

# Zur Notwendigkeit integrierter wasserwirtschaftlicher Planung im Rahmen der Umsetzung der Norddeutschen Wasserstoffstrategie in Zeiten des Klimawandels

Impulsvortrag

Niedersachsens

Woche des Wasserstoffs

14. Juni 2024

Dr.-Ing. Bernd Rusteberg

**Rusteberg Water Consulting**  
Innovative Solutions and Strategies

**RWC**

- (1) Sensibilisierung in Bezug die Risiken, die mit der dramatischen Ausweitung von Trockenwetterperioden (Dürren) verbunden sind
- (2) Aktuelle Studienlage zur Beurteilung der Wasserverfügbarkeit für die H<sub>2</sub>-Elektrolyse in Deutschland
- (3) Anmerkungen zur Umsetzung integrierter wasserwirtschaftlicher Planung im Fall großskaliger Elektrolyse-Anlagen

## Konsens der Wissenschaft zu den Klimafolgen

- Keine dramatische Änderung des Jahresniederschlags und Wasserdargebots in Deutschland bis 2050
- Zeitliche Verteilung der Niederschläge wird sich ändern (Zunahme von Starkniederschlägen)
- Extreme Hochwasserereignisse
- Temperatur wird in Abhängigkeit vom Klimaszenario signifikant ansteigen → Verdunstung (Landwirtschaft)
- Trockenperioden (Dürren) werden in Deutschland und vielen Regionen Europas deutlich häufiger und länger andauern als in der Vergangenheit.
- Risiko von Wasserversorgungsengpässen bei ausgedehnten Dürren
- Regionale und sektorale Konflikte um die Wassernutzung möglich

### UFZ Klimafolgenstudie (2023)

DVGW, 2023: Klimafolgenstudie für das DVGW-Innovationsprogramm “Zukunftsstrategie Wasser”, DVGW-Forschungsprojekt 202122, UFZ Abschlussbericht, pp. 217.

# Klimawandel und Extremwetterlagen

## Klimawandelimpakt

( Vereinfachte Darstellung)

### Langfristiger Trend

- Änderung des Jahresniederschlags
- Temperaturanstieg

Zunehmende Verdunstungsverluste  
Erhöhung des Wasserbedarfs  
Grundwasserabsenkung

Beurteilung des Impakts über  
Szenarienrechnung

Wasserdargebot in Deutschland  
ausreichend, um Bedarf zu decken

### Extremwetterlagen

- Hochwasser
- Dürren und Hitzeperioden

Zunahme von Extremereignissen  
Häufigkeit nimmt zu  
Ausmaß nimmt zu

Szenarienrechnung  
Beträchtliche Unsicherheit

Risiko von Wasserversorgungs-  
engpässen und Konflikten

(Nutzungsdruck permanent zunehmend)

{ Historische Entwicklung  
kaum übertragbar }

Überlagerung



# Trockenwetterlagen (Dürren)

## Meteorologische Dürre

- Unterdurchschnittliche Niederschläge
- In einem längerem Zeitraum

Eng verknüpft

## Landwirtschaftliche Dürre

- Wassermangel im Boden
- Auswirkungen auf landw. Produktion



Folgen einer meteorologischen Dürre

## 2018 & 2019

Dürreschäden für die deutsche Wirtschaft 35 Milliarden Euro (BMWK)

