



„Quantifizierung der landwirtschaftlich verursachten Kosten zur Sicherung der Trinkwasserbereitstellung“ - Ergebnisse der Studien für das Umweltbundesamt sowie den BDEW

Vortrag auf dem 4. Wiesbadener Grundwassertag

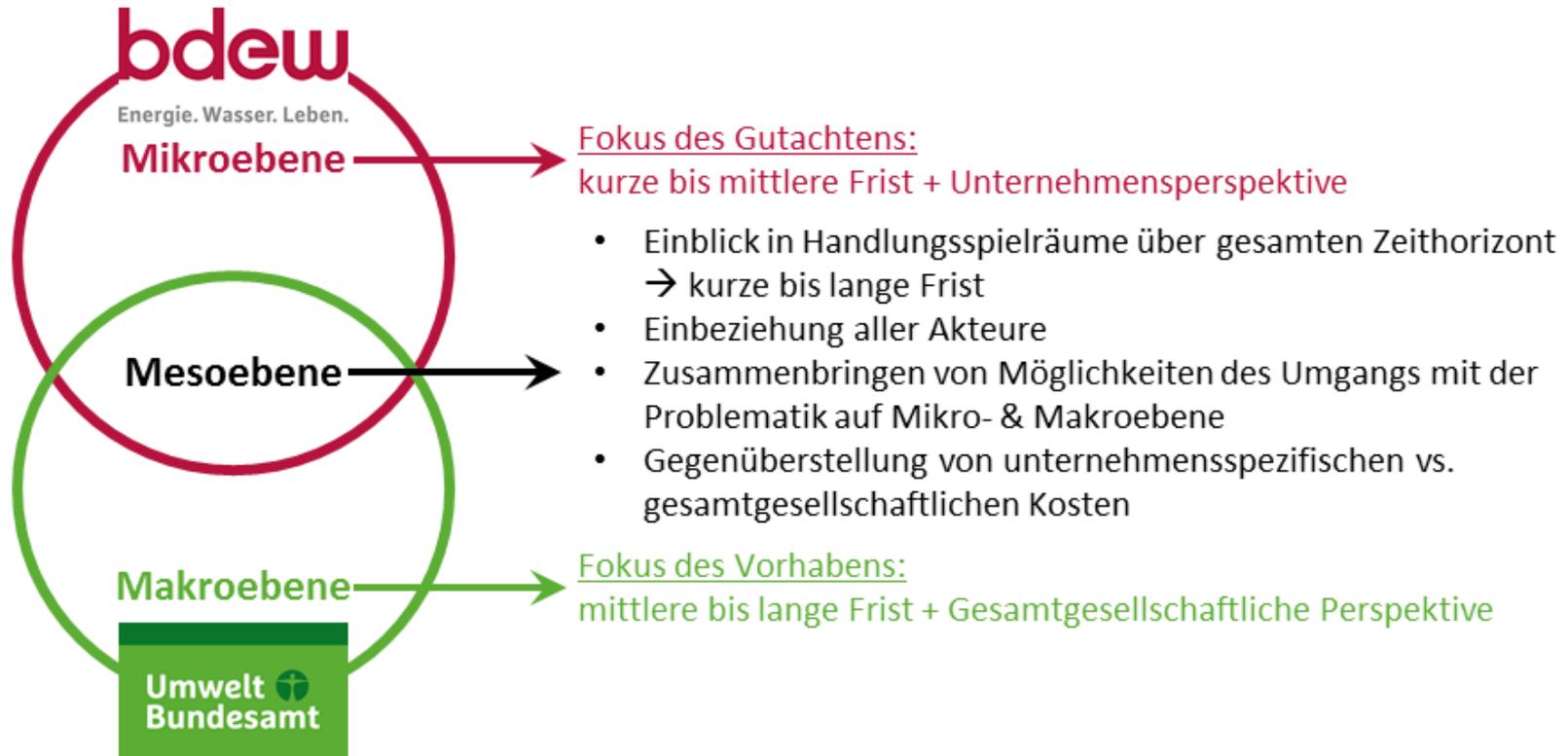
Wiesbaden, 19. September 2017

Übersicht

1. Abgrenzung BDEW- zu UBA-Studie
 2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage
 3. Auftrag UBA-Studie
 4. Kostenbetrachtung einer zusätzlichen Trinkwasseraufbereitung
 5. Fazit zur Erfolgswirksamkeit präventiver Maßnahmen
 6. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten
 7. Fazit
- Annex:
- a. Vorstellung Modellregionen
 - b. Kostenbetrachtung reaktive Maßnahmen (exkl. zusätzliche Trinkwasseraufbereitung)
 - c. Präventive Maßnahmen in Regionen

1. Abgrenzung BDEW- zu UBA-Studie

Gutachten für den BDEW (veröffentlicht am Mitte Januar 2017); UBA-Studie (veröffentlicht Anfang Juni 2017)



Beide Untersuchungen ließen sich aufgrund unterschiedlicher Schwerpunkte gut voneinander abgrenzen – gleichzeitig konnten erhebliche Synergieeffekte genutzt werden.

1. Abgrenzung BDEW- zu UBA-Studie

Umfragedesign und Prozess hin zur Befragung

BDEW - Umfrage zu Kosten der Nitratbelastung

Wie groß war die im Jahr 2015 insgesamt in allen Ihren Wassergewinnungsgebieten geförderte Rohwassermenge? in 1.000 m³

Definition Wassergewinnungsgebiet (WGG):
Raumlich klar abgegrenztes Einzugsgebiet für die Förderung von Rohwasser zur Trink- und Brauchwasserproduktion, in dem technische Einrichtungen zur Wassernutzung (z. B. Brunnen, Quellfassungen) installiert sein können.

