abwasser, Hochwasserabschläge, Drainwasser)	Umweltverwaltung, Unterhaltungsverbände	hydrogeologische und hydrochemische Eignung potenzielle Konflikte, da Wasserstände lokal erhöht werden
Rain Harvesting	Landwirte, Wasserschüttenhaber	ungedichtete Speicherbecken für Winterniederschläge; Entleerung aus Graben

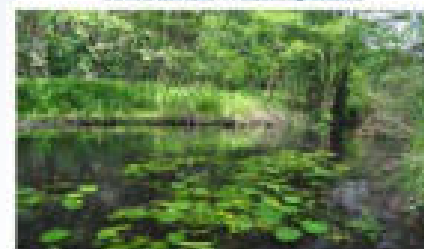
Kategorie	Subkategorie	Maßnahme	Primärer Sektor	Sekundärer Sektor
Baumäßnahmen	Anlagen zur Wasserspeicherung oder Infiltrationsdecken Versickerung	Rückhaltebecken/Speicherbecken	Alle Sektoren	-
		Anlagen zur Wasserspeicherung oder Infiltrationsdecken	Alle Sektoren	-
		Flache Versickerung	Alle Sektoren	-
	Eingriffe in Entwässerungssysteme	Aktive/passive Stauehaltung im Graben	Gewässer und Aue	Landwirtschaft
		Gesteuerte Drainage	Landwirtschaft	-
		Grabenrückbau	Gewässer und Aue	Landwirtschaft
	Maßnahmen zum ökosystemischen Gewässererschau	Kontrolliertes Unterlassen der Unterhaltung	Gewässer und Aue	Landwirtschaft
		Anhebung der Gewässersohle/Aufbau des Gewässerprofils	Gewässer und Aue	-
		Remedianierung/Flussaufbesserung	Gewässer und Aue	-
		Wiederanschluss von Altarmen	Gewässer und Aue	-
		Beckrückverlegung	Gewässer und Aue	-



Oberirdische Wasserspeicher



Oberflächennahe Wasserspeicher



Revitalisierung von fließgewässern und Flusssauen



Unterirdische Wasserspeicherung

Mögliche Maßnahmen - Umsetzung

Landwirtschaft und Forstwirtschaft

Maßnahme	Akteur / Zielgruppe	Voraussetzungen / Rahmenbedingungen / Anmerkungen
angepasste Auswahl der Fruchtfolgen und Anbausorten Anbau von Kulturen, die weniger Wasser benötigen	Landwirte, Berater Landwirte, Berater	in Abhängigkeit von den lokalen Anbauverhältnissen in Abhängigkeit von den lokalen Anbauverhältnissen
Nutzung möglichst wasser-sparender Bewässerungstechniken	Landwirte, Berater, LWK	Wissenstransfer: Forschung + Anwendung durch Berater und Landwirtschaftskammer, ggf. Förderprogramme
Verbesserung der Wassernutzung und Bodenwasser-speicherfähigkeit durch Mulchen, Liegen und ein stabiler Bodengefüge, Lockerung und Vermeidung von Bodenverdichtung und sowie Erhaltung der organischen Substanz im gesamten Durchwurzelungsbereich	Landwirte, Wasserschutzberater, LWK	in Abhängigkeit von den lokalen Anbauverhältnissen Wissenstransfer: Forschung + Anwendung durch Berater und Landwirtschaftskammer, ggf. Förderprogramme
Anpassung von Bewässerungsmengen an den tatsächlichen Wasserbedarf durch Überwachung der Bodenfeuchte mittels lokal im Boden eingebrachte Feuchtesensoren	Landwirte, Wasserschutzberater, LWK	in Abhängigkeit von den lokalen Anbauverhältnissen Förderung lokaler Wasserstationen zur Bereinigung der Expositionsstation Wissenstransfer: Forschung + Anwendung durch Berater und Landwirtschaftskammer, ggf. Förderprogramme Finanzierung Mäßen ggf. Pilotstudie
Substitution von Grundwasser zur Beregnung, z. B. durch Entkörung von Wasserspeichern zur Sammlung von Niederschlagswasser oder Abflussspitzen von Oberflächen-gewässern	Landwirte, Wasserschutzberater, LWK	in Abhängigkeit von den lokalen Anbauverhältnissen Wissenstransfer: Forschung + Anwendung durch Berater und Landwirtschaftskammer, ggf. Förderprogramme Beispiel: darauf wird in Lingen im Emsländischen Land überprüft, ob ein kleiner Kinde für die Kühlung eines Atomkraftwerks geeigneten Speicherkapazität ausreicht für die landwirtschaftliche Nutzung (ggf. Pilotstudie) ggf. Synergien zum Hochwasserschutz
Grundwasserentnahme im Winterhalbjahr durch Nutzung von Abflussspitzen in Oberflächengewässern zur zeitlich versetzten Bereitstellung von Bewässerungswasser in der Bewässerungsphase	Landwirte, LWK	Entkörung geeigneter Flächen und "Quellen" im Umfeld von Bewässerungs-gebeten die Maßnahme sollte darauf überprüft werden, um generell nicht nur für Beregnung die Grundwasserneubildung zu fördern
Verwendung von gereinigtem Abwasser für landwirtschaftliche Zwecke	Umweltverwaltung Landwirtschaftsverwaltung, Landwirte	hierzu wird aktuell viel gearbeitet und veröffentlicht u. a. zur Nutzung von industriellen „Abwasser“
Verhaltung: Installation von Wasservermehranlagen	Landwirte, Wasserschutzberater, LWK	in Abhängigkeit von den lokalen Anbauverhältnissen Wissenstransfer: Forschung + Anwendung durch Berater und Landwirtschaftskammer, ggf. Förderprogramme ggf. unterstützt durch Investitionsprogramme
Forst: Wahl von Baumarten, die zu einer erhöhten Grundwasserneubildung führen	Forstverwaltung	z. B. Umwandlung von Nadel- zu Laubwald



Oberflächennahe Wasserspeicher



Bewässerungssteuerung

Waldumwandlung.de



Mögliche Maßnahmen - Konzeptionell

Landwirtschaft

Maßnahme	Akteur / Zielgruppe	Voraussetzungen / Rahmenbedingungen / Anregungen
gezielte Beratung zum sparsamen Umgang mit der Ressource Wasser	Landwirtschaftsverwaltung, Berater, Landwirte	z. B. Ausweitung Kooperationen Wasserwirtschaft/ Landwirtschaft auch auf quantitative Aspekte
Forschung und Entwicklung zu sparsamen Beregnungstechniken	Landwirtschaftsverwaltung, Umweltverwaltung	F&E-Vorhaben Aufsetzen von Förderprogrammen
Entwicklung eines „Dünn-Frühweinsystems“	Landwirtschaftsverwaltung, Umweltverwaltung	Ziel: frühzeitige Abschätzung des Wasserbedarfs der Landwirtschaft
vorsorgende Beratung im Hinblick auf Feldfrüchte mit einem geringeren Anspruch an Wasserbedarf und Wasserverfügbarkeit	Landwirtschaftsverwaltung, Berater, Landwirte	z. B. Ausweitung Kooperationen Wasserwirtschaft/ Landwirtschaft auch auf quantitative Aspekte Wirtschaftlichkeit für Landwirte beachten
Gründung von Beregnungsverbänden in Zusammenarbeit mit den WuB	Landwirte, Landwirtschaftsverwaltung	Möglichkeit der effektiveren Nutzung der vorhandenen Wassermessourcen gesamte Datenbereitstellung
planerische Steuerung der zukünftigen Beregnungsfächen	Umweltverwaltung, Landwirtschaftsverwaltung	Ziel: landwirtschaftliche Beregnung in hoch vulnerablen Gebieten (bezogen auf die Grundwasserverfügbarkeit zur Wassergewinnung für die öffentliche Wasserversorgung) zu vermeiden und auf Gebiete mit geringerer Vulnerabilität zu verlagern
Förderung von Absatzstrukturen und Absatzmärkten wassersparender Kulturen	Politik	Anbau und Wirtschaftlichkeit wassersparender Kulturen fördern
Förderung von Pilotbetrieben und einer regionalen, landwirtschaftlichen Austauschplattform	Umweltverwaltung, Landwirtschaftsverwaltung	Wissenstransfer
Gründung von „Staugemeinschaften“ in Zusammenarbeit mit den Unterhaltungsverbänden	Landwirte, Wasserschutzberater, Unterhaltungsverbände	Wasserrückhalt in der Fläche: gemeinsame Pflege und Nutzung

Haushalt und Gewerbe - Sonstige

Maßnahme	Akteur / Zielgruppe	Voraussetzungen / Rahmenbedingungen / Anregungen
Sensibilisierung und Aufklärungsmaßnahmen zum Wassersparen gerade in Trocken- und Hitzephasen	Wasserversorgungsunternehmen	betrifft insbesondere Gartenbewässerung, Befüllung von Schwimmbecken etc.
allgemeine Informationskampagnen an Kunden zum sparsamen Umgang mit Trinkwasser	Wasserversorgungsunternehmen	Änderungen der Lebensgewohnheiten (Duschen statt Badem)
Beratungspersonale (z. B. lokale Hauswerke) zum Thema Wassersparen und Substitution von Trinkwasser	Wasserversorgungsunternehmen ggf. in Kooperation mit der Verbraucherkontrolle	Förderung und Unterstützung der Beratungskompetenz durch die Wasserversorgungsunternehmen
Verbot der Gartenbewässerung und Befüllung von Pools in langen Trockenperioden	Umweltbehörden	in Nebensaison bzw. vorsorglich
Förderung der Grauwassernutzung für Gartenbewässerung	Wasserversorgungsunternehmen, Politik	
Transparenz der Verluste (z. B. unternehmensexterne Versorgungsbereiche)	Wasserversorgungsunternehmen	Messungen in bestimmten Netzebenen (wie technisch möglich) differenzierte Auswirkungen der Netzeigabe

Maßnahme	Akteur / Zielgruppe	Voraussetzungen / Rahmenbedingungen / Anregungen
Reduktion bzw. Substitution der Grund- und Trinkwassernutzung bei der Pflege öffentlicher Grünflächen	Kommunen	Verbikfunktion
keine Grünflächenpflege mit Trinkwasser in Trockenperioden	Kommunen, Vereine	falls Verbote im privaten Bereich ausgesprochen werden (s. o.)
sparsamer Umgang mit Trinkwasser in öffentlichen Gebäuden	Kommunen	Verbikfunktion
Substitution von Trinkwasser in öffentlichen Gebäuden	Kommunen	Verbikfunktion z. B. Einsatz von Niederschlagswasser zur Toiletenspülung etc.
Reduzierung der Wasserverluste im Leitungsnetz und des Eigenbedarfs im Wassernetz	Wasserversorgungsunternehmen	

In Zukunft / Jetzt

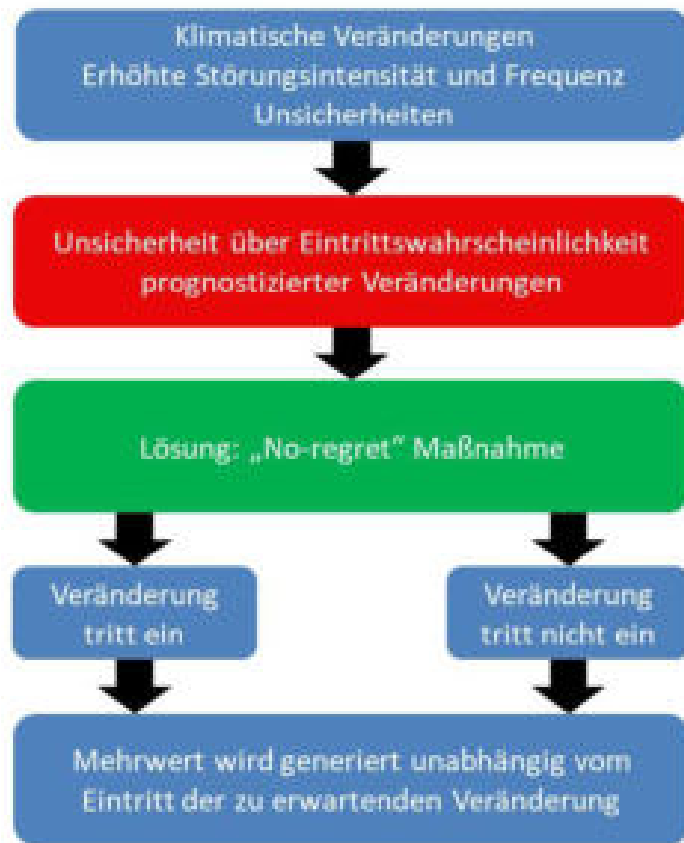
Paradigmenwechsel erforderlich von:

„Das Wasser muss weg.“



„Das Wasser kann / darf bleiben, aber wenn es weg muss, muss es weg können.“

Mögliche Maßnahmen – Synergien und Priorisierung



Schematische Darstellung der Wirkungsweise von „No-regret Maßnahmen“

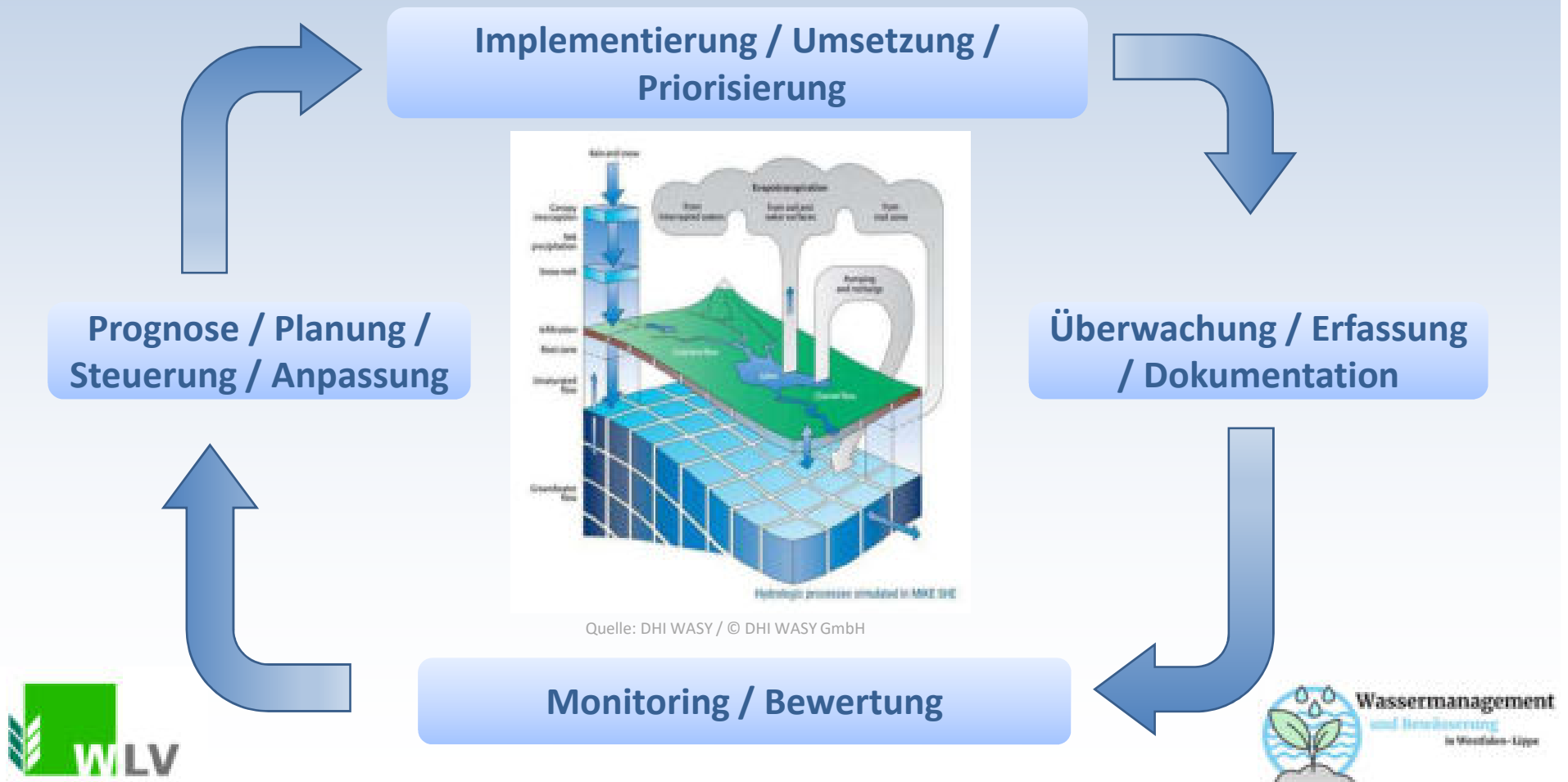
- Unsicherheiten bei der Prognose von Klimawandelfolgen $\Rightarrow$ Priorisierung von flexiblen und nachsteuerbaren Maßnahmen
- Maßnahmen mit Synergieeffekten zu verschiedenen Feldern der Klimafolgenanpassung (z. B. vorsorgender HW-Schutz, Niedrigwasservorsorge)
- Nutzung synergetischer Potentiale zur Erfüllung wasserwirtschaftlicher / naturschutzfachlicher Auf- / Vorgaben / Verpflichtungen
- Beachtung / Ermittlung / Identifizierung / Erörterung möglicher Zielkonflikte im Vorfeld

MIKE SHE - Anwendung

- das Modell kann als Planungs- und Entscheidungsunterstützungstool für Maßnahmen verwendet werden (**wo macht welche Maßnahme Sinn**)
 - Ziel ist es die **wasserbilanzmäßige Wirksamkeit** von Maßnahmen zu quantifizieren, also beispielsweise wieviel mm/a zusätzliche Grundwasserneubildung erreicht man durch Maßnahme X
 - die Maßnahmen werden in das kalibrierte Modell eingebaut, um damit Szenarien zu berechnen und **Auswirkungen überprüfen** und **quantifizieren** zu können, z. B.
 - Drainage, Retentionsmaßnahmen (zusätzliche Überflutungsflächen), Fruchtfolge, Sohlanehebungen, Grundwasserentnahmen, Grundwasseranreicherung durch Versickerung, Änderung der Bewässerung / Beregnung, Änderung der Bewirtschaftung
 - es können auch **mehrere Maßnahmen** in einem Szenario überprüft werden, so dass die gegenseitige Beeinflussung von Maßnahmen quantifiziert werden kann (**was wäre wenn**)
- ⇒ Grundlage für die **konkrete Maßnahmenplanung** (Auswahl, Priorisierung, Verortung, Kombination etc.) und **Ableitung von Handlungsoptionen / Monitoring** im Projektgebiet (aber auch darüber hinaus) (**was mache ich wann / wenn ...**)

Integriertes WHM als Entscheidungsunterstützungs-, Planungs- und Prognose-Tool für die Bewirtschaftung des Landschafts- / Gebietswasserhaushalts

Modellierung **des gesamten hydrologischen Kreislaufes** (Software MIKE SHE) als **geschlossenes System** (Wasserbilanz) für das Bilanzgebiet (Projektgebiet), Erstellung eines „**digitalen Zwillings**“ ermöglicht **Echtzeit- Überwachung** sowie **Testung verschiedener Handlungsoptionen – Maßnahmenwirkungen** als Grundlage für die / vor der **Planung und Priorisierung** von **konkreten Maßnahmen / -kombinationen**



Bewirtschaftung Gebietswasserhaushalt - GW

Management – Monitoring – Steuerung unter Berücksichtigung Bedarfe - Klimawandelfolgen

GW-Neubildung
Zu- / Abnahme

GW-Stände
Extreme Hoch- und Tiefstände

Abflussregime
Häufigere(s) Hochwasserabflüsse /
Trockenfallen



Mögliche Nutzungskonflikte bei extremen Grundwasserständen (nicht abschließend), verändert nach Kämpf et al. 2008

Steuerung – Monitoring – Adaptives Management

Klimaabhängige Ableitung von Handlungsoptionen -
Umsetzung von Maßnahmen zur Stützung des Gebiets- /
Landschaftswasserhaushaltes

Adaptives Wassermengenmanagement



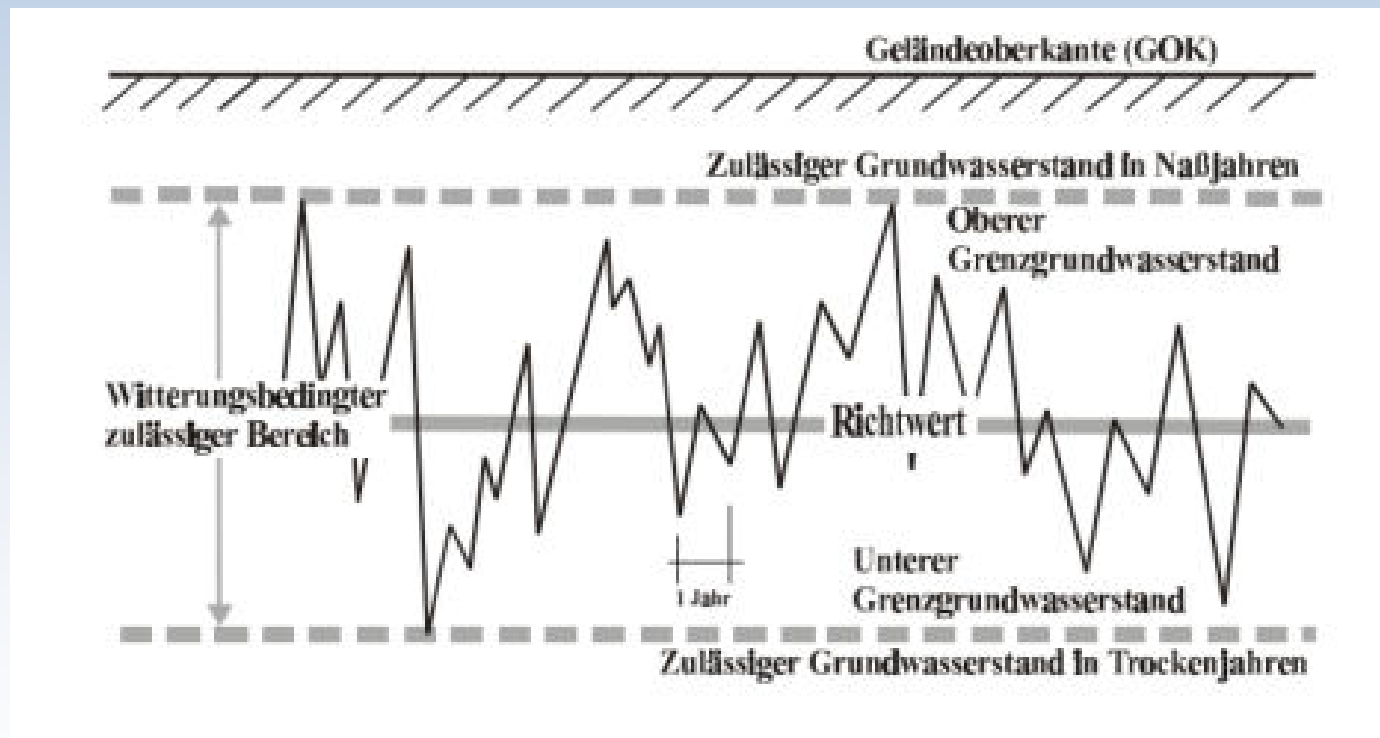
Quelle: Wasserverband Hessisches Ried 2019

Quelle: ahu GmbH / CAH 2022

Bewirtschaftung Gebietswasserhaushalt - GW

Ermittlung – Festlegung von Indikatoren / Schwellenwerten für Monitoring und Management

Bsp. Hessisches Ried – Richtwerte mittlerer Grundwasserstände an ausgewählten GW-Meßstellen als zentrales Instrument der Grundwasserbewirtschaftung

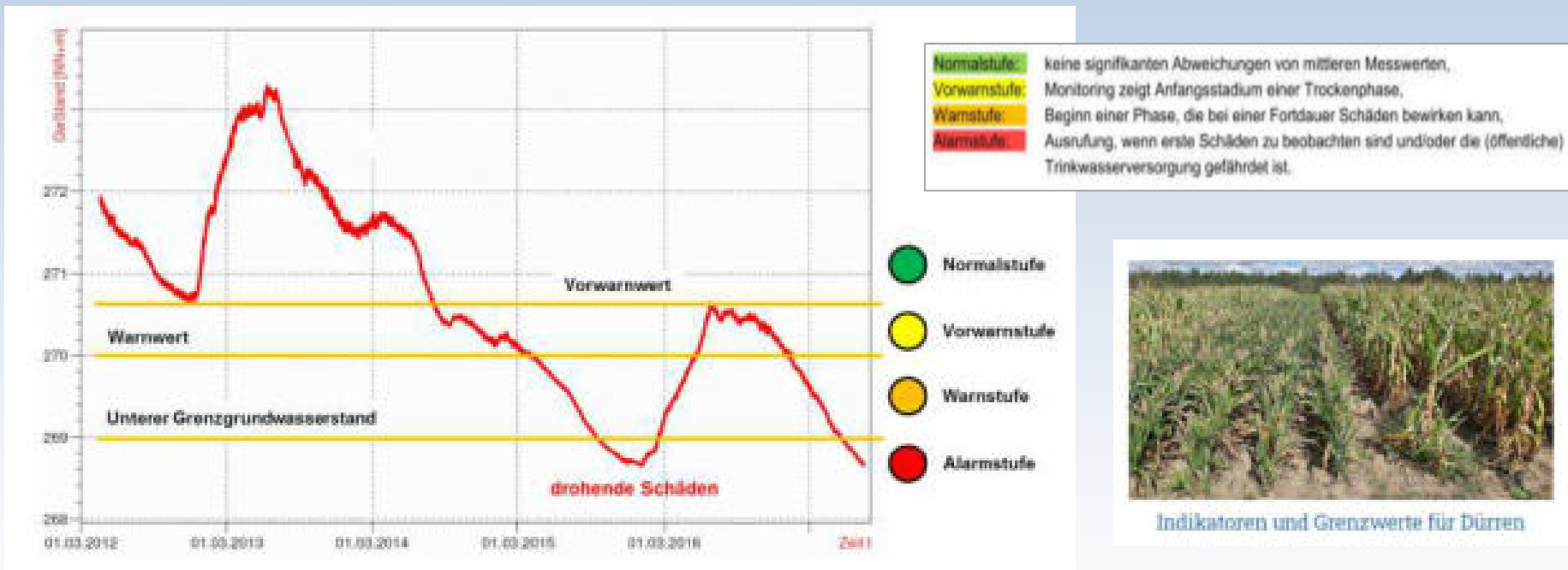


Festlegung unter Berücksichtigung fachspezifisch orientierter, naturräumlicher und nutzungsspezifischer Anforderungen an den GW-Flurabstand sowie örtliche Gegebenheiten GW-Haushalt

Bewirtschaftung Gebietswasserhaushalt - GW

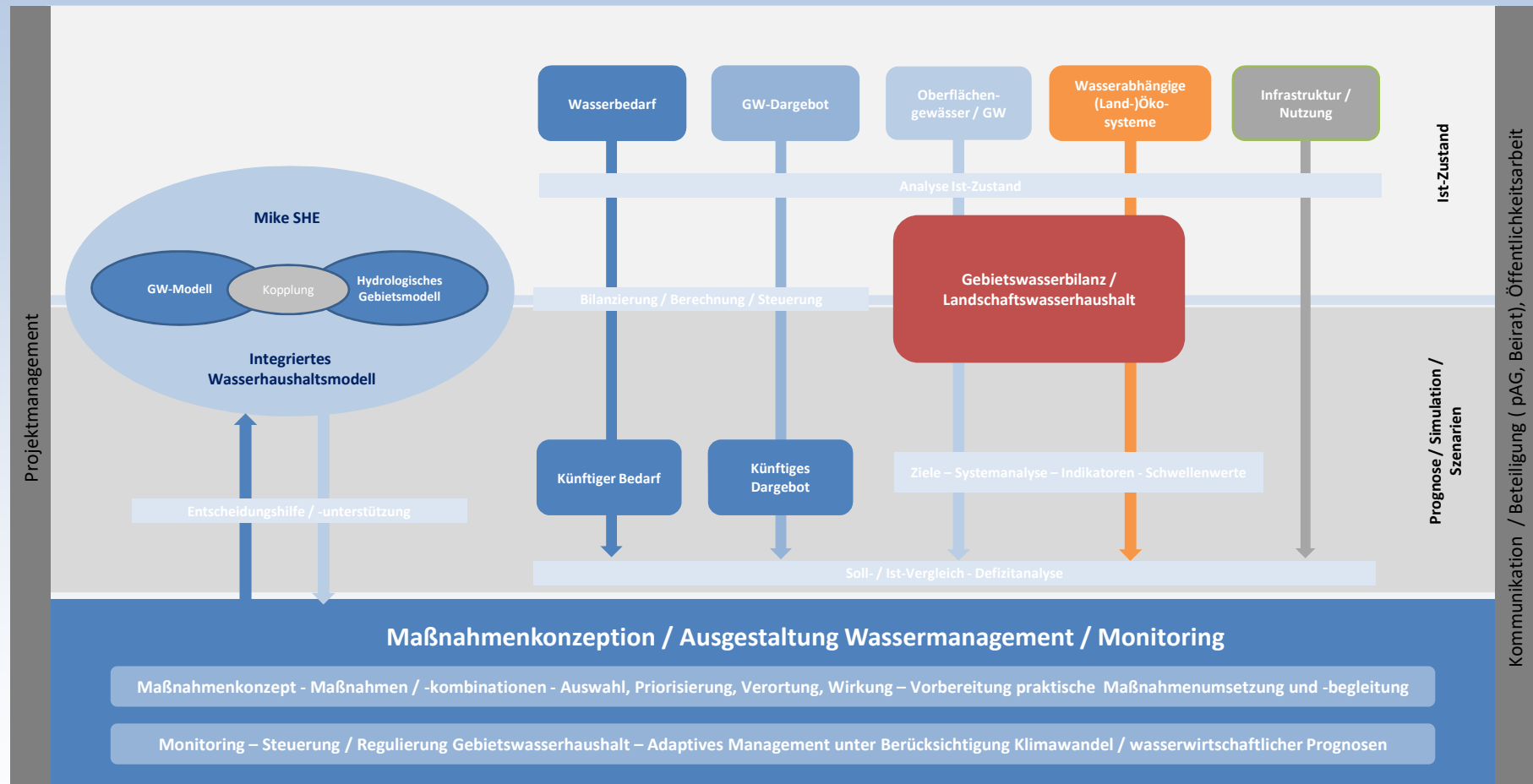
Ermittlung – Festlegung von Indikatoren / Schwellenwerten für Monitoring und Management