## Wasserkonflikte

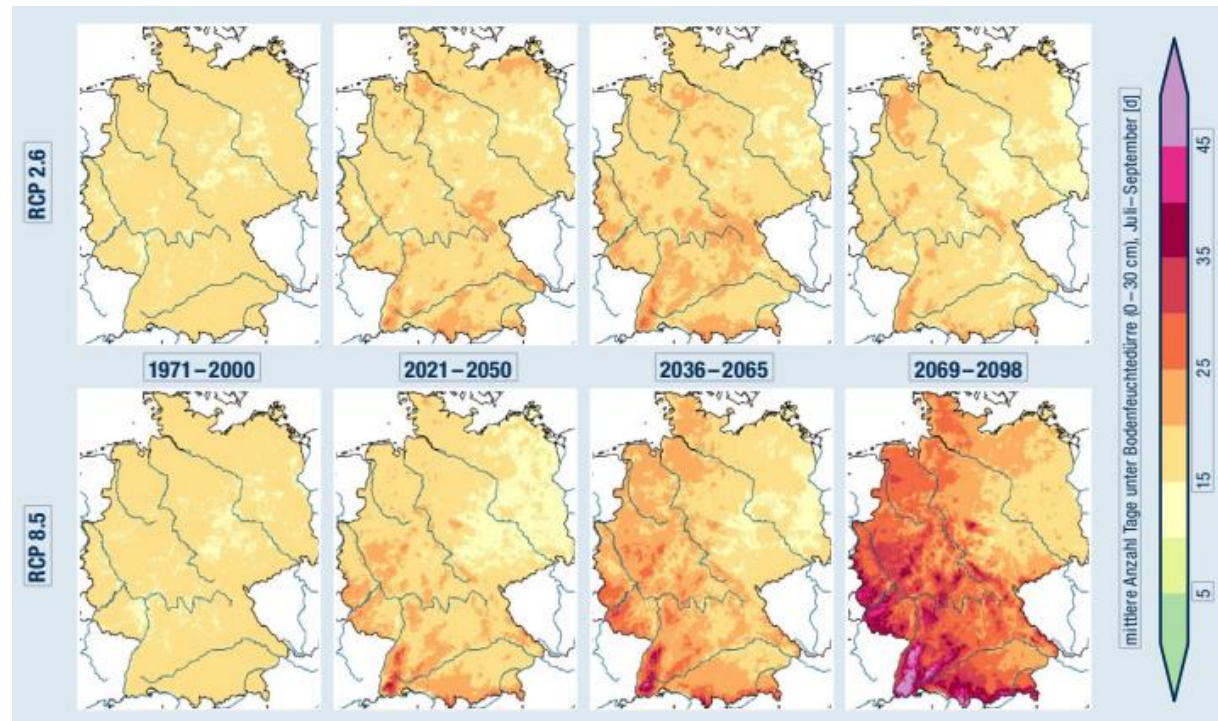
NLWKN (2024):  
Klimaerwärmung wird zukünftige Grundwasserstände in Niedersachsen erheblich negativ beeinflussen (16.01.2024)

## Hydrologische Dürre

- Wasserknappheit: Grundwasser & Oberflächengewässer
- Reduzierter Basisabfluss, Wasserstand