Woviele Wassergewinnungsgebiete nutzen sie derzeit? Anzahl

Wie gehen Sie die Anzahl Ihrer Wassergewinnungsgebiete an? Anzahl

In wie vielen Ihrer Wassergewinnungsgebiete kann eine Nitratbelastung (Konzentration auch signifikant unter Nitratgrenzwert) festgemacht werden?

in 1 WGG in 2 WGG in 3 oder mehr WGG

Hinweis: Sofern Sie keine Belastung festgestellt haben, ist eine Befragung der nachfolgenden Fragen nicht notwendig.

1. Welche Rohwasserressourcen nutzen Sie schuppenkritisch für Trinkwasserproduktion (ohne Brauchwasser) in Ihren drei am stärksten von Nitratbelastung betroffenen Wassergewinnungsgebieten?

Wassergewinnungsgebiet 1:

Grundwasser Quellwasser Grundwasser Quellwasser
 Uferfiltrat Angereichertes Grundwasser Uferfiltrat Angereichertes Grundwasser
 See- und Talporenwasser Flusswasser See- und Talporenwasser Flusswasser

Wassergewinnungsgebiet 2:

Grundwasser Quellwasser
 Uferfiltrat Angereichertes Grundwasser
 See- und Talporenwasser Flusswasser

Hinweise:
- Bitte beachten Sie sich bei allen weiteren Fragen auf die von Ihnen genannten Wassergewinnungsgebiete.
- Falls Sie nur ein (oder zwei) Wassergewinnungsgebiete mit Nitratbelastung haben, lassen Sie die Antwort für die anderen WGG bei dieser und weiteren Fragen unangehört.

2. Wie viel Rohwasser fördern Sie im jeweiligen WGG aus der in Frage 1 genannten Ressource?

WGG 1: in 1.000 m³
WGG 2: in 1.000 m³
WGG 3: in 1.000 m³

3. Welchen Anteil an der insgesamt geförderten Menge im jeweiligen WGG hat die genannte Rohwasserressource?

WGG 1: %
WGG 2: %
WGG 3: %

Seite 1 von 10



- Entwicklung eines **Fragebogens** in enger Abstimmung mit RWW, RheinEnergie und OOWV
 - Datenerhebung durch 18 **Telefoninterviews** (jeweils 2-3 h)
- Feinjustierung**

Befragung von 1.400 BDEW-Mitgliedsunternehmen Ende Juni/Anfang Juli 2016

- Befragung**
- **Weiterentwicklung Fragebogen** für Telefoninterviews zu Fragebogen Online-Umfrage
 - **Umfangreicher Fragenkatalog** zur Nitratbelastung in nochmaliger Abstimmung mit dem BDEW, RheinEnergie, RWW, OOWV und dem Umweltbundesamt
 - **Verschiedene Erhebungsformen**
 - Onlinefragebogen
 - PDF-Fragebogen

Wie viele Unternehmen nahmen an der Befragung teil und wie verteilen sich diese auf die unterschiedlichen Größenklassen und Regionen?

Übersicht

1. Abgrenzung BDEW- zu UBA-Studie

2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage

3. Auftrag UBA-Studie

4. Kostenbetrachtung einer zusätzlichen Trinkwasseraufbereitung

5. Fazit zur Erfolgswirksamkeit präventiver Maßnahmen

6. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

7. Fazit

Annex:

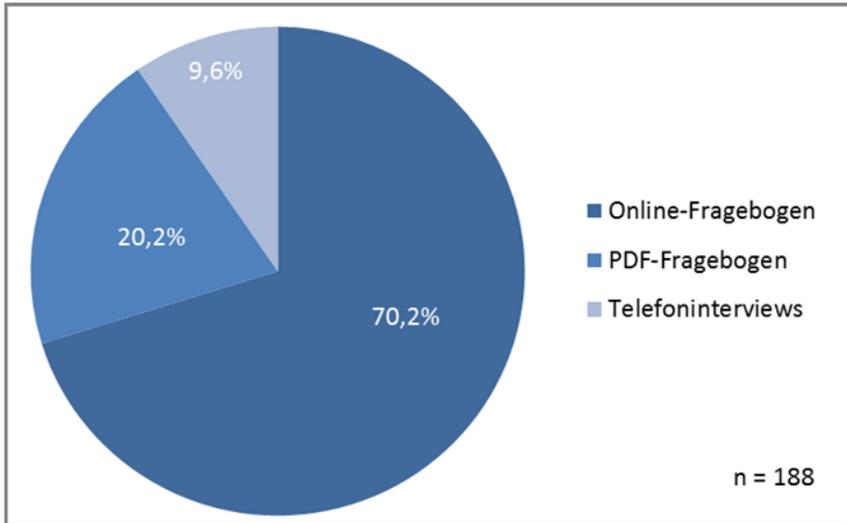
a. Vorstellung Modellregionen

b. Kostenbetrachtung reaktive Maßnahmen (exkl. zusätzliche Trinkwasseraufbereitung)