Festlegung hydrologischer Schwellenwerte (Grenz- und Warnwerte) z. B. für Grundwasserstände / Fließgewässerabflüsse / Bodenfeuchte in Abhängigkeit von den hydrogeologischen Rahmenbedingungen und ggf. unter Berücksichtigung (jahres)zeitlicher Aspekte (Vorsorge – Frühwarnsystem)



Festlegung z.B. definierter Grenzgrundwasserstände, die Auskunft über den Zustand des Gebietswasserhaushaltes geben aber auch z. B. zu Sicherung des erforderlichen Mindestwasserabflusses (FG) nicht unterschritten werden sollten. Um Über- / Unterschreitungen von Grenzwerten frühzeitig entgegen wirken zu können, bietet sich die Festlegung von Warnwerten an. Bei Über- / Unterschreiten („Warnphase“) werden bestimmte operative Maßnahmen ausgelöst

Projektstruktur - Bearbeitungskonzept

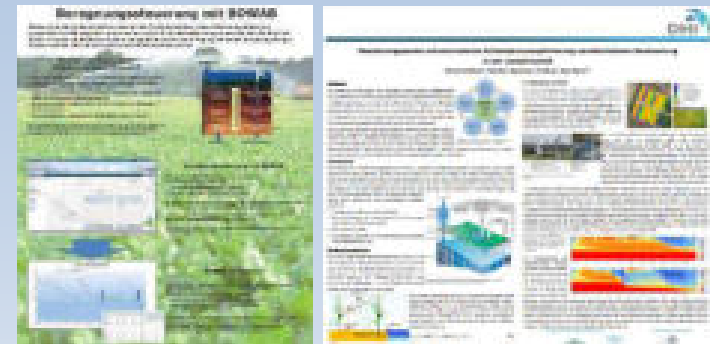


verändert, nach ahu GmbH / CAH 2022

Frühwarnsystem – Dürre- / Niedrigwassermanagement



Quelle: <https://www.fz-juelich.de/de/aktuelles/news/pressemitteilungen/2023/wasser-monitor-zeigt-blitzduerre-in-deutschland-1>



Bodenfeuchteprofilsensor



Quelle / Foto: spreewasser:N 2023, DHI Wasy, LBEG, WLV WuB GmbH



Datenmanagement / -verfügbarkeit / -erfassung

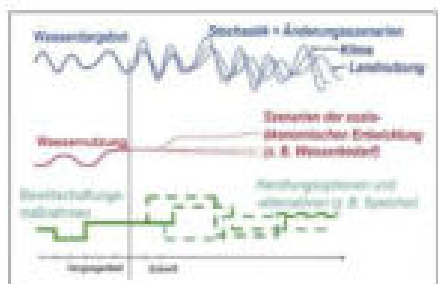
- Gewährleistung einer kontinuierlichen Datenverfügbarkeit ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Ausschöpfung des vollen Potenzials von Echtzeitanalysen und für das (Online)Monitoring des Gebietswasserhaushaltes $\Rightarrow$ Nutzung von Internet-of-Things Funktechnologien (IoT)
- IoT $\Rightarrow$ Installation / Verwendung von Sensoren – Datenloggern an zu bestimmenden neuralgischen Punkten zur Datenerhebung $\Rightarrow$ in Verbindung mit Datenaggregations- und Analysesystemen $\Rightarrow$ Monitoring / Überwachung einer Vielzahl von Parametern nahezu in Echtzeit möglich
- IoT unterstützt hierbei in Verbindung mit / durch Einbindung von kurz- und mittelfristige Wetter- bzw. Witterungsprognosen als auch real-time Bodenfeuchtedaten den Aufbau eines Frühwarnsystems hinsichtlich drohender Dürrephasen
- Internet-of-Things Funktechnologien erlauben eine schnelle und kostengünstige Datenübertragung
- Planung / Aufbau Datenerfassung, –management und -auswertung
 - Wo werden bereits Daten digital / in Echtzeit erfasst?
 - Welche Bereiche / Parameter sollen ergänzend erfasst werden / sind ergänzend zu erfassen?
 - Wie sind entsprechende Sensoren / Datenlogger optimal im Bilanzgebiet zu verteilen um möglichst repräsentative Ergebnisse / Aussagen zu erhalten?
 - Wie erfolgt die Bestimmung / Ermittlung von nicht direkt messbaren / erfassbaren Parametern bzw. die Prognose / Ableitung von Bedarfen (z. B. Zusatzwasserbedarf Beregnung / Bewässerung / Nutztierhaltung)
 - Welche Datenquellen können ergänzend genutzt werden?

Integriertes WHM als Entscheidungsunterstützungs-, Planungs- und Prognose-Tool für die Bewirtschaftung des Landschafts- / Gebietswasserhaushalts

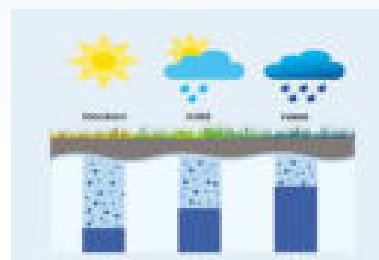


Quelle: <https://www.spreewasser-n.de/tool-box-zur-speicherbewirtschaftung/>

**Prognose / Planung /
Steuerung /Anpassung**

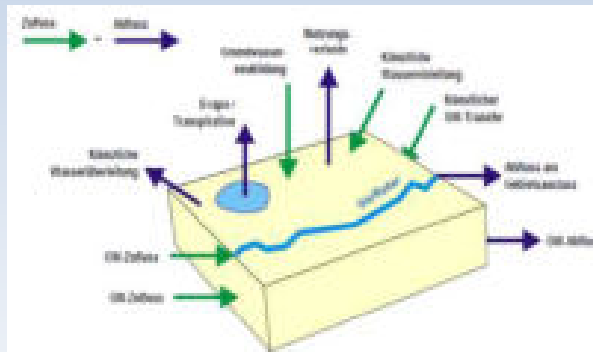


Quelle: Kaden und Kaltfoen 2004



Quelle: Wasserverband Hessisches Ried 2019

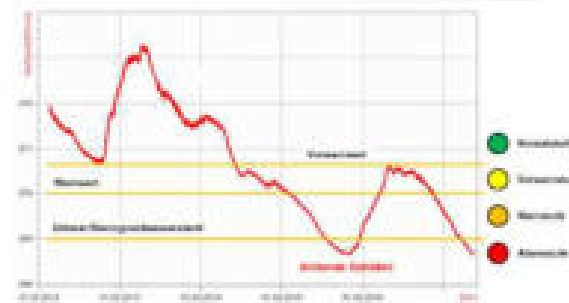
**Implementierung /
Priorisierung /
Umsetzung**



Quelle: Hermsdorf/LfU BB - GW-Dargebot 2022

Bilanzgebiet = Gebiets-WH = Speicher

Monitoring / Bewertung

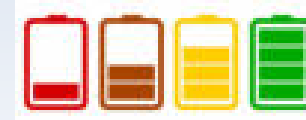


Quelle: Regierung von Unterfranken 2020

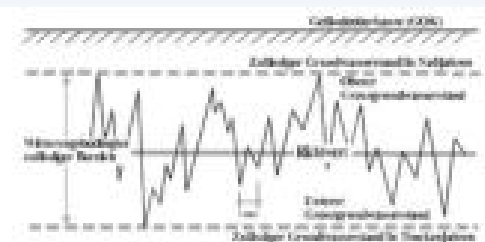
Maßnahme	Maßnahmenkategorie	Maßnahmenbeschreibung	Maßnahmenstatus	Maßnahmenkosten
Maßnahme 1	Maßnahmenkategorie 1	Maßnahmenbeschreibung 1	Maßnahmenstatus 1	Maßnahmenkosten 1
Maßnahme 2	Maßnahmenkategorie 2	Maßnahmenbeschreibung 2	Maßnahmenstatus 2	Maßnahmenkosten 2
Maßnahme 3	Maßnahmenkategorie 3	Maßnahmenbeschreibung 3	Maßnahmenstatus 3	Maßnahmenkosten 3
Maßnahme 4	Maßnahmenkategorie 4	Maßnahmenbeschreibung 4	Maßnahmenstatus 4	Maßnahmenkosten 4
Maßnahme 5	Maßnahmenkategorie 5	Maßnahmenbeschreibung 5	Maßnahmenstatus 5	Maßnahmenkosten 5
Maßnahme 6	Maßnahmenkategorie 6	Maßnahmenbeschreibung 6	Maßnahmenstatus 6	Maßnahmenkosten 6
Maßnahme 7	Maßnahmenkategorie 7	Maßnahmenbeschreibung 7	Maßnahmenstatus 7	Maßnahmenkosten 7
Maßnahme 8	Maßnahmenkategorie 8	Maßnahmenbeschreibung 8	Maßnahmenstatus 8	Maßnahmenkosten 8
Maßnahme 9	Maßnahmenkategorie 9	Maßnahmenbeschreibung 9	Maßnahmenstatus 9	Maßnahmenkosten 9
Maßnahme 10	Maßnahmenkategorie 10	Maßnahmenbeschreibung 10	Maßnahmenstatus 10	Maßnahmenkosten 10

Quelle: Emslandplan 2.0 / HYDOR 2021

Überwachung



<https://publicdomainvectors.org/de/kostenlose-vektorgrafiken/Akku-Ladesymbol/83135.html>



Quelle: Grundwasserbewirtschaftungsplan Hessisches Ried



Zielsetzung und Umsetzungsschritte

Ziel: *Kooperative Entwicklung eines Wasser(mengen-)managements für eine nachhaltige und klimaangepasste Nutzung / Bewirtschaftung des Gebietswasserhaushaltes / Grundwassers im EZG des WSG Borken „Im Trier“*

- Aufbau / Nutzung lokaler Wissensbasis, Informationsaustausch und Wissenstransfer unter Einbeziehung der wasserwirtschaftlich relevanten Akteure im EZG des WSG - Projektgebietes
- Datenerfassung und -aufbereitung für Aufbau Wasserhaushaltmodell
- Ermittlung nutzbares Dargebot und Erfassung / Abschätzung Wasserbedarfe Akteure (unter Berücksichtigung der Klimawandelfolgen)
- Festlegung der zu betrachtenden (Klima- / Bewässerungs-)Szenarien
- Abstimmung und kooperative Festlegung von Maßnahmen / -kombinationen zu modellierender / umzusetzender Maßnahmen gemeinsam mit Akteuren)

Zielsetzung und Umsetzungsschritte

- Aufbau und Kalibrierung Wasserhaushaltsmodell (GW- und OF-Modell, stationär – instationär)
- Modellierung und Beurteilung der Auswirkungen der Maßnahmen unter Berücksichtigung der Klima- / Bewässerungsszenarien (Ermittlung Gebietswasserbilanz für die verschiedenen Szenarien)
- Planung von abgestimmten Maßnahmen in der realen Situation
- Erarbeitung von Handlungsoptionen / -strategien für ein zukunftsicheres Wassermengenmanagement / Bewässerung / Aufbau „Monitoringsystem“
- Prüfung der Übertragbarkeit auf andere Bereiche in Westfalen-Lippe
- Wissensaustausch auf lokaler – regionaler Ebene (unabhängig vom Untersuchungsraum)

Digitaler Zwilling – Werkzeug für das IWRM

- Digitaler Zwilling (DZ) ist ein virtuelles Modell eines physischen Systems ($\triangleq$ Gebiets- / Landschaftswasserhaushalt), das eine Überwachung und Analyse des Systems in Echtzeit ermöglicht
- Verwendung des DZ zur Simulation des Systemverhaltens in verschiedenen Szenarien $\Rightarrow$ Vornahme von Anpassungen basierend auf den Simulationsergebnissen $\Rightarrow$ Entscheidungsgrundlage für eine effektive und nachhaltige Bewirtschaftung
- Erhöhung des Systemverständnisses

*„Alle Dinge sind schwierig,
bevor sie einfach sind“.*
(Thomas Fuller)





Ministerium für Landwirtschaft
und Verbraucherschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen



Entwicklung eines nachhaltigen und klimaangepassten Wasser(mengen)managements für das Einzugsgebiet des WSG Borken „Im Trier“

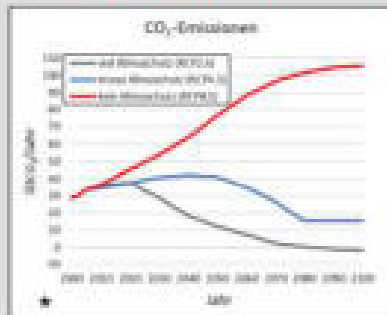
Festlegung weitere Vorgehensweise – Maßnahmenauswahl und Klimaszenarien

Carsten Bohn, WLVA, Ferdinand Flechtner, Phillip Huttner, DHI WASY



Klimaprojektionen und Szenarien

Klimaprojektionen und Szenarien



Mit Klimamodellen können Projektionen für das zukünftige Klima berechnet werden. Diese liefern Antworten auf die Frage: „Was wäre, wenn?“ Verschiedene Annahmen, z. B. zur Bevölkerungsentwicklung, dem technologischen Fortschritt oder der Wirtschaftsleistung, führen zu verschiedenen Entwicklungspfaden von Emissionen und Konzentrationen an Treibhausgasen. Solche Szenarien sind keine Vorhersagen, sondern beschreiben verschiedene plausible Entwicklungen. Mit Klimamodellen werden dann die Auswirkungen der Emissionen und der damit verbundenen veränderten Zusammensetzung der Atmosphäre auf das Klimasystem der Erde simuliert.