## Entwicklung landwirtschaftlicher Dürren in den Sommermonaten

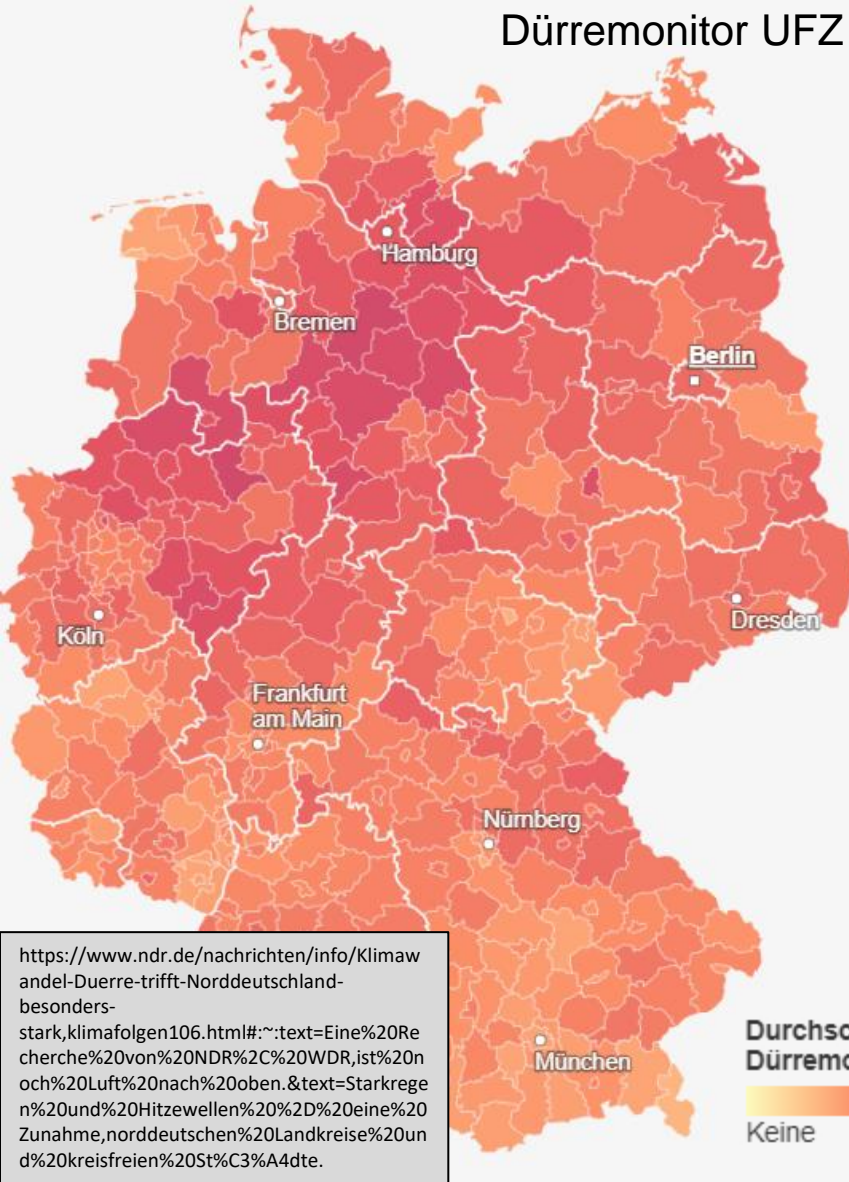


- **Trockenperioden werden insbesondere in den Sommermonaten an Dauer und Intensität zunehmen.**

DVGW (2022): Auswirkungen des Klimawandels auf das Wasserdargebot Deutschlands: Überblick zu aktuellen Ergebnissen der deutschen Klimaforschung, pp.9.

# Zunehmende Dürren in Deutschland und Europa (2018-2022)

Dürremonitor UFZ



## Zunahme extremer landwirtschaftlicher Dürreperioden

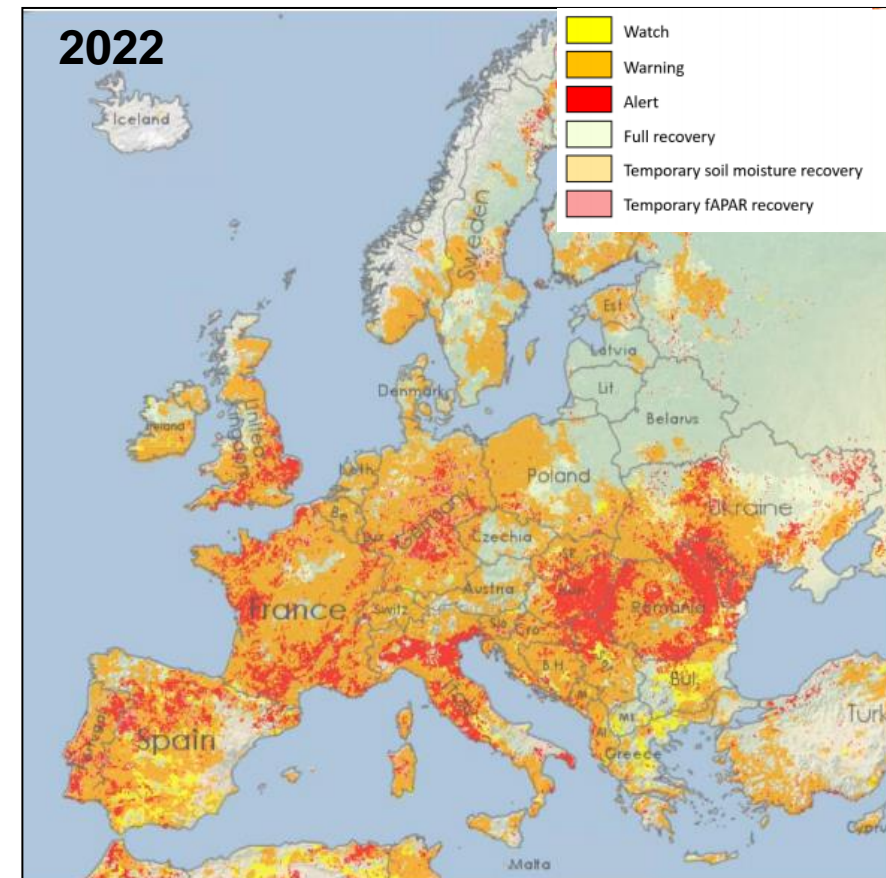
- In Norddeutschland sind die Böden besonders stark betroffen:
- Impakt ist seit 2018 stark zunehmend und deutlich spürbar