c. Präventive Maßnahmen in Regionen

2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage

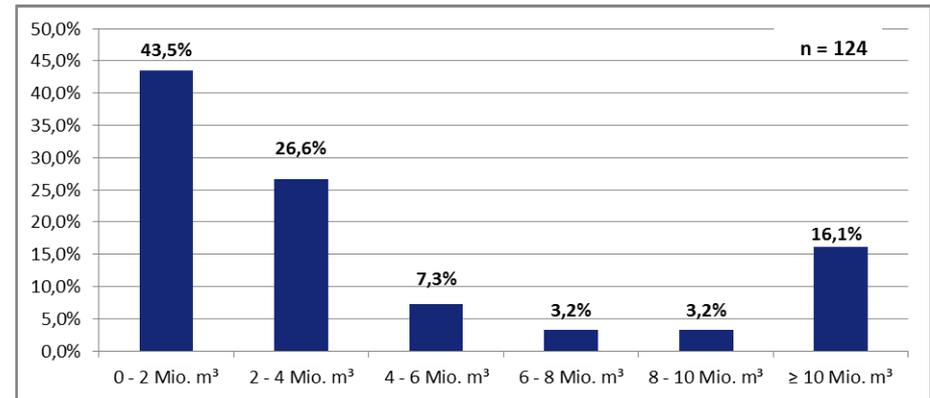
Struktur der Umfrageteilnehmer



Bundesland	Anteil	Bundesland	Anteil
Bayern	23,3%	Mecklenburg-Vorpommern	4,9%
Nordrhein-Westfalen	17,5%	Saarland	4,9%
Niedersachsen	16,5%	Sachsen	4,9%
Baden-Württemberg	6,8%	Schleswig-Holstein	4,9%
Hessen	5,8%	Brandenburg	2,9%
Rheinland-Pfalz	5,8%	Thüringen	1,9%

188 Unternehmen nahmen insgesamt an der Umfrage teil (n=188; Rücklaufquote: 13,4 %)

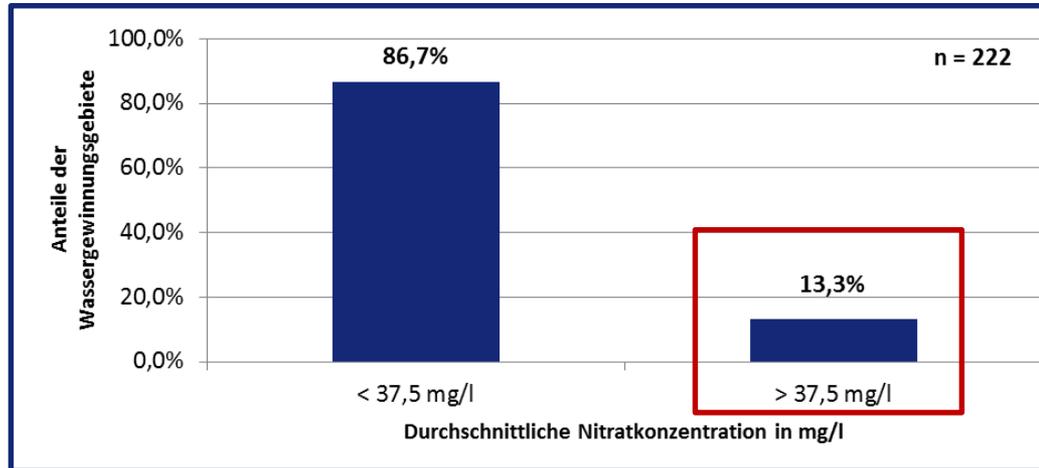
Darunter 127 Unternehmen (67,6 %) mit mind. einem WGG mit **handlungsrelevanter Nitratbelastung** bei folgenden Fördermengen



Von den 127 Unternehmen mit Nitratbelastung haben rd. 43 % eine Fördermenge von max. 2 Mio. m³ pro Jahr. Mehr als 10 Mio. m³ berichten rd. 16 % der befragten Unternehmen. Gegenüber dem bundesweiten Durchschnitt sind damit die großen Unternehmen etwas überrepräsentiert.

2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage

Betroffenheit und Perspektive in den Wassergewinnungsgebieten

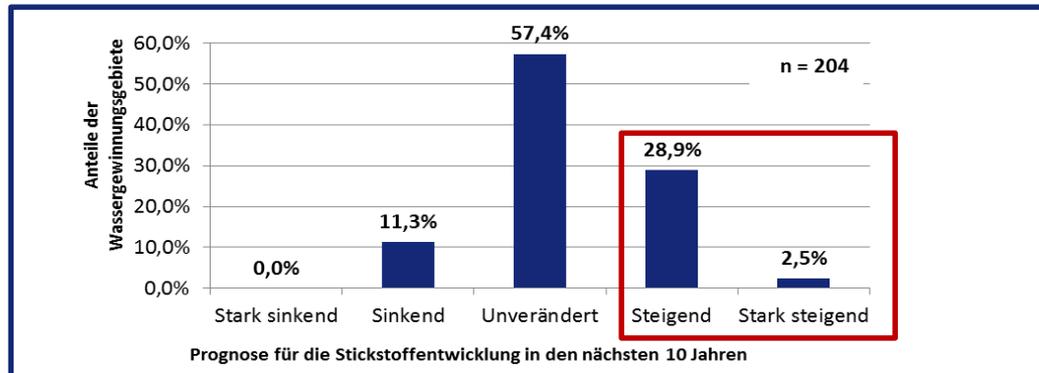


Wert „Trendumkehr“ von 37,5mg/l:

→ 86,7 % liegen unter 37,5 mg/l

→ 13,3 % liegen oberhalb von 37,5 mg/l*

* 5,0 % aller WGG weisen sogar eine durchschnittliche Nitratkonzentration von mehr als 50 mg/l auf.