Im Rahmen des fünften IPCC-Sachstandsberichts wurden die „Representative Concentration Pathways“ (RCPs) als Szenarien verwendet. Drei davon wurden für diesen Bericht ausgewählt: RCP8.5, RCP4.5 und RCP2.6. Das Szenario RCP8.5 beschreibt einen weiterhin kontinuierlichen Anstieg der Treibhausgasemissionen mit einer Stabilisierung der Emissionen auf einem sehr hohen Niveau zum Ende des 21. Jahrhunderts. Das mittlere Szenario, RCP4.5, geht davon aus, dass die Emissionen bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts noch etwas ansteigen und danach wieder sinken. Dieser Pfad kann durch verschiedene sozioökonomische Entwicklungen erreicht werden, die z. B. auch klimapolitische Maßnahmen berücksichtigen. Das Klimaschutz-Szenario, RCP2.6, beinhaltet sehr ambitionierte Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und zum Ende des 21. Jahrhunderts sogar „negative Emissionen“ (eine netto-Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre).

* Datenquelle: <http://www.pik-potsdam.de/~emailer/rps/index.html#Download>

Quelle: Climate Service Center Germany (GERICS)

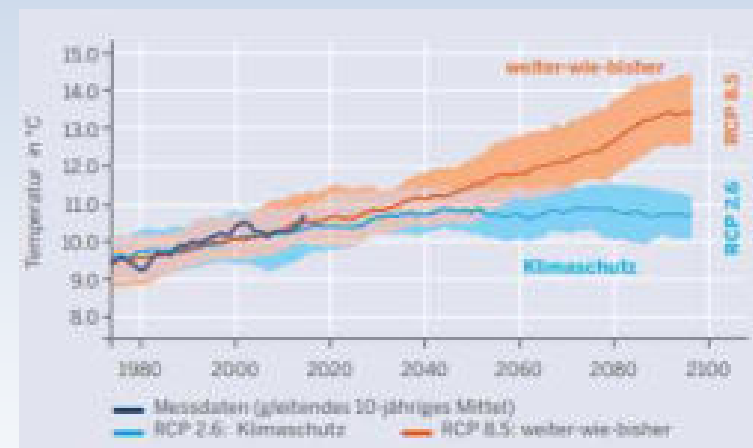
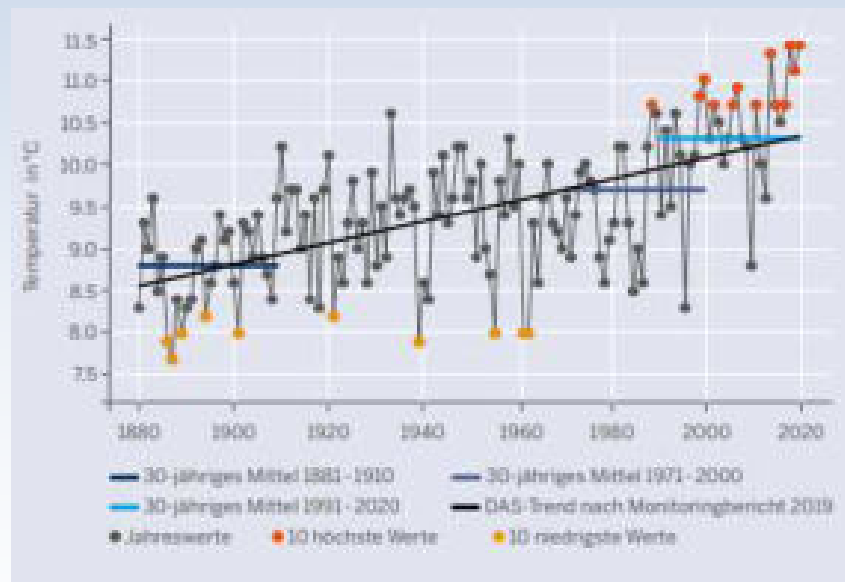
Zeitraum	Klima-szenario	Mittelwert und Spannweite*	Lufttemperatur in K		Niederschlagssumme in %	
			2021-2040	2071-2100	2021-2040	2071-2100
Jahr	RCP2.6	Median	1.1	1	3	2
		Spannweite	+0.7 bis +1.5	+0.8 bis +1.5	-3 bis -6	-8 bis +5
	RCP4.5	Median	1.3	2	4	4
		Spannweite	+0.7 bis +1.9	+1.3 bis +2.7	-1 bis +7	+0 bis +11
	RCP8.5	Median	1.8	5.6	4	5
		Spannweite	+1.3 bis +2.1	+2.8 bis +4.4	-2 bis +6	-3 bis +13
Frühjahr	RCP2.6	Median	0.8	0.9	9	5
		Spannweite	+0.4 bis +1.3	+0.6 bis +1.2	-1 bis +14	-5 bis +14
	RCP4.5	Median	1.1	1.8	8	13
		Spannweite	+0.5 bis +1.5	+0.9 bis +2.1	+4 bis +14	+8 bis +20
	RCP8.5	Median	1.3	2.9	8	13
		Spannweite	+1.1 bis +1.7	+2.1 bis +3.2	+1 bis +13	+0 bis +22
Sommer	RCP2.6	Median	1.1	1.1	-2	-3
		Spannweite	+0.5 bis +1.5	+0.9 bis +1.6	-12 bis +6	-11 bis +8
	RCP4.5	Median	1.3	1.9	-2	-6
		Spannweite	+0.9 bis +1.8	+1.4 bis +2.5	-14 bis +7	-14 bis +9
	RCP8.5	Median	1.7	3.6	-2	-8
		Spannweite	+1.4 bis +2.2	+2.9 bis +4.7	-14 bis +7	-21 bis +3
Herbst	RCP2.6	Median	1.4	1.3	-1	-2
		Spannweite	+0.9 bis +1.9	+0.6 bis +1.9	-8 bis +5	-8 bis +5
	RCP4.5	Median	1.4	2.3	3	0
		Spannweite	+0.9 bis +2	+1.7 bis +3.3	-7 bis +16	-8 bis +6
	RCP8.5	Median	2	4	1	1
		Spannweite	+1.5 bis +2.5	+3 bis +5.4	-8 bis +9	-11 bis +13
Winter	RCP2.6	Median	1.1	1.1	3	2
		Spannweite	+0.9 bis +1.3	+0.9 bis +1.4	-2 bis +13	-7 bis +12
	RCP4.5	Median	1.3	2	7	9
		Spannweite	+0.7 bis +2	+1.4 bis +2.6	+2 bis +12	-1 bis +15
	RCP8.5	Median	1.8	3.8	8	14
		Spannweite	+1 bis +2.5	+3 bis +4.3	+0 bis +23	+0 bis +27

*Spannweite: die Spannweite deckt die mittleren 70% der Ergebnisse des Modellensembles ab.

Quelle: LANUV NRW

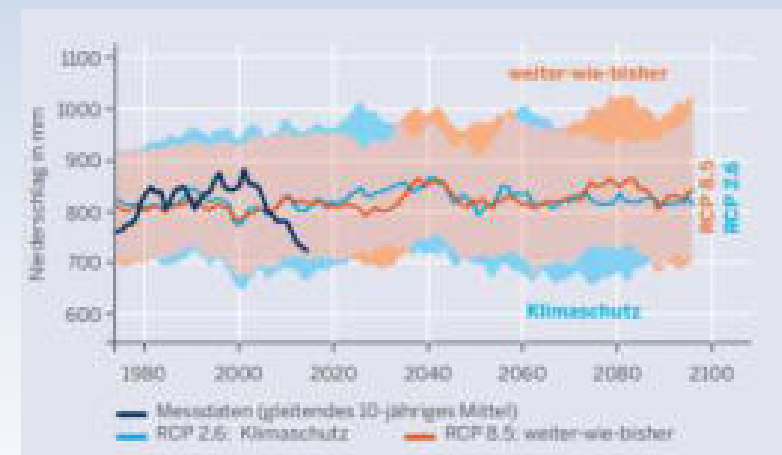
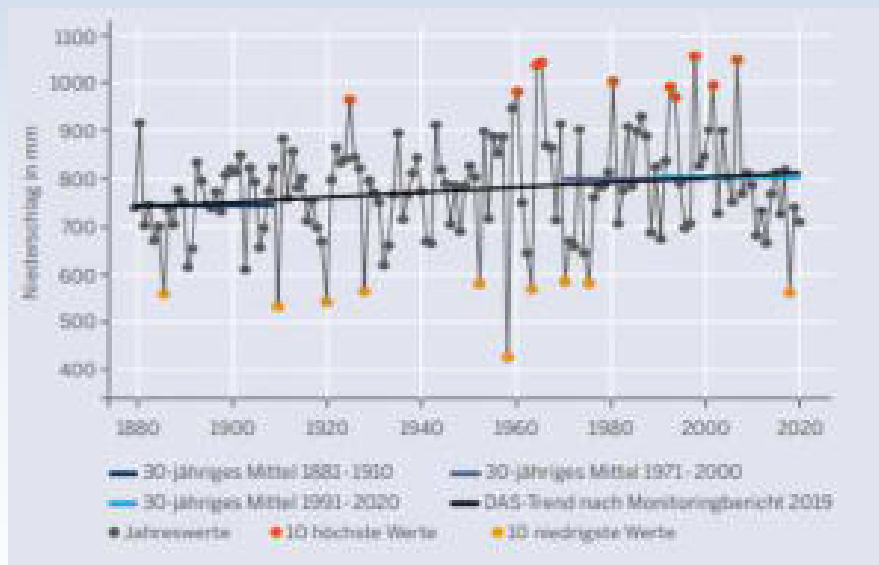
- **Klimamodelle** ⇒ Berechnung künftiger Entwicklungen auf Basis Treibhausgasszenarien (RCPs) ⇒ **Klimaprojektionen**
- Nutzung von **regionalen Klimamodellen** zur Erhöhung der räumlichen / zeitlichen Auflösung (z. B. WETTREG / REMO) ⇒ **regionale Klimaprojektionen** („wenn-dann Aussagen“)
- Zukunftsprojektionen ⇒ Unsicherheiten / nicht vorhersehbare Entwicklungen / Betrachtungszeitpunkt / räumliche Ausdehnung ⇒ Erfassung Spannbreite Möglichkeiten ⇒ Bildung von **Ensembles** aus Vielzahl von Klimamodellergebnissen

Veränderungen Lufttemperatur



Klimaszenario	Zeitraum	Änderung (°C)
RCP2.6	Frühjahr	+0.6 bis +1.1
RCP2.6	Sommer	+0.9 bis +1.6
RCP2.6	Herbst	+0.6 bis +1.9
RCP2.6	Winter	+0.9 bis +1.3
RCP2.6	Jahr	+0.8 bis +1.5
RCP8.5	Frühjahr	+2.1 bis +3.2
RCP8.5	Sommer	+2.8 bis +4.6
RCP8.5	Herbst	+3 bis +5.4
RCP8.5	Winter	+3 bis +4.3
RCP8.5	Jahr	+2.7 bis +4.3

Veränderungen Niederschlag



Klimaszenario	Zeitraum	Änderung (%)
RCP2.6	Frühjahr	-7 bis +13
RCP2.6	Sommer	-11 bis +9
RCP2.6	Herbst	-8 bis +4
RCP2.6	Winter	-6 bis +10
RCP2.6	Jahr	-6 bis +5
RCP8.5	Frühjahr	+0 bis +23
RCP8.5	Sommer	+20 bis +4
RCP8.5	Herbst	+8 bis +14
RCP8.5	Winter	+7 bis +26
RCP8.5	Jahr	+2 bis +14

Klimaprojektionen und Szenarien



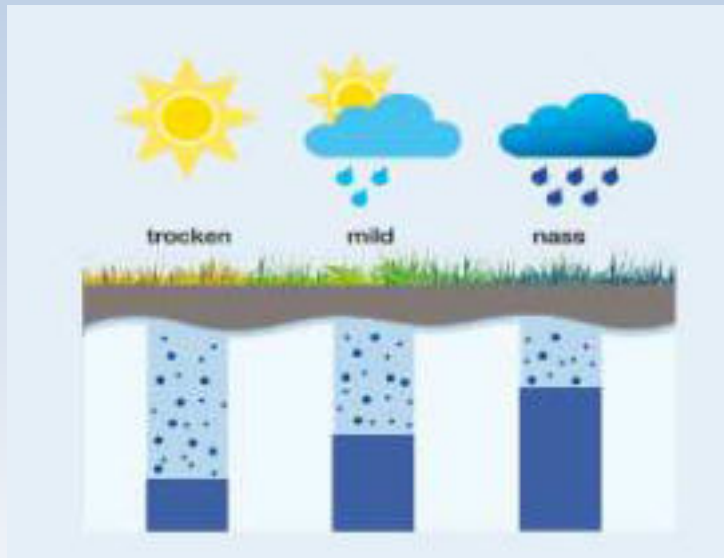
Kennwert	Klimaänderungen für das Ende des 21. Jahrhunderts		
	Szenario mit hohen Emissionen (RCP8.5)	Szenario mit mittleren Emissionen (RCP4.5)	Szenario mit niedrigen Emissionen (RCP2.6)
Temperatur	Zunahme	Zunahme	Zunahme
Sommertage	Zunahme	Zunahme	Zunahme
Heiße Tage	Zunahme	Zunahme	Tendenz zur Zunahme
Tropische Nächte	Zunahme	Zunahme	Zunahme
Frosttage	Abnahme	Abnahme	Abnahme
Spätfrosttage	Abnahme	Abnahme	Abnahme
Einstage	Abnahme	Abnahme	Abnahme
Tage über 5 °C	Zunahme	Zunahme	Zunahme
Maximale Dauer von Hitzeperioden	Zunahme	Zunahme	Tendenz zur Zunahme
Niederschlag	Zunahme	Tendenz zur Zunahme	Tendenz zur Zunahme
Trockentage	Keine Änderungen	Tendenz zur Zunahme	Tendenz zur Zunahme
Niederschlag ≥ 20 mm/Tag	Zunahme	Zunahme	Tendenz zur Zunahme
95. Perzentil des Niederschlags	Zunahme	Zunahme	Tendenz zur Zunahme
99. Perzentil des Niederschlags	Zunahme	Tendenz zur Zunahme	Tendenz zur Zunahme
Künstliche Wasserbilanz	Tendenz zur Zunahme	Keine Änderungen	Keine Änderungen
Windgeschwindigkeit	Tendenz zur Abnahme	Tendenz zur Abnahme	Tendenz zur Abnahme
Schneefreie Tage	Zunahme	Zunahme	Zunahme