### Zeitraum 2018-2022:

- Im Mittel 4-6 Dürremonate pro Jahr in Norddeutschland

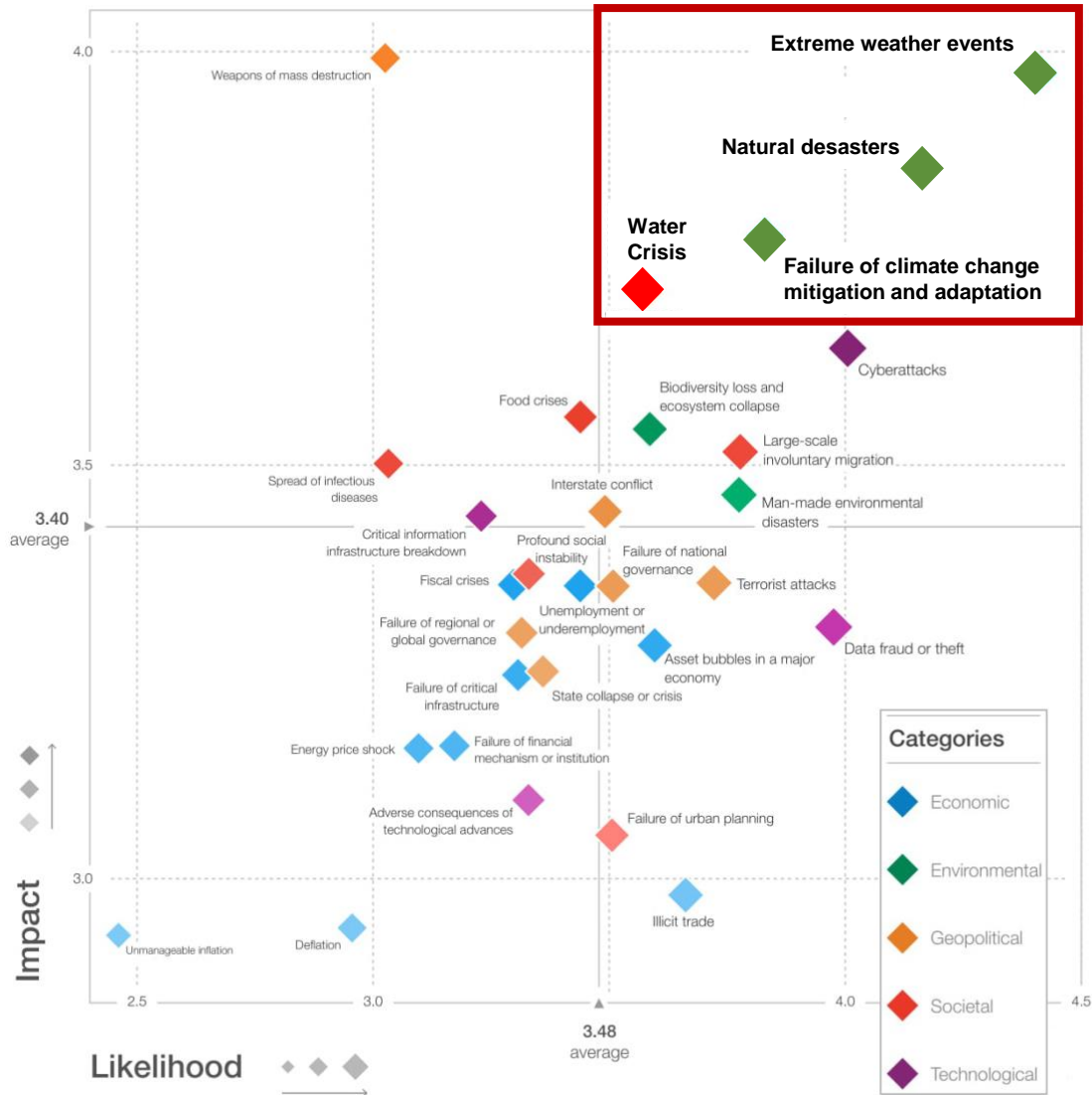
## Versorgungsengpässe und & Wasserkonflikte (2022)

- Wasserengpässe und Konflikte fast in ganz Europa
- Großflächige Überlagerung landwirtschaftlicher und hydrologischer Dürre



Klimawandel: Dürre trifft Norddeutschland besonders stark

# Extremwetterlagen als größtes Risiko für die Weltwirtschaft



## Global Risks Report (2018)

- Weltwirtschaftsforums: Größte Risiken für die Weltwirtschaft werden nach Auftretenswahrscheinlichkeit und Impact auf die Weltwirtschaft bewertet
- Es dominieren umwelt- bzw. klimawandelbezogene Risiken
- Als größtes gesellschaftliches Risiko wird das Auftreten von Wasserkrisen gesehen.