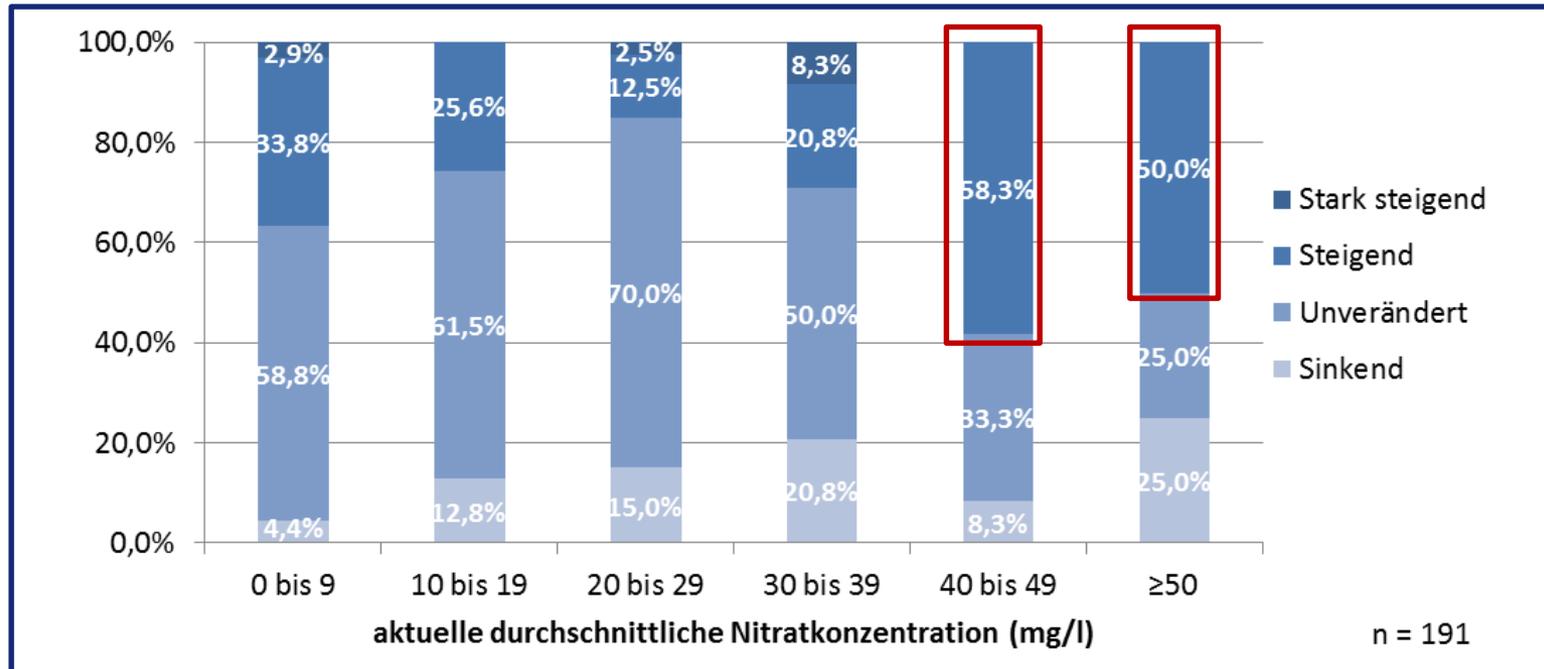


→ Gut 31 % erwarten steigende oder gar sehr stark steigende Stickstoffeinträge in den nächsten 10 Jahren.

Vor welchem Hintergrund prognostizieren WVU für die nächsten 10 Jahre steigende oder stark steigende Stickstoffeinträge?

2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage

Perspektive in besonders belasteten Wassergewinnungsgebieten



50,0 % der WVU mit einer durchschnittlichen Nitratbelastung von aktuell 50 mg/l oder mehr erwarten in den nächsten 10 Jahren steigende Nitratkonzentrationen – in dem Bereich von 40-49 mg/l sind es sogar 58,3 %. De facto sehen wir eine Zweiteilung Deutschlands – solche Regionen mit und solche ohne Nitratproblematik. Welche Gründe sind hierfür zu erkennen?

2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage

Drei wesentliche Gründe für Erwartungen an steigende Nitratkonzentration

Grund 1:

Intensivierung der
landwirtschaftlichen
Aktivität

→ Insbes. Anbau von Mais
und Bioenergiepflanzen

Grund 2:

Landwirtschaftliche
Sünden der 1970/80er
Jahre mit zukünftigen
Auswirkungen
→ „Mittlere
Verweildauer“ des
Grundwassers