	Projizierte Klimaänderungen	2036-2065 **			2066-2095 **		
		Minimum*	Median*	Maximum*	Minimum*	Median*	Maximum*
RCP8.5	Temperatur (°C)	1,1	1,6	2,9	2,4	3,1	4,9
	Sommertemperatur (°C)	1,1	1,6	2,8	2,3	3,2	5,2
	Wintertemperatur (°C)	1,0	2,1	2,8	2,8	3,4	4,5
	Sommertage (Tage/Jahr)	2,9	9,8	41,1	12,2	22,5	79,3
	Heiße Tage (Tage/Jahr)	0,3	3,1	19,9	2,1	7,9	41,0
	Tropische Nächte (Tage/Jahr)	0,8	1,4	15,9	0,3	4,9	39,4
	Frosttage (Tage/Jahr)	-47,5	-36,9	-19,2	-68,6	-43,8	-21,4
	Spätfrosttage (Tage/Jahr)	-9,5	-3,9	-0,2	-18,9	-4,9	-0,5
	Einstage (Tage/Jahr)	-29,6	-8,6	-3,3	-29,2	-11,2	-4,6
	Tage über 5 °C (Tage/Jahr)	25,2	34,0	45,7	42,6	60,3	75,2
RCP4.5	Maximale Dauer von Hitzeperioden (Tage)	0,9	1,1	5,9	1,0	2,7	10,4
	Temperatur (°C)	0,7	1,4	2,8	1,2	2,0	3,1
	Sommertemperatur (°C)	0,8	1,4	3,0	0,9	1,9	3,7
	Wintertemperatur (°C)	0,6	1,4	2,7	1,2	2,2	2,9
	Sommertage (Tage/Jahr)	3,3	8,6	34,9	1,9	11,6	42,1
	Heiße Tage (Tage/Jahr)	0,3	2,7	15,3	0,6	3,3	19,6
	Tropische Nächte (Tage/Jahr)	0,8	0,4	10,0	0,1	1,1	15,1
	Frosttage (Tage/Jahr)	-44,2	-34,7	-13,5	-56,7	-32,7	-14,0
	Spätfrosttage (Tage/Jahr)	-10,6	-3,3	-1,0	-13,5	-3,8	-0,5
	Einstage (Tage/Jahr)	-17,6	-7,3	-1,4	-18,3	-8,9	-5,0
RCP2.6	Tage über 5 °C (Tage/Jahr)	16,6	26,6	42,6	22,2	38,6	60,6
	Maximale Dauer von Hitzeperioden (Tage)	0,1	0,9	5,1	-0,1	1,6	9,9
	Temperatur (°C)	0,3	1,2	2,0	0,3	1,1	1,7
	Sommertemperatur (°C)	0,3	1,2	2,3	0,0	1,1	2,6
	Wintertemperatur (°C)	0,3	1,1	2,6	0,6	1,3	2,5
	Sommertage (Tage/Jahr)	-0,7	6,6	25,4	5,7	6,5	21,9
	Heiße Tage (Tage/Jahr)	-0,2	1,5	9,9	-0,2	1,0	9,3
	Tropische Nächte (Tage/Jahr)	-0,2	0,1	9,0	0,0	0,4	8,0
	Frosttage (Tage/Jahr)	-43,2	-19,7	1,0	-36,9	-16,9	1,2
	Spätfrosttage (Tage/Jahr)	-6,0	-2,6	0,4	-6,6	-2,1	0,3
	Einstage (Tage/Jahr)	-24,1	-6,3	1,6	-26,6	-6,9	-2,3
	Tage über 5 °C (Tage/Jahr)	3,4	21,8	31,6	2,2	26,1	30,0
	Maximale Dauer von Hitzeperioden (Tage)	-0,1	0,5	1,4	0,1	0,5	3,0

* Minimum, Median und Maximum beziehen sich auf die Gesamtheit der Simulationen.

** relativ zur Referenzperiode von 1971 - 2000.

Auswahl – Festlegung von Klima- / Bewässerungsszenarien



Quelle: Wasserverband Hessisches Ried 2019

- Simulation verschiedener Szenarien um Systemreaktion auf Änderung von Entnahmen und klimatischen Bedingungen zu erfassen / zu verstehen
- Klimatische Einordnung für Nass-, Normal- und Trockenjahr erforderlich
- Verwendung einzelner Jahre oder Bildung von Jahres-Clustern (z. B. Klassifizierung über Perzentilbildung) ⇒ Auswahl einer bestimmten Anzahl der trockensten / nassesten Jahre einer Zeitreihe
- die dazwischen liegenden Jahre bilden die Grundlage für die Ermittlung eines Normaljahres / Bildung Mittelwert aus der kompletten Zeitreihe

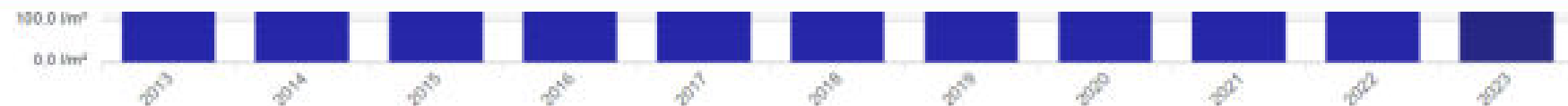
Auswahl – Festlegung von Klima- / Bewässerungsszenarien



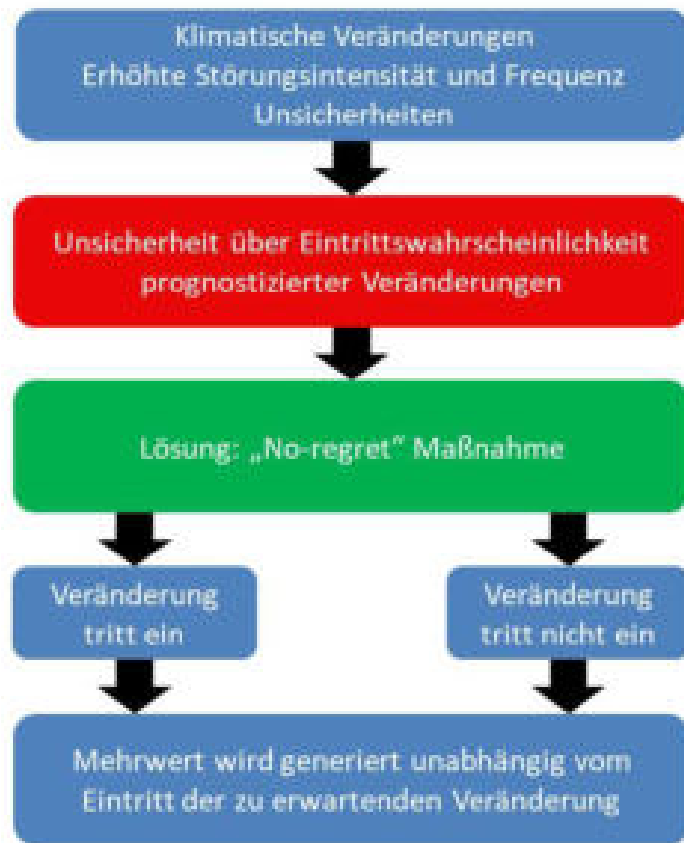
Jahr	Mittlere Temp. [°C]	Minimum Temp. [°C]	Maximum Temp. [°C]	Niederschlag [mm]	Regenreichster Tag [mm]	Sonnenscheindauer [h]	Sommer- tage	Heiße Tage	Frost- tage	Strenger Frost	Eis- tage
2013	9,6	-11,2	36,5	717,7	42,6						
2014	11,3	-5	32,6	737,9	39,1						
2015	10,6	-5,2	38,2	855,9	38,8						
2016	10,5	-9,1	34,6	871,2	77,4						
2017	10,8	-7,9	34,8	799,5	28,8						
2018	11,6	-8,8	37,2	604,4	42						
2019	11,3	-8,7	39,4	699,4	24,5						
2020	11,6	-5,6	35,9	726,7	51,6						
2021	10,4	-16,1	33,5	825,3	44,7						
2022	11,7	-11	38,5	653,5	28						
2023	12,8	-5,7	33,4	813	56,5						
	[°C]	[°C]	[°C]	[mm]	[mm]	[h]					

Langjähriges Mittel Niederschläge Station Borken (617), Quelle: DWD

- 1971 – 2000: 851 mm
- 1981 – 2010: 885 mm
- 1991 – 2020: 836 mm
- 2013 – 2022: 749 mm



Mögliche Maßnahmen – Synergien und Priorisierung



Schematische Darstellung der Wirkungsweise von „No-regret Maßnahmen“

- Unsicherheiten bei der Prognose von Klimawandelfolgen $\Rightarrow$ Priorisierung von flexiblen und nachsteuerbaren Maßnahmen
- Maßnahmen mit Synergieeffekten zu verschiedenen Feldern der Klimafolgenanpassung (z. B. vorsorgender HW-Schutz, Niedrigwasservorsorge)
- Nutzung synergetischer Potentiale zur Erfüllung wasserwirtschaftlicher / naturschutzfachlicher Auf- / Vorgaben / Verpflichtungen
- Beachtung / Ermittlung / Identifizierung / Erörterung möglicher Zielkonflikte im Vorfeld

Wasser länger in der Landschaft halten / speichern

- mehr Wasser für längere Zeit in der Landschaft halten, gleichzeitig im Hochwasserfall / bei Stark- oder Dauerregen geordnete / sichere Ableitung für eine nachhaltige Flächennutzung
- Zeiten Überfluss ➡ Speicherung und / oder Anreicherung für Nutzung in Bedarfszeiten
- Keine nachteiligen Beeinträchtigungen bzw. Verschlechterung Wasserhaushalt betroffener Ökosysteme und der ökologischen Durchgängigkeit
- Maßnahmen zum Rückhalt in der Fläche zur (zusätzlichen) Speicherung von Wasser im Grundwasser und / oder in verschiedenen (technischen) Stauräumen
- Grundwasseranreicherung über Infiltration / Versickerung von aktiv herbeigeführtem Wasser

Anlagen zur Speicherung / Versickerung

Rückhalte- / Retentionsbecken / abgedichtete Teiche

- Sammlung von Oberflächenabfluss / Zuleitung aus Oberflächengewässern (Gräben) / alternativen Wasserquellen und Speicherung in Rückhaltebecken / Teichen mit direkter Nutzungsmöglichkeit als Bewässerungswasser



Foto: Netzwerk WasserAgri, © 2022 Klimapraxis

Anlagen zur Speicherung / Versickerung

Infiltrationsbecken / Versickerungsmulden (vorrangig Grundwasseranreicherung)

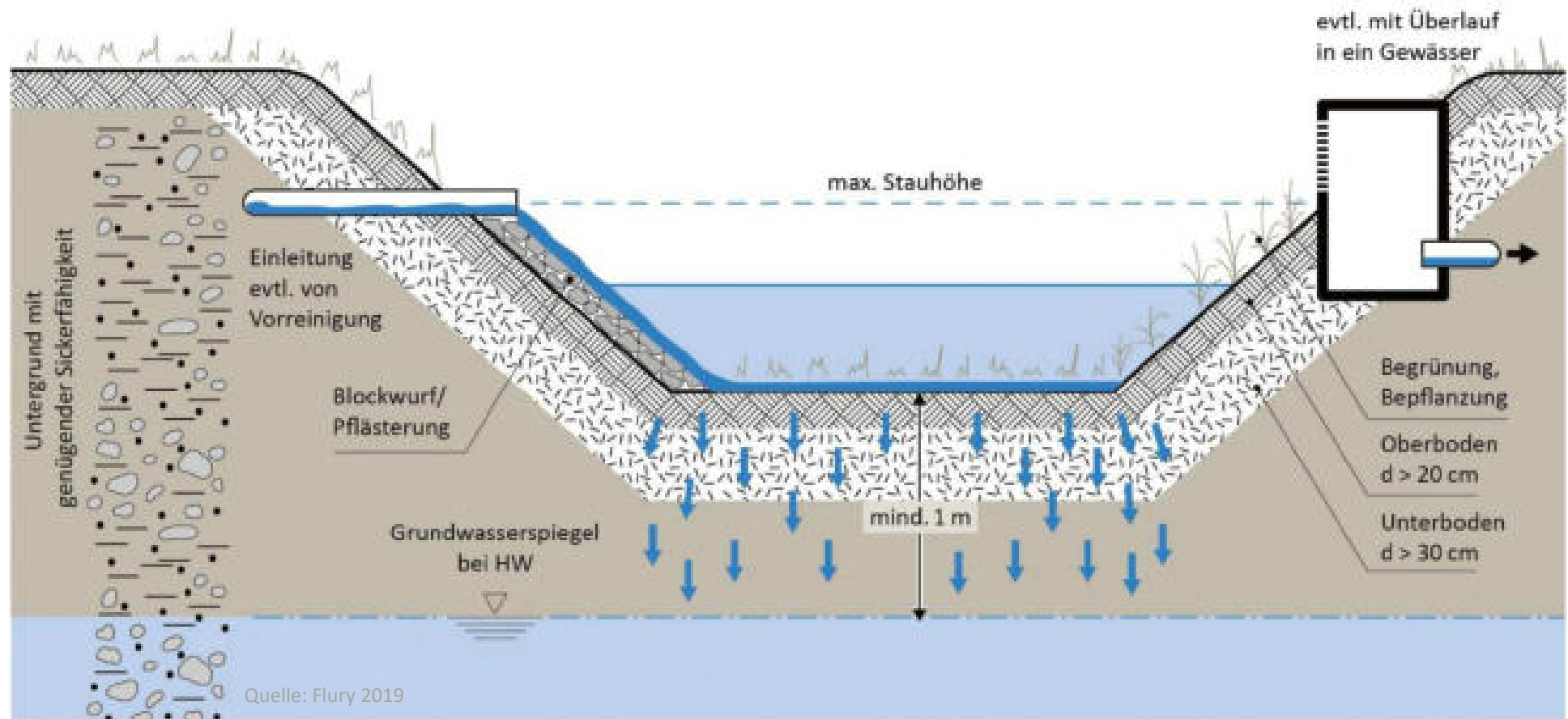
- Sammlung von Oberflächenabfluss / Zuleitung aus Oberflächengewässern (Gräben) / alternativen Wasserquellen und Speicherung in Infiltrationsbecken mit eingeschränkter Nutzungsmöglichkeit als Bewässerungswasser