## Global Risks Report (2024)

- Extremwetterlagen werden weiterhin als größtes Risiko für die Weltwirtschaft angesehen
- Die ersten 4 Plätze werden weiterhin durch Umweltrisiken besetzt





# Wasserbedarf für die Elektrolyse



Wasserverbrauch im Kontext der Wasserstoffproduktion im Land Brandenburg (MWAE, 2024)

Equiv. Trinkwasserversorgung

- 9 Liter Reinstwasser für 1 kgH<sub>2</sub>
- Häufig: 12-32 Liter Rohwasser für 1 kgH<sub>2</sub>
- Rohwasserbedarf abhängig von Technologie, Wasseraufbereitung, Kühlung
- Literatur: 12-120 l/kgH<sub>2</sub> (MWAE, 2024)



## Elektrolyseleistung von 1 GW

- Produktion: etwa 70 Mio kgH<sub>2</sub> (2,8 TWh)
- Rohwasserbedarf: 0,9-2,2 Mio m<sup>3</sup>/a
- Bei 120 l/kgH<sub>2</sub>: 8,3 Mio m<sup>3</sup>/a
- TESLA: 1,3 Mio m<sup>3</sup>/a genehmigt



## Haushalte: 130 l/Ed

- 1 GW Ausbauleistung
  - 19.000 - 46.000 Einw.
  - bis zu 175.000 Einw.
- 6 Standorte: 1-6,4 GW

Grüner Wasserstoff: Zur Notwendigkeit Integrierter Wasserwirtschaftlicher Planung

## Jüngste Beiträge zur Thematik:

- a. DVGW, 2023: Genügend Wasser für die Elektrolyse . Wieviel Wasser wird für die Erzeugung von grünem Wasserstoff benötigt und gibt es ausreichende Ressourcen?
- b. MWAE, 2024: H<sub>2</sub>O Studie Brandenburg. Wasserverbrauch im Kontext der Wasserstoffproduktion im Land Brandenburg.

## Wesentliche Ergebnisse der DVGW Studie

### DVGW, 2023

- Vergleich des nationalen Wasserbedarfs der Wirtschaftssektoren mit dem Wasserbedarf bei einer installierten Elektrolyseleistung von 10 GW (Nationale Zielgröße: 2030)
  - Ausschliesslich Bezug auf die nationale Ebene
- Wasserverbrauch der Energiewirtschaft, Bergbau und verarbeitendem Gewerbe seit 1991 deutlich gesunken
- Wasserbedarf für 10 GW: 9 Mio m<sup>3</sup> natürliche Ressourcen (~ 13 Liter/kgH<sub>2</sub>)

### **Ergebnisse:**

- Deutschland hat pauschal genügend Wasser für die Produktion von grünem Wasserstoff !
- Geringer Wasserbedarf für Elektrolyse auf nationaler Ebene im Vergleich zu übrigen Nutzungen
- Konsequente Umsetzung einer integrierten Wasserbewirtschaftung notwendig

## Wesentliche Ergebnisse der MWAE Studie

### MWAE, 2024

- Machbarkeit der H<sub>2</sub>-Produktion in Brandenburg – Fokus Wasserbedarf und Wasserdargebot
- Wasserbedarf und -verfügbarkeit für die Elektrolyse für unterschiedl. Anlagengrößen

### Ergebnisse:

- Rohwasserbedarf für die Elektrolyse in der Bandbreite von 12 bis 120 Liter/kgH<sub>2</sub>
- Bereits heute Wasserstress in Brandenburg durch geringes GW-Dargebot und Dürren
- Pilotprojekten zur H<sub>2</sub>-Produktion mit behandeltem Abwasser angeraten, wobei kleinere Vorhaben (< 10 MW) an die kommunale Wasserversorgung angeschlossen werden könnten
- Bei großskaliger H<sub>2</sub>-Elektrolyse (>100 MW), die die Nutzung von Grund- oder Oberflächenwasserressourcen erfordert, sind regionale Standortanalysen dringend anzuraten