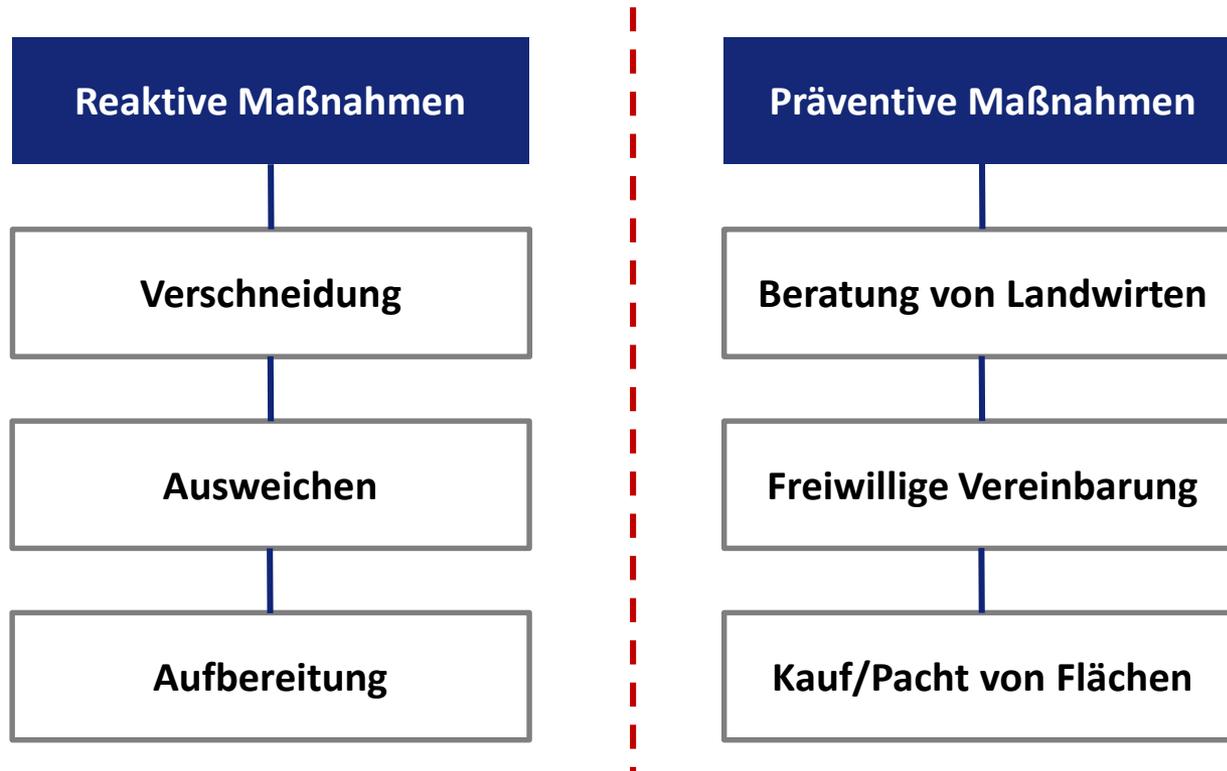
Grund 3:

Denitrifikationspotential
des Bodens bereits
erschöpft oder nur
begrenzt vorhanden

Welche Möglichkeiten bieten sich WVU, um der Nitratbelastung in den von ihnen zur Wassergewinnung genutzten Wasserkörpern zu begegnen?

2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage

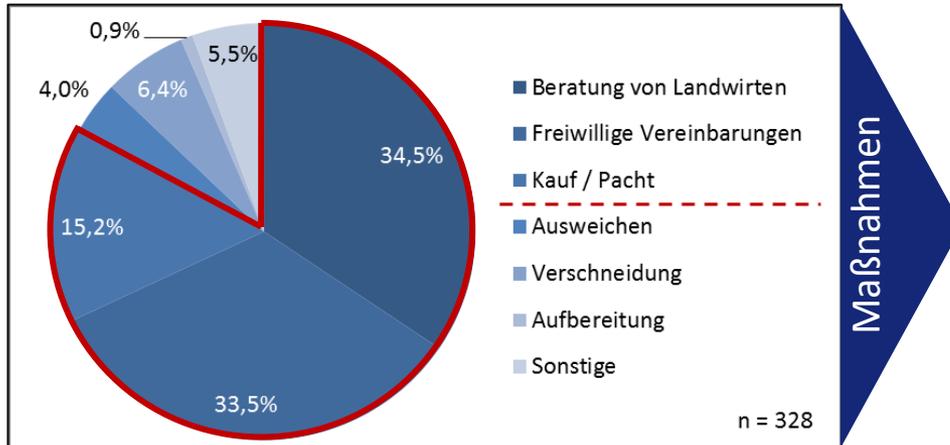
Zwei mögliche Arten von Maßnahmen



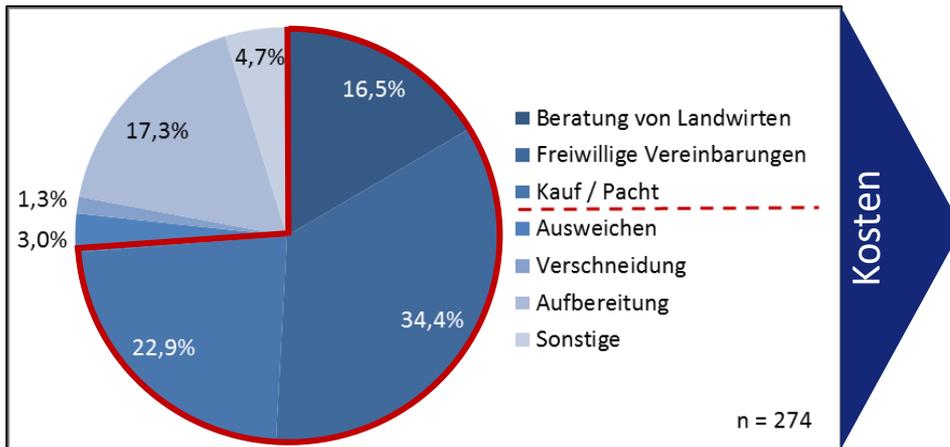
Welcher Anteil entfällt auf die jeweiligen tatsächlich durchgeführten Maßnahmen?
Und wie verteilen sich die Kosten auf die Maßnahmen?