Foto: Rudy Rossetto

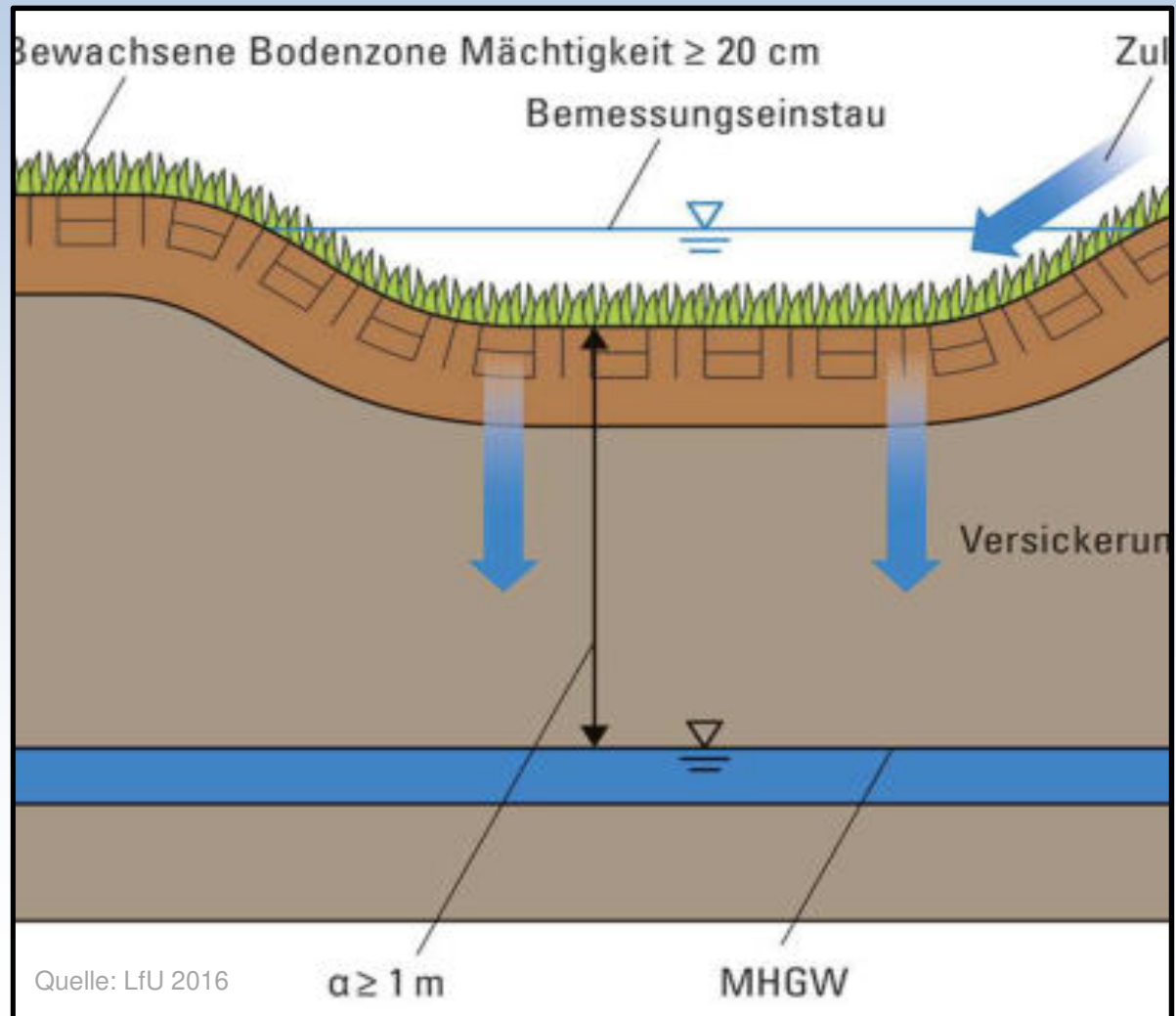
Anlagen zur Speicherung / Versickerung

Infiltrationsbecken



Anlagen zur Speicherung / Versickerung

Versickerungsmulde



Anlagen zur Speicherung / Versickerung

Polder (vorrangig HW-Schutz) / Überflutungsräume / Deichrückverlegung



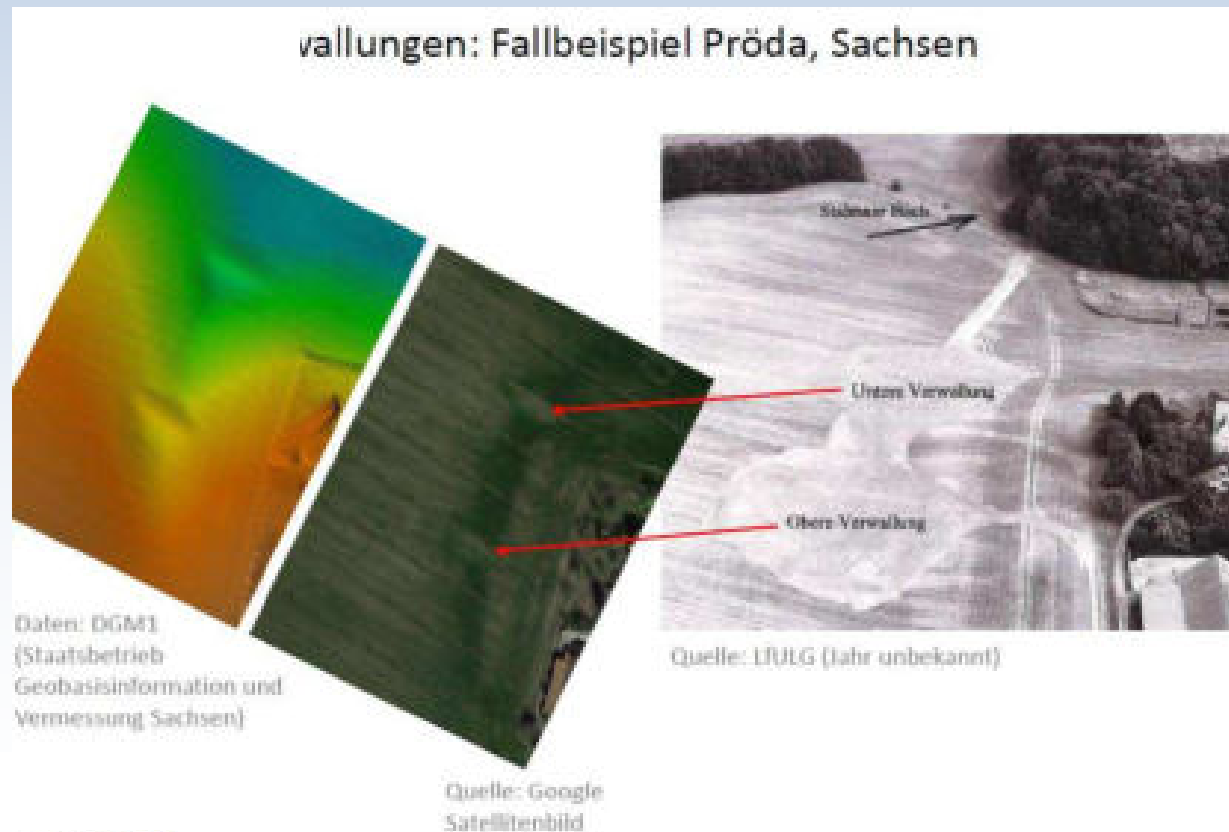
Foto: Bocholter / Borkener Volksblatt 2016, 2017, © Temming Verlag KG



Anlage zur Speicherung / Versickerung

Verwallungen

- Wasserrückhalt durch Herstellung wallartiger Strukturen in Abflussbahnen bei Stark- oder Dauerregen (ggf. Grundwasseranreicherung)

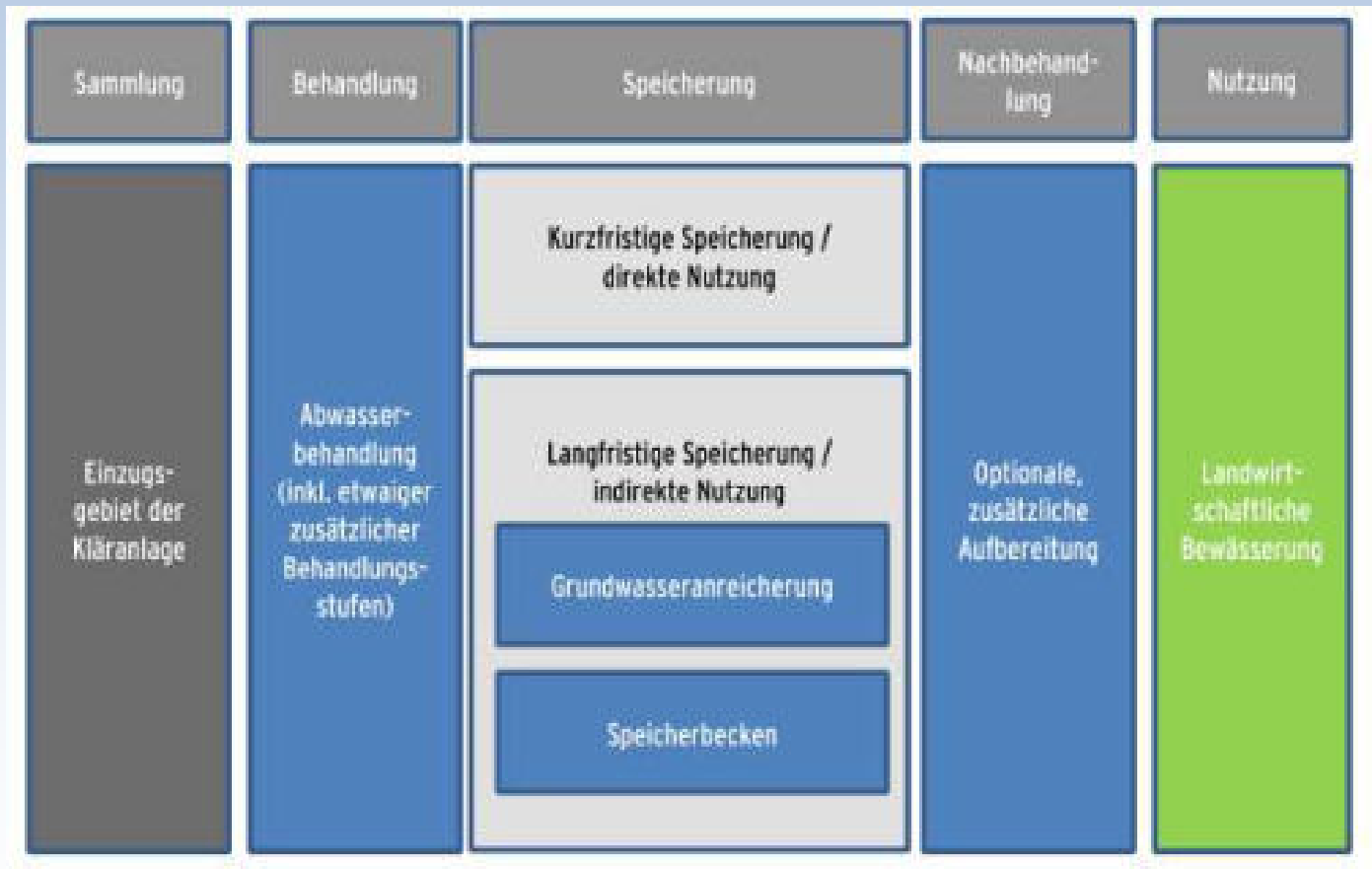


Alternative Wasserressourcen (Prozess-, Klar- und Niederschlagswasser)

Ziel: Schonung / Stützung der nat. Wasserressourcen

- Qualitative bzw. hygienische Aspekte und Anforderungen, z. B. stoffliche Belastungen (umweltgerechte Nutzung, Produktion Nahrungs- und Futtermittel, WSG)
- Mengenmäßige Verfügbarkeit in Vegetationsperiode bzw. Umgang mit anfallendem Wasser außerhalb Vegetationsperiode bei direkter Nutzung für Bewässerung
 - Speicherung
 - Ableitung / andere Nutzungsmöglichkeiten
 - Auswirkungen auf Naturhaushalt (Mindestwasserabfluss)
- Verwendung von anfallendem Wasser aus alternativen Wasserressourcen zur / für die Grundwasseranreicherung / Substitution von Grundwasser

Alternative Wasserressourcen



Wesentlichen Komponenten eines Systems zur Wiederverwendung von behandeltem Abwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung (Quelle: Seis et al. 2016)