## Erhebung zu geplanten H2 Hubs in Norddeutschland



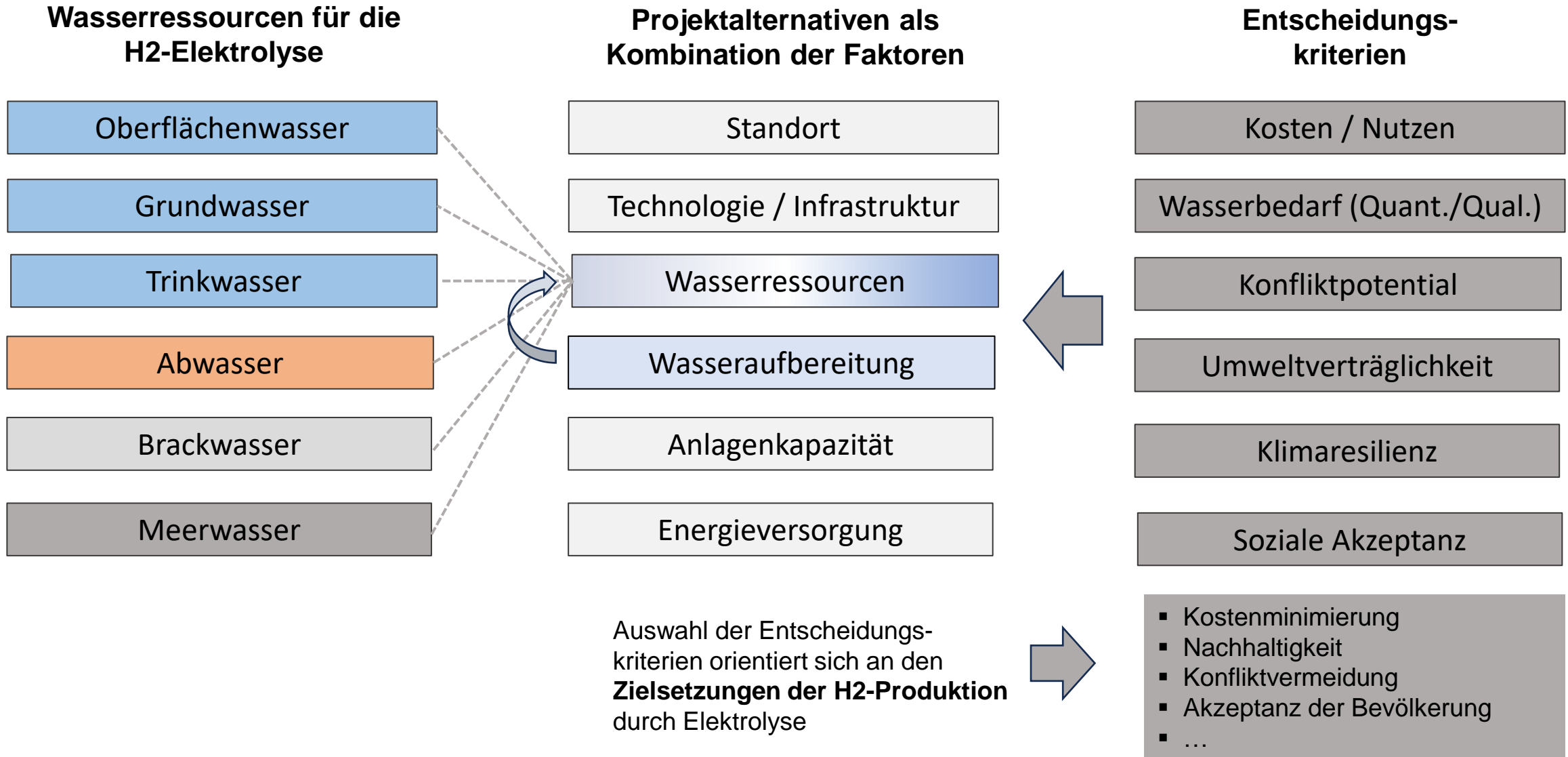
### Angefragt wurden:

- Basisdaten: Aktuell geplante Ausbauleistung (2030-2050), H2-Produktion, erneuerbare Energien, Rohwasserquellen und -bedarf
- Studienlage in Bezug auf Wasserverfügbarkeit, Wasseraufbereitung und Klimawandelimpakt für den Planungshorizont 2025 - 2050

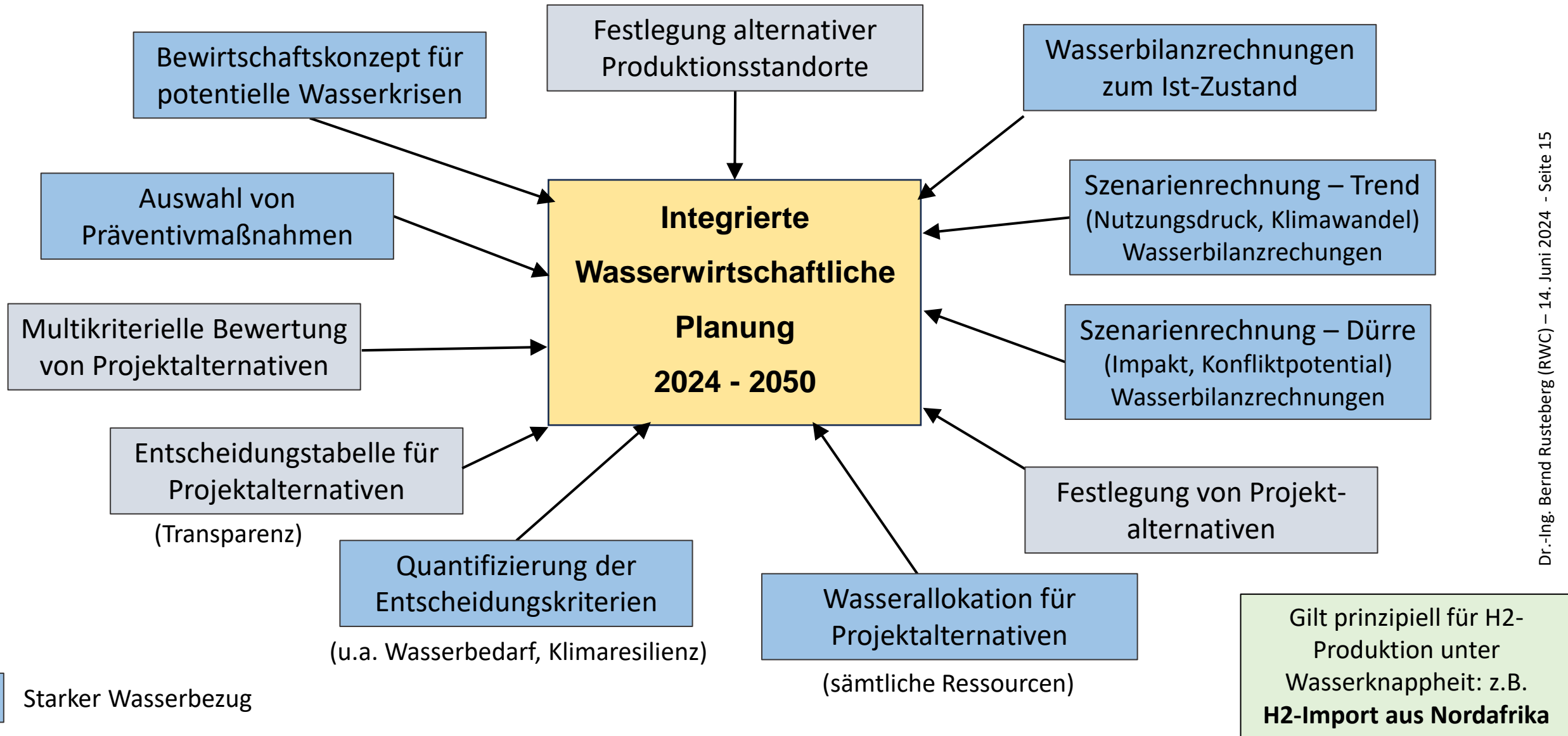
### Ergebnisse

- 6 Standorte streben einen Ausbau der Elektrolyse im GW-Bereich an (1-6,4 GW)
- Großskalige Elektrolyse: i.d.R. erneuerbare Süßwasserressourcen vorrangig genutzt
- Vereinzelt soll komplementär Brackwasser, Meerwasser und behandeltes Abwasser eingesetzt werden, um den Bedarf zu decken
- Wasserproblematik erkannt und wird angegangen (Daten zum Teil noch vertraulich)
- Konflikte mit der Trinkwasserversorgung gilt es zu vermeiden