2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage

Verteilung der durchgeführten Maßnahmen und Kosten



- **ca. 83 %** der durchgeführten Maßnahmen sind **präventiver Natur**
- Dabei sind *Beratung von Landwirten* und *Freiwillige Vereinbarungen* mit **Abstand am häufigsten gewählte Form**
- *Aufbereitung* wurde lediglich in 0,9 % der Fälle gewählt



- **Größten Anteil mit rd. 34 %** an den Gesamtkosten haben Maßnahmen der *Freiwilligen Vereinbarungen*
→ ebenfalls hohe Zahl an Maßnahmen
- *Aufbereitung* weist mit **17 % an den Gesamtkosten** sehr hohen Wert auf
→ Kostenbelastung bei Rohwasser-*Aufbereitung* wurde in begleitender UBA-Studie u.a. näher untersucht

Ca. 74 % der Kosten entstehen bei der Durchführung präventiver Maßnahmen. Gesamte und durchschnittliche Kosten im Detail in Studie.

2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage - Fazit

- Im Rahmen des **BDEW-Gutachtens** (und der UBA-Studie) durchgeführte Interviews sowie einer durchgeführten Umfrage konnte auf in der Summe **188 Rückmeldungen durch WVU** zurückgegriffen werden, von denen **127 Unternehmen eine Nitratbelastung** konstatierten.
- Viele Wasserversorger unternehmen auch mit geringen Nitratbelastungen in ihren Rohmischwässern **umfangreiche Anstrengungen im Sinne des vorsorgenden Gewässerschutzes**:
→ Jährliche Ausgaben i. H. v. rd. 137 T€ je Wassergewinnungsgebiet.
- Auf **präventive Maßnahmen entfällt Anteil von 74 % der Kosten** :
→ Ein Grund: Rückerstattung von Wasserentnahmeentgelten als Anreiz von Bundesländern, diese Art von Maßnahmen zu fördern.
- Es ist anzunehmen, dass die **Kosten für verschiedene Wasserversorger in der Zukunft signifikant steigen** und dann möglicherweise (kostspielige) technische Aufbereitungen unumgänglich werden.
- Durch **lange mittlere Verweildauern** bis zum Erreichen der Fassungsanlagen werden „Sünden“ der 1970er und 1980er durch die Landwirtschaft zum Teil erst langsam offensichtlich. Daneben nimmt das **Nitratbaupotential der Böden** und der Grundwasserleiter ab.

Übersicht

1. Abgrenzung BDEW- zu UBA-Studie

2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage

3. Auftrag UBA-Studie

4. Kostenbetrachtung einer zusätzlichen Trinkwasseraufbereitung

5. Fazit zur Erfolgswirksamkeit präventiver Maßnahmen

6. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

7. Fazit

Annex:

a. Vorstellung Modellregionen

b. Kostenbetrachtung reaktive Maßnahmen (exkl. zusätzliche Trinkwasseraufbereitung)

c. Präventive Maßnahmen in Regionen

3. Auftrag und Struktur UBA-Studie

Herangehensweise des Projektkonsortiums

Arbeitspaket 0

Vorstellung der Modellregionen RWW, RheinEnergie, OOWV

Arbeitspaket 1

Quantifizierung der Reparaturkosten

Arbeitspaket 2

Quantifizierung der Zahlungen für Ökosystem-Dienstleistungen

Arbeitspaket 3

Übertragbarkeit und Generalisierung

Zentraler Inhalt der UBA-Studie war die Bestimmung der Kosten für die verschiedenen Reparatur- und präventiven Maßnahmen. Aus Zeitgründen wird hier nicht näher darauf eingegangen. Mit Ausnahme der Aufbereitung

Übersicht

1. Abgrenzung BDEW- zu UBA-Studie
 2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage
 3. Auftrag UBA-Studie
 4. Kostenbetrachtung einer zusätzlichen Trinkwasseraufbereitung
 5. Fazit zur Erfolgswirksamkeit präventiver Maßnahmen
 6. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten
 7. Fazit
- Annex:
- a. Vorstellung Modellregionen
 - b. Kostenbetrachtung reaktive Maßnahmen (exkl. zusätzliche Trinkwasseraufbereitung)
 - c. Präventive Maßnahmen in Regionen

4. Kostenbetrachtung zusätzliche Trinkwasseraufbereitung

Aufbereitung – Mögliche Verfahren zur Nitrat- und PSM-Entfernung

- | | |
|--|---------------------------------------|
| • Biologische Nitratentfernung (“Denitrifikation“) | Nitrat (selektiv !) |
| • Ionenaustausch (z.B. “CARIX-Verfahren“) | Nitrat + weitere Ionen |
| • Elektrodialyse | Nitrat + weitere Ionen |
| • Umkehrosmose | Nitrat + weitere Ionen + PSM * |
| • Aktivkohle-Adsorption | PSM * |
| • Oxidation mit Ozon / AOP (Advanced Oxidation Processes) | PSM * |
- * Pflanzenschutzmittel (und ggf. weitere Spurenstoffe)

Die Verfahren unterscheiden sich nicht nur technisch voneinander, sondern auch hinsichtlich:

- Effektivität, Robustheit, Einsatzgrenzen
- Zusammensetzung der resultierenden Trinkwässer
- Notwendige Vor- und Nachbehandlung
- Benötigte Ressourcen (Personal, Energie, Chemikalien, Platzbedarf)
- Menge und Beschaffenheit von Reststoffen (u.a. Abwasser)
- Investitions- und Betriebskosten

Die Auswahl eines Aufbereitungsverfahrens ist von einer Vielzahl von lokalen Faktoren abhängig.
Nicht jedes Verfahren ist für jeden Standort geeignet!

4. Kostenbetrachtung zusätzliche Trinkwasseraufbereitung

Aufbereitung – Modell-Rohwässer und gewählte Aufbereitungskonzepte

	Modell-Rohwasser 1	Modell-Rohwasser 2	Modell-Rohwasser 3	Modell-Rohwasser 4
Härte	11 °dH	25 °dH	7 °dH	14 °dH
Nitratkonzentration	54 mg/l	42 mg/l	60 mg/l	50 mg/l
PSM-Wirkstoffe	Atrazin, Bentazon Bromacil, Simazin	-	-	-
Metabolite	Desethylatrazin	Desphenyl- chloridazon	Metaza- und Metola- chlor-Metabolite	-
Aufbereitungsschritte	Biologische Nitratentfernung + Gasaustausch + Filtration + Aktivkohle- filtration + Desinfektion	CARIX- Ionenaustausch + Entsäuerung + Aktivkohle- filtration	AOP (Ozon / H₂O₂) + Biofiltration + Umkehrosrose + Entsäuerung + Desinfektion	Elektrodialyse + Entsäuerung (enthält keine Stufe zur PSM-Entfernung)

4. Kostenbetrachtung zusätzliche Trinkwasseraufbereitung

Aufbereitung – Kostenschätzung

Die Schätzung der Investitions- und Betriebskosten erfolgte auf Basis von vorangegangenen IWW-Projekten, Informationen von Anlagenbauern und Ingenieurbüros sowie auf Basis von Angaben aus der Fachliteratur. Es wurden weitere Annahmen getroffen (Erläuterungen: siehe Abschlussbericht).

Variationsparameter für die Kostenschätzung

- Aufbereitungsleistung der Wasserwerke

1 Mio. m³/a	5 Mio. m ³ /a	25 Mio. m ³ /a
-------------------------------	--------------------------	---------------------------
- Nitrat- und PSM-Konzentration im Rohwasser

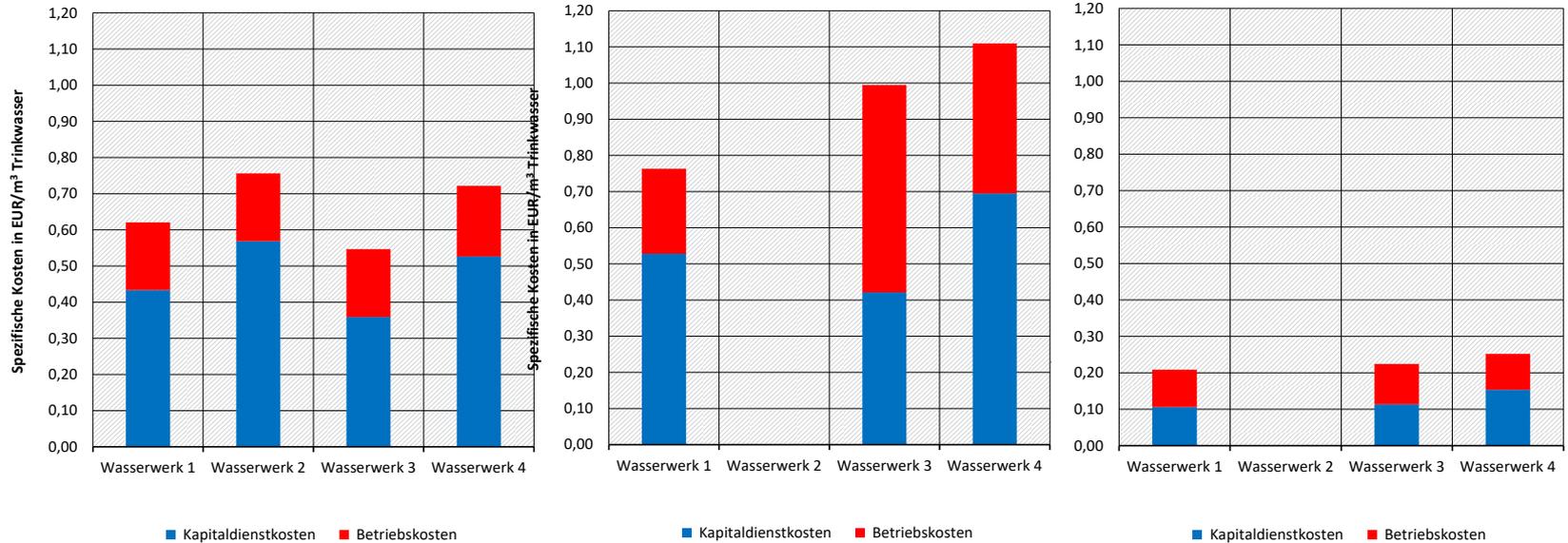
Ist-Zustand	+ 10 %	+ 25 %
--------------------	--------	--------
- Nitrat-Zielwert

37,5 mg/l	25 mg/l	10 mg/l
-----------	----------------	---------
- Art der Abwasserentsorgung
 - **Fall A: Direkteinleitung in ein Oberflächengewässer (kostenfrei)**
 - Fall B: Einleitung in eine kommunale Kläranlage (Abwassergebühren)
 - Fall C: Vor-Ort-Nachbehandlung (Betriebs- und Investitionskosten)

Aufgrund der Vielzahl von möglichen Varianten wurde eine **Basisvariante** definiert, mit der anschließend die weiteren Varianten verglichen wurden.

4. Kostenbetrachtung zusätzliche Trinkwasseraufbereitung

Aufbereitung – Bandbreite der geschätzten Kosten



	Basisvariante	Maximale Kosten	Minimale Kosten
Abgabemenge	1 Mio. m³/a	1 Mio. m³/a	25 Mio. m³/a
Rohwasser	IST-Zustand	Starker Nitrat- und PSM-Anstieg	IST-Zustand
Nitrat-Zielwert	25 mg/l	10 mg/l	37,5 mg/l
Abwasserents.	Fall A: Kostenfreie Einleit.	Fall B: Kostenpflichtige Einleit.	Fall A: Kostenfreie Einleit.
Geschätzte Kosten	0,55 - 0,76 EUR/m³ Trinkwasser	0,76 – 1,11 EUR/m³ Trinkwasser	0,21 - 0,25 EUR/m³ Trinkwasser

Übersicht

1. Abgrenzung BDEW- zu UBA-Studie
 2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage
 3. Auftrag UBA-Studie
 4. Kostenbetrachtung einer zusätzlichen Trinkwasseraufbereitung
 5. Fazit zur Erfolgswirksamkeit präventiver Maßnahmen
 6. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten
 7. Fazit
- Annex:
- a. Vorstellung Modellregionen
 - b. Kostenbetrachtung reaktive Maßnahmen (exkl. zusätzliche Trinkwasseraufbereitung)
 - c. Präventive Maßnahmen in Regionen

5. Fazit zur Erfolgswirksamkeit präventiver Maßnahmen

Zusammenfassung der Erkenntnisse

- **Die Kooperationen mit der Landwirtschaft sind bei der RheinEnergie ein Erfolgsmodell.**
- **Erkennbarer Erfolge bei OOWV und RWW sichtbar, jedoch Erreichung der Zielwerte von 35 bzw. 30 kg N/ha im jeweiligen Gebietsmittel unter Beibehaltung der jetzigen Maßnahmen illusorisch:**
 - Diese Werte müssten erreicht werden, um einen Wert von ca. 50 mg/l Nitrat im neu gebildeten Grundwasser zu erreichen (Trendumkehr).
- **Durchschnittliche Herbst-Nmin-Werte lagen im Zeitraum 2011 bis 2016 auf einem hohen Niveau:**
 - In beiden Regionen ist kein eindeutiger Trend zu niedrigeren Werten erkennbar.
- **Die derzeitige Gewässerschutzberatung und die umgesetzten präventiven Maßnahmen zur gewässerschonenden Flächenbewirtschaftung sind nicht geeignet, die Stickstoffeinträge in das Grundwasser nachhaltig zu reduzieren.**
- **Prinzipiell bestehen folgende Möglichkeiten, den Erfolg der Kooperationsarbeit zu erhöhen:**
 - Teilnahme weiterer landwirtschaftlicher Betriebe im Wasserschutzgebiet an der Kooperation
 - Verlagerung des Anbaus von stickstoffintensiven Sonderkulturen aus dem WSG heraus
 - Flächenkauf mit anschließender Verpachtung und Einschränkung der landwirtschaftlichen Nutzung (z. B. Ökolandbau), Gülleexport, besondere Anbauverfahren

Hohe Investitionen in Maßnahmen sind keine Garantie für eine effektive Minimierung der Herbst Nmin-Werte! Erfahrungen seitens des OOWV zeigen, dass eine Trendumkehr mit dem Kooperationsmodell nicht möglich erscheint. Bei der RheinEnergie reichen die präventiven Maßnahmen aus.

Übersicht

1. Abgrenzung BDEW- zu UBA-Studie
 2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage
 3. Auftrag UBA-Studie
 4. Kostenbetrachtung einer zusätzlichen Trinkwasseraufbereitung
 5. Fazit zur Erfolgswirksamkeit präventiver Maßnahmen
 6. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten
 7. Fazit
- Annex:
- a. Vorstellung Modellregionen
 - b. Kostenbetrachtung reaktive Maßnahmen (exkl. zusätzliche Trinkwasseraufbereitung)
 - c. Präventive Maßnahmen in Regionen

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

Grundsätzliche Idee

- Drei Nitrat-Zielwerte **37,5; 25 und 10 mg/l**
- Keine Berücksichtigung des **Denitrifikationspotentials** im Boden bzw. Grundwasserleiter → Begründung: Nachhaltigkeit sichern
- Nutzung der **Sickerwasserraten**
 - Situation an der **Grundwasseroberfläche**
 - Vernachlässigung des zeitlichen Verzugs
 - „Landwirtschaftliche Sünden“ aus 1970er und 1980er Jahren oft noch nicht an Brunnenköpfen gelangt.



5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

Vorgehensweise

Bestimmung von...

- (1) N-Minderungsbedarf pro Hektar
- (2) Landwirtschaftlich relevanter Fläche
- (3) Rohwasserförderung
- (4) N-Minderungs-Grenzwert (bis zu dem präv. Maßnahmen ausreichen)
- (5) Zu entfernender Nitratkonzentration/-menge
- (6) Kosten präventiver Maßnahmengruppen
- (7) Kosten der Trinkwasseraufbereitung
- (8) Pachtentgelten

Kostenmodell mit „Kreis“-spezifischen Input-Parametern

Wie ist die Vorgehensweise konkret ausgestaltet und welche Annahmen werden getroffen?

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(1) N-Minderungsbedarf pro Hektar

- Nutzung der Vorarbeiten der Publikation **UBA-Texte 55/2016**
→ Martin Bach et al. (Universität Gießen)



Präventive Maßnahmen in gewissem Ausmaß bereits enthalten.
Wir also bestimmen Zusatzkosten!

- **Zentrale Datengrundlage:** Sickerwassermenge, derzeitiger N-Überschuss
- **2.759** Analysegebiete → Überführung in **402** Kreise/kreisfreie Städte