Alternative Wasserressourcen

Speicherung und Verwendung von Produktionsabwasser

Wasserspeicher Stöcken, rd. 750.000 m³



Wasserspeicher Borg, rd. 400.00 m³

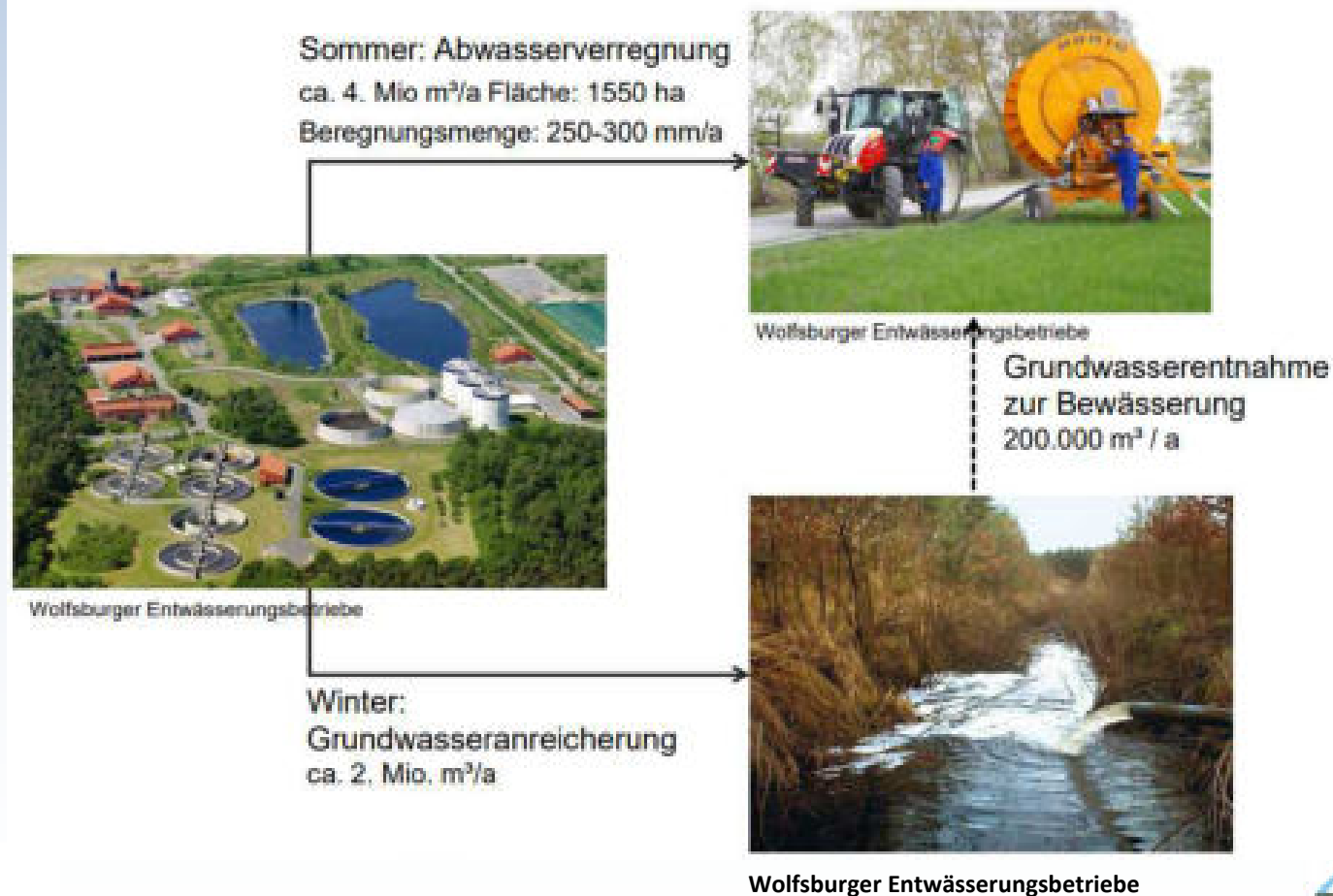


Nutzung von Klarwasser zur Beregnung und Grundwasseranreicherung

Alternative Wasserressourcen

Nutzung von Klarwasser zur Beregnung und Grundwasseranreicherung

Das Wolfsburger Model



Alternative Wasserressourcen

Nutzung von Klarwasser zur Grundwasseranreicherung



Das gereinigte Abwasser (Klarwasser) einer ländlichen kommunalen Kläranlage (ca. 6.000 Einwohnergleichwerte, ca. 350.000 m³ p.a.) wird auf zwei Nadelwaldflächen (insgesamt ca. 35 Hektar) umschichtig versickert, um den Grundwasservorrat zu erhöhen. Hierdurch wird der örtliche Wasserkreislauf geschlossen (vgl. Trinkwasserentnahme aus Grundwasser). Das Versickerungsgebiet liegt deutlich höher als die Kläranlage, welche unmittelbar am bis dahin mit dem gereinigten Abwasser beschickten Bach liegt, und in ca. 6 km Entfernung. Die laufenden Kosten (Pumpkosten, Wartung, Monitoring) werden von dem örtlichen Beregnungsverband getragen. Im Gegenzug dürfen dessen Mitglieder zusätzlich zu ihrer gebietstypischen Grundwasserentnahmeerlaubnis von ca. 80 mm weitere 20 mm aus ihren im Abstrombereich des Versickerungsgebiets gelegenen Brunnen entnehmen. Die entnommene Menge entspricht ca. 85 Prozent des versickerten Klarwassers, die anderen 15 Prozent stehen für den Basisabfluss der örtlichen Fließgewässer zur Verfügung. Die Versickerung erfolgt punktuell durch Tropfdüsen (s. Foto, Geöffneter Tropfer), welche im Abstand von 4 Metern auf Schläuchen angebracht sind. Der Abstand zwischen den im Wald parallel verteilten Schläuchen beträgt ca. 20 m. Der Grundwasserflurabstand (Versickerungsstrecke) beträgt ca. 25 m. Trinkwassergewinnungsgebiete fehlen im Umland.

Quelle: UBA 2023, LAWA 2022

Entwässerungssysteme / sonstige Gewässer

Aktive / passive Rückhaltung im Gewässer (Graben)

- Anhebung des Wasserstandes im Gewässer durch bewegliches / festes Wehr, Verwallungen im Profil, Anlage von Sohlschwellen, Verschluss von Durchlässen, etc.

Gesteuerte Drainage / temporärer Verschluss Drainage

- Regelungsschacht / -vorrichtung am Ableitungsrohr zur Steuerung der Einstauhöhe, manueller Verschluss Drainrohr ohne Regelungsmöglichkeit der Einstauhöhe

Sohlanhebung Graben / Profilaufweitung

- Anhebung der Gewässersohle ggf. in Verbindung mit einer Profilaufweitung zur Aufrechterhaltung der hydraulischen Leistungsfähigkeit

Verfüllung Graben / kontrollierte Unterlassung der Gewässerunterhaltung

- Rückbau / Einschränkung der oberirdischen Entwässerungsstrukturen

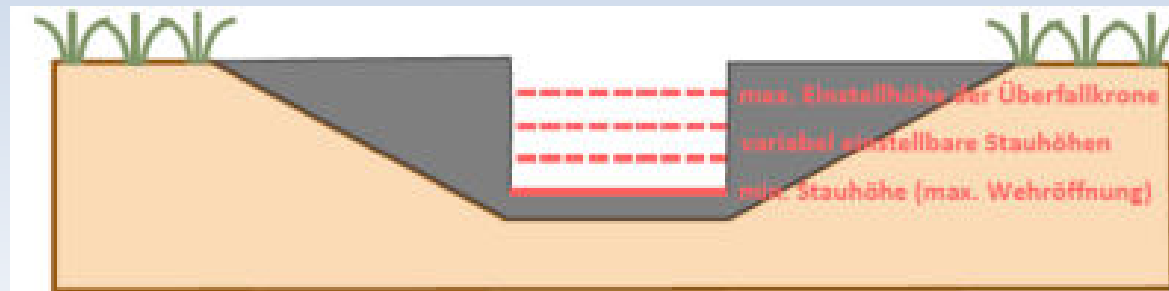


**Reduzierung / Steuerung Flächenentwässerung, Erhöhung GW-Stand,
Förderung GW-Neubildung, Verlängerung Wasserverfügbarkeit**

Entwässerungssysteme / sonstige Gewässer

Aktive / passive Rückhaltung im Gewässer (Graben)

- Verringerung des Entwässerungspotenzials des „Vorfluters“ durch Einstau, Anhebung der Grundwasseroberfläche in Abhängigkeit Stauhöhe, Dämpfung und zeitliche Verzögerung Abflussspitzen sowie Zunahme Abfluss bei Niedrigwasser in unterliegendem Gewässer, Einbeziehung angrenzende Flächen bei einmündenden Drainagen



Erforderliche standörtliche Voraussetzungen

- Umsetzung innerhalb wasserwirtschaftlicher Einheit mit Eignung für Maßnahmen an Entwässerungssystemen
- Kenntnis der Lage drainierter Flächen zur Abstimmung der Stauziele
- Kenntnis von Einleitungen oder Entnahmen von Wasser in oder aus dem Gewässer
- Kenntnis der Abflussverhältnisse, Wasserqualität und Ökologie des Gewässers für eine Abschätzung der Maßnahmenwirkung

Rechtliche Vorgaben

- Planfeststellung bzw. -genehmigung nach § 69 WHG
- Verschleiß
- Staurecht nach § 10 WHG und § 44 NWG

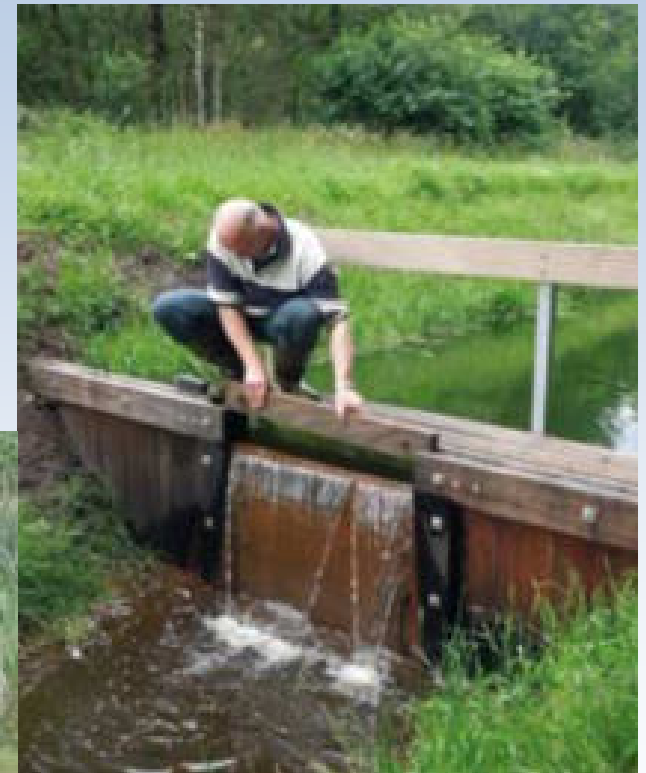
Quelle: Emslandplan 2.0 /
HYDOR 2021

Entwässerungssysteme / sonstige Gewässer

Aktive / passive Rückhaltung im Gewässer (Graben)



Quelle: www.biodivers.ch



Quelle: Landwirtschaft im Pegel 2014

Entwässerungssysteme / sonstige Gewässer

Aktive / passive Rückhaltung im Gewässer (Graben)



Eingriffe Entwässerungssysteme / sonstige Gewässer

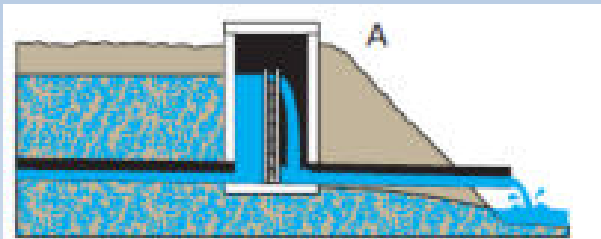
Aktive / passive Rückhaltung im Gewässer (Graben)



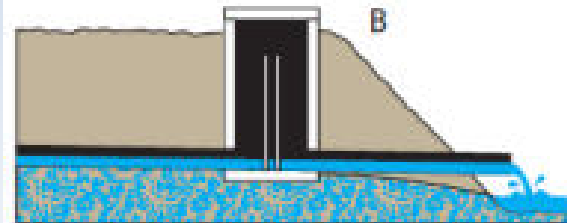
Quelle: Heidt und Peters mbH und
Günter Wolters Projektentwicklung
2021

Entwässerungssysteme / sonstige Gewässer

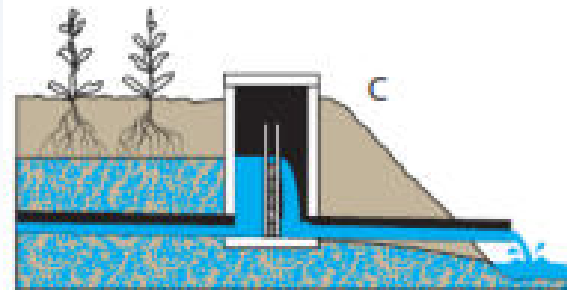
Gesteuerte Drainage



A: Nach der Ernte bzw. im Winter: Hohe Wasserstände schaffen günstige Bedingungen für Denitrifikationsprozesse.



B: Frühjahr: Der Oberboden ist entwässert und kann maschinell bearbeitet werden.



C: Vegetationsperiode: Niederschlagswasser wird teilweise in der Fläche zurückgehalten, um die Pflanzenversorgung sicherzustellen.

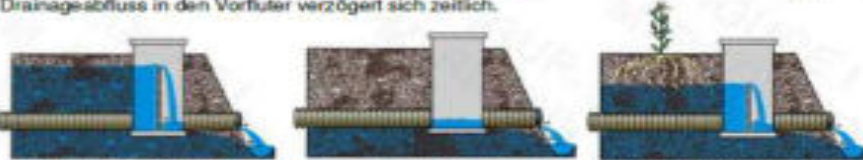
Entwässerungssysteme / sonstige Gewässer

Gesteuerte Drainage

Beispiel 1: Gesteuerte Drainage

Beschreibung

Durch die technische Umsetzung einer Steuerung des Drainageauslasses über einen Regelungsschacht kann Wasser gezielt zurückgehalten oder bei Bedarf in den Vorfluter abgelassen werden. Auf diese Weise kann die Grundwasserneubildung nach der Ernte und bis zur Frühlingsbestellung durch Einstau gefördert werden. In der Vegetationsperiode ist eine optimierte Wasserversorgung der Pflanzen durch einen kontrollierten Einstau möglich (siehe untenstehende Abbildung). Der Drainageabfluss in den Vorfluter verzögert sich zeitlich.



Erläuterung zur Abbildung: Mögliche Funktionsweise einer gesteuerten Drainage über einen Regelungsschacht vor dem Drainageauslass; links: Einstau außerhalb der Vegetationsperiode; mitte: Entwässerung vor der Frühlingsbestellung; rechts: Einstau in der Vegetationsperiode (Frankenberger et al. 2004)

Erforderliche standörtliche Voraussetzungen

- Umsetzung innerhalb wasserwirtschaftlicher Einheit mit Eignung für Maßnahmen an Entwässerungssystemen
- Kenntnisse zur Lage, Neigung, Art und Material intakter Drainagen und ihren Auslässen

Rechtliche Vorgaben

- Keine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich nach § 46 Abs. 1 Nr. 2 WHG

Finanzierungsmöglichkeiten

- Im Rahmen der Richtlinien Hochwasserschutz im Binnenland – HWS (ELER) und der Richtlinie Klimaschutz durch Moorentwicklung – KLIMO (EFRE) ist lediglich der Rückbau von Drainagesystemen förderfähig, wenn dieser Synergien zum Hochwasserschutz im Einzugsgebiet bzw. zum Schutz und der Entwicklung von Mooren aufweist.
- Eine Förderung ist durch die Förderrichtlinie Klimafolgenanpassung Wasserwirtschaft möglich.