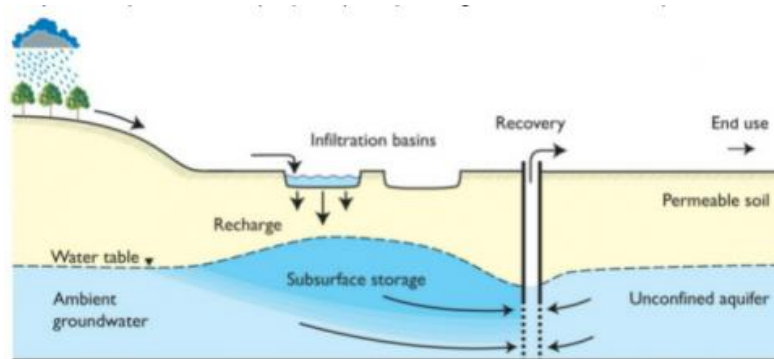
# H2-Strategie: Die Wassernutzung als wichtiger Planungsfaktor



# H2-Strategie: Integrierte wasserwirtschaftliche Planung



# Beispiel Präventivmaßnahme: Kontrollierte Grundwasseranreicherung



## Situation in Deutschland

- Bislang werden nur **7% der Wasserversorgung** über die kontrollierte (künstliche) Grundwasseranreicherung abgedeckt
- MAR als potentielle Maßnahme im **Wasserversorgungskonzept Niedersachsen (2022)** berücksichtigt
- Großskalige **strategische Implementierung ist notwendig** und steht weiterhin aus.
- **Herausforderung Hochwasser:** Große Mengen in kurzer Zeit (ggf. Zwischenspeicherung)

## Managed Aquifer Recharge (MAR)

- Gesteuerte, kontrollierte **Einleitung von Oberflächenwasser in den Grundwasserspeicher** über Infiltrationsbecken oder Brunnen
- **Unterirdische Wasserspeicherung** und Nutzung während der Trockenperioden
- Speicherung von **HW-Abflüssen**, die sonst ungenutzt ins Meer fließen würden
- Ermöglicht die **Verbundbewirtschaftung** von Oberflächen- und Grundwasserressourcen
- Vermeidung einer **Grundwasserabsenkung**
- Vermeidung von **Verdunstungsverlusten**
- Eindämmung der **Meerwasserintrusion** in Küstengrundwasserleitern (s. Barcelona)
- EU-Gabardine (2009) MAR Mittelmeerraum
- LBEG (2022-2027) MAR Raum Lüneburg



# Schlussfolgerungen und Empfehlungen

- Pauschale Bewertung der Wasserverfügbarkeit für die Elektrolyse in Bezug auf das jährliche Wasserdargebot nicht aussagekräftig genug
- Trockenperioden in den Sommermonaten nehmen zukünftig an Dauer und Intensität zu
- Permanent steigendes Konfliktpotential in Bezug auf Trockenwetterlagen
- Bedarf an integrierter wasserwirtschaftlicher Planung und standortbezogenen Studien und Maßnahmen, insbesondere im Fall großskaliger H<sub>2</sub>-Elektrolyse
- Gleiches gilt für Produktionsstandorte in Trockenregionen wie Nordafrika, dem Nahen Osten oder Brasilien als potentielle Exportregionen
- Integration Nationale Wasserstrategie & Wasserstoffstrategie

# Zur Notwendigkeit integrierter wasserwirtschaftlicher Planung im Rahmen der Umsetzung der Norddeutschen Wasserstoffstrategie in Zeiten des Klimawandels

DANKE FÜR IHR INTERESSE

Niedersachsen

Woche des Wasserstoffs

14. Juni 2024

Dr.-Ing. Bernd Rusteberg  
Rusteberg Water Consulting, RWC  
Himmelsbreite 49 – 37085 Göttingen  
[brusteberg@rustebergwaterconsulting.com](mailto:brusteberg@rustebergwaterconsulting.com)  
Mobil: +49 (0) 176 8430 1336

**RWC**