Einzubindende AkteureInnen

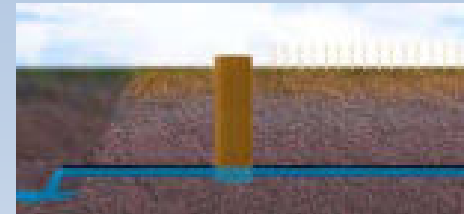
- FlächeneigentümerInnen
- FlächennutzerInnen / LandwirtInnen
- Gewässerunterhaltungspflichtige
- Fachfirma für Planung und Einbau der Drainagesteuerung

Hinweise zur Umsetzung:

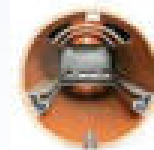
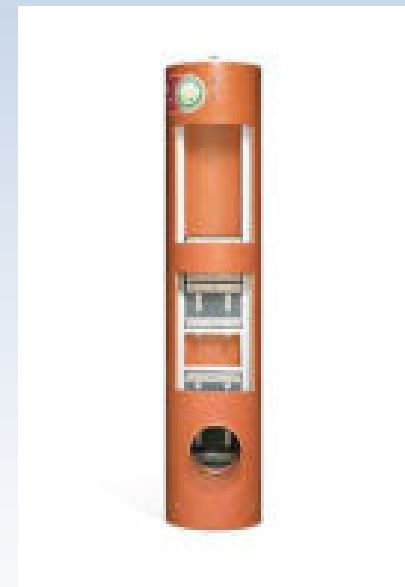
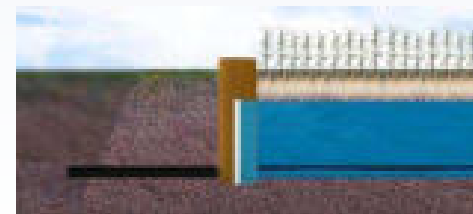
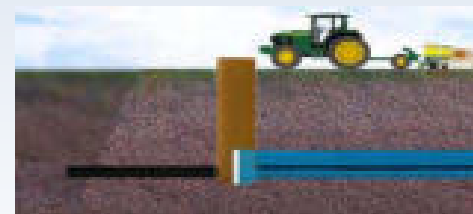
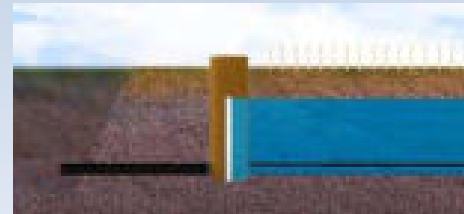
- Gewährleistung von variabler Steuerungsmöglichkeit der Drainage bei unterschiedlichen Anbaukulturen muss geprüft werden



Quelle: HYDOR 2021



Quelle: Koch 2012



**Wassermanagement
und Bewässerung**
in Westfalen-Lippe

Quelle: GEIGER agri solutions 2023

Entwässerungssysteme / sonstige Gewässer

Kontrolliertes Unterlassen der Unterhaltung – Reduktion der Mahd

- höhere Wasserstände insbesondere ab dem Spätsommer durch Reduzierung der Fließgeschwindigkeit
⇒ Erhöhung der Denitrifikationsleistung und Sedimentation, (temporäre) Sohl-anhebung in Verbindung mit einer Verringerung des Entwässerungspotenzials und höheren Wasserständen in Niedrigwasserzeiten

KURZBESCHREIBUNG



- Verzicht auf Gewässermahd
- Bei Bedarf Mahd nur in der Strommitte

WIRKUNGEN DER MASSNAHME

Entwässerung



Abflussweg



Naturraum



Nährstoff



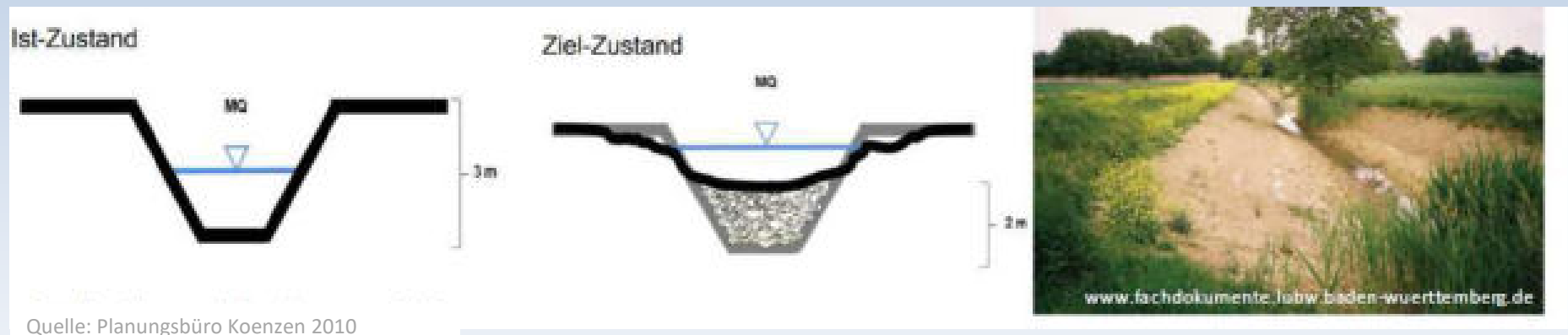
Praxisreife



Entwässerungssysteme / sonstige Gewässer

Sohlanhebung / Profilaufweitung

- höhere Wasserstände insbesondere in Niedrigwasserperioden durch Anhebung der Grundwasseroberfläche über eine Verringerung des Entwässerungspotenzials des „Vorfluters“, Verringerung der Fließgeschwindigkeit, Zulassen nat. Prozesse möglich



Erforderliche standörtliche Voraussetzungen
• Umsetzung innerhalb wasserwirtschaftlicher Einheit mit Eignung für Maßnahmen an Entwässerungssystemen • Kenntnis der Lage von Bauwerken im Gewässer, falls eine Querprofilaufweitung erforderlich wird • Kenntnis der Lage der Drainageauslässe, da diese oberhalb der angehobenen Sohle liegen müssen, um einen Drainageabfluss zu gewährleisten • Kenntnis der Eigentumsverhältnisse der Gewässerrandstreifen, falls eine Querprofilaufweitung erforderlich wird • Kenntnis der Abflussverhältnisse und Ökologie des Gewässers für eine Abschätzung der Maßnahmenwirkung
Rechtliche Vorgaben
• Planfeststellung bzw. -genehmigung nach § 68 WHG • Verschlechterungsverbot bzw. Verbesserungsgebot nach EU-WRRL

Quelle: Emslandplan 2.0 /
HYDOR 2021

Anpassung der Bewirtschaftung - Flächenmaßnahmen

Reduzierung des Wasserverbrauches oder mehr **Rückhalt** in der Fläche durch **Anpassung** der **Bewirtschaftung / bodenschonende Bewirtschaftungsmethoden / Umfeldgestaltung**

- Umstellung konservierende Bodenbearbeitung / verstärktes Einbringen organischer Substanz
➔ erhöhte Infiltration, länger Feuchtigkeit im Boden, Schutz vor Verschlämmung
- Einsatz von trockenresistenten Sorten
- Änderung Anbaustruktur / Wechsel von Baumarten im landwirtschaftlichen Umfeld ➔ Verbesserung GW-Neubildungsrate
- Änderungen der Oberflächengestaltung in der landwirtschaftlichen Fläche z. B. Versickerungsmulden, Verwallungen für Rückhalt bei Stark- oder Dauerregen, Pufferzonen und Hecken, Agroforste, Querpflügen in Hanglage

➔ **Ausnutzung / Verbesserung Wasserrückhaltepotenzial Fläche, Erhöhung GW-Neubildung, Reduzierung Bewässerungsbedarf, Schutz vor Erosion und Austrocknung**



Anpassung der Bewirtschaftung - Flächenmaßnahmen

Mulch- und Direktsaatverfahren

- Aussaat in Erntereste vorheriger Hauptfrucht und reduzierte Bodenbearbeitung / Bestellung ohne Bodenbearbeitung zur Verbesserung des Wasserrückhaltevermögens und zum Schutz vor Erosion und Austrocknung

KURZBESCHREIBUNG



- Verzicht auf Pflugeinsatz
- Nur oberflächliche Bodenlockerung bis 10 cm Tiefe
- Bearbeitung von Ernteresten mit dem Grubber
- Mulchsaat von Mais, Zuckerrüben und Kartoffeln nur nach Zwischenfruchtanbau
- Mulchen frühestens nach dem 15.2. vor der Neubestellung

WIRKUNGEN DER MASSNAHME

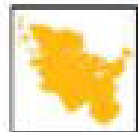
Entwässerung



Abflussweg



Naturraum



Nährstoff



Praxisreife

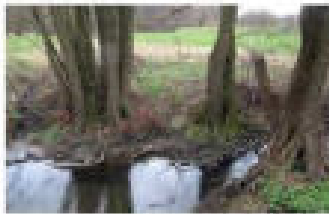


Anpassung der Bewirtschaftung - Flächenmaßnahmen

Pufferzonen (Agrarumweltmaßnahmen) / Gehölzstreifen und Hecken / Agroforste

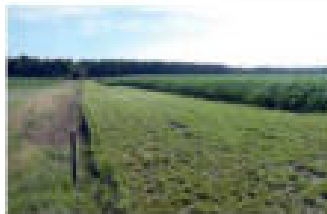
- Verringerung Oberflächenabfluss und Abflussgeschwindigkeit / Erosion durch Wind und Wasser, Erhöhung Humusanteil, Reduzierung Bodenverdunstung durch Verringerung Temperatur und Windgeschwindigkeit, Verbesserung Mikroklima Boden

KURZBESCHREIBUNG



- Anlage eines dauerhaften Vegetationsstreifens von 5–30 m Breite in Gewässernähe
- Bei Grasstreifen Erhaltung einer geschlossenen Grasnarbe und Abfuhr des Mahdgutes zur Aushagerung
- Keine Düngung des Randstreifens

KURZBESCHREIBUNG



- Ansaat von etwa 10 m breiten mehrjährigen Grasstreifen am Rand von Ackerflächen
- Anlage des Streifens am Fuß von geneigten Flächen oder an Gewässern
- Pflege einer dichten Vegetation auf dem Schonstreifen
- Verzicht auf Düngung auf dem Schonstreifen
- Sicherung der Infiltrationskapazität des Schonstreifens
- Flächiger Zufluss von Oberflächenwasser auf dem Schonstreifen

WIRKUNGEN DER MASSNAHME

Entwässerung



Abflussweg



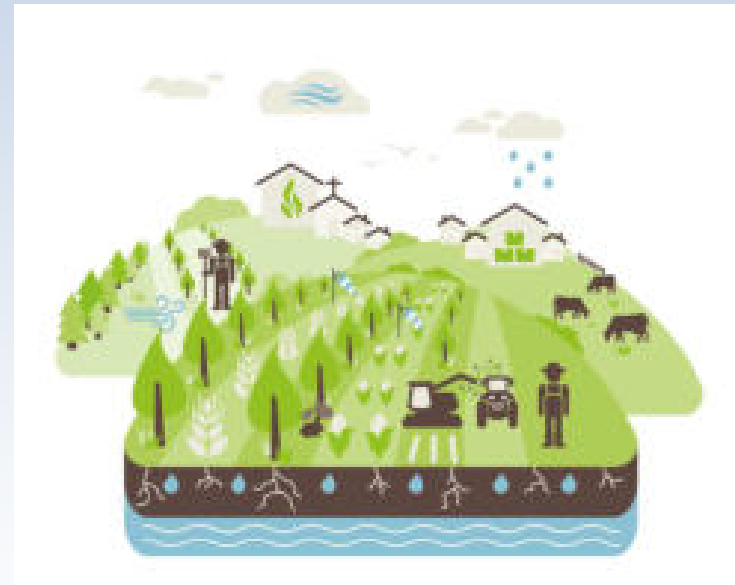
Naturraum



Nährstoff

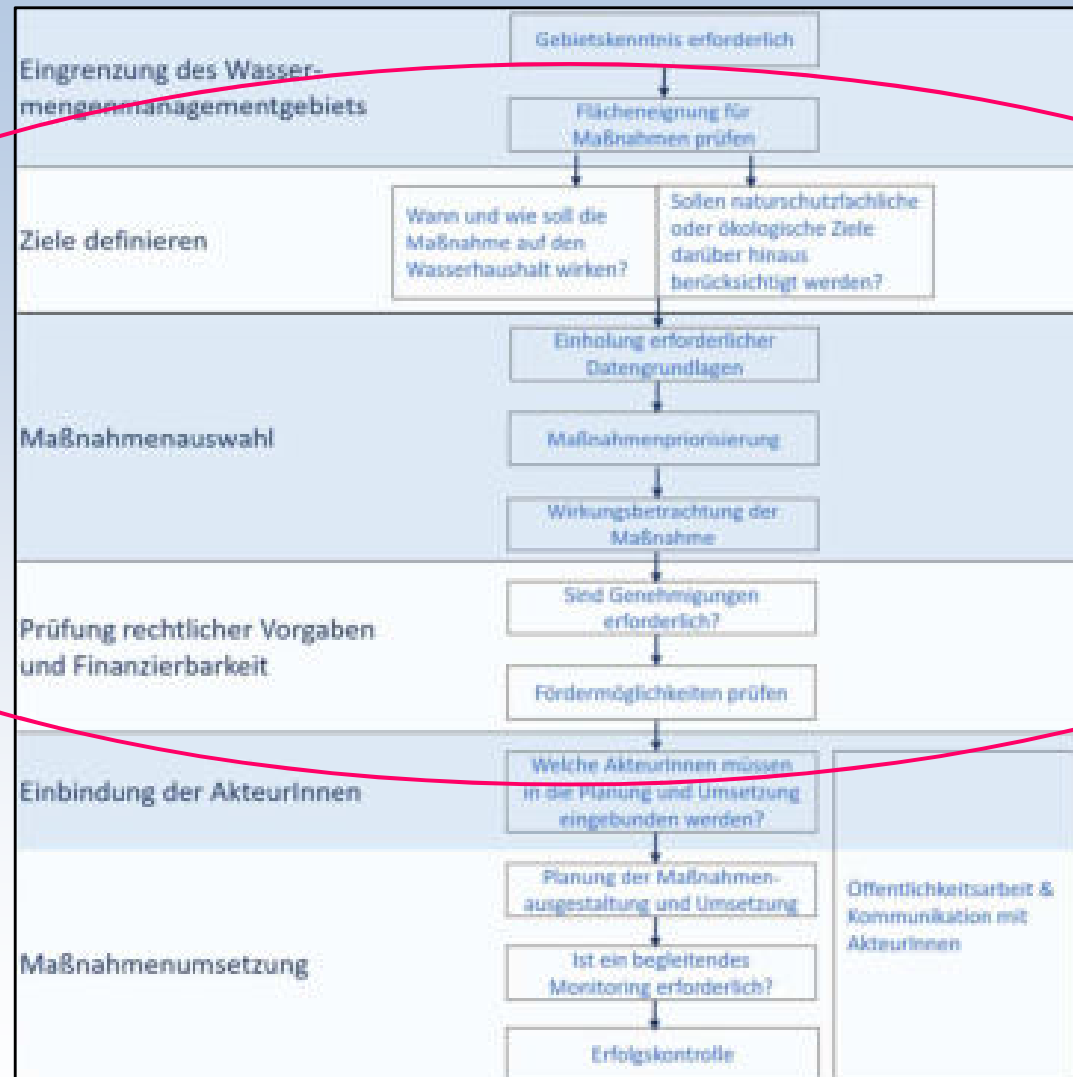


Praxisreife



Quelle: <https://agroforst-info.de/>

Beispiel: Herangehensweise – Planerisches Vorgehen



Grundlage für vertiefende maßnahmen- und standortspezifische Analyse und Planung

Quantifizierung Auswirkungen auf Gebietswasserhaushalt / Bilanzgebiet

Diskussion



Quelle: <https://clipart-library.com/clipart/1171274.htm>



Quelle: <https://www.byte.fm/sendungen/hello-mellow-fellow/2019-09-30/22/verschiedenes/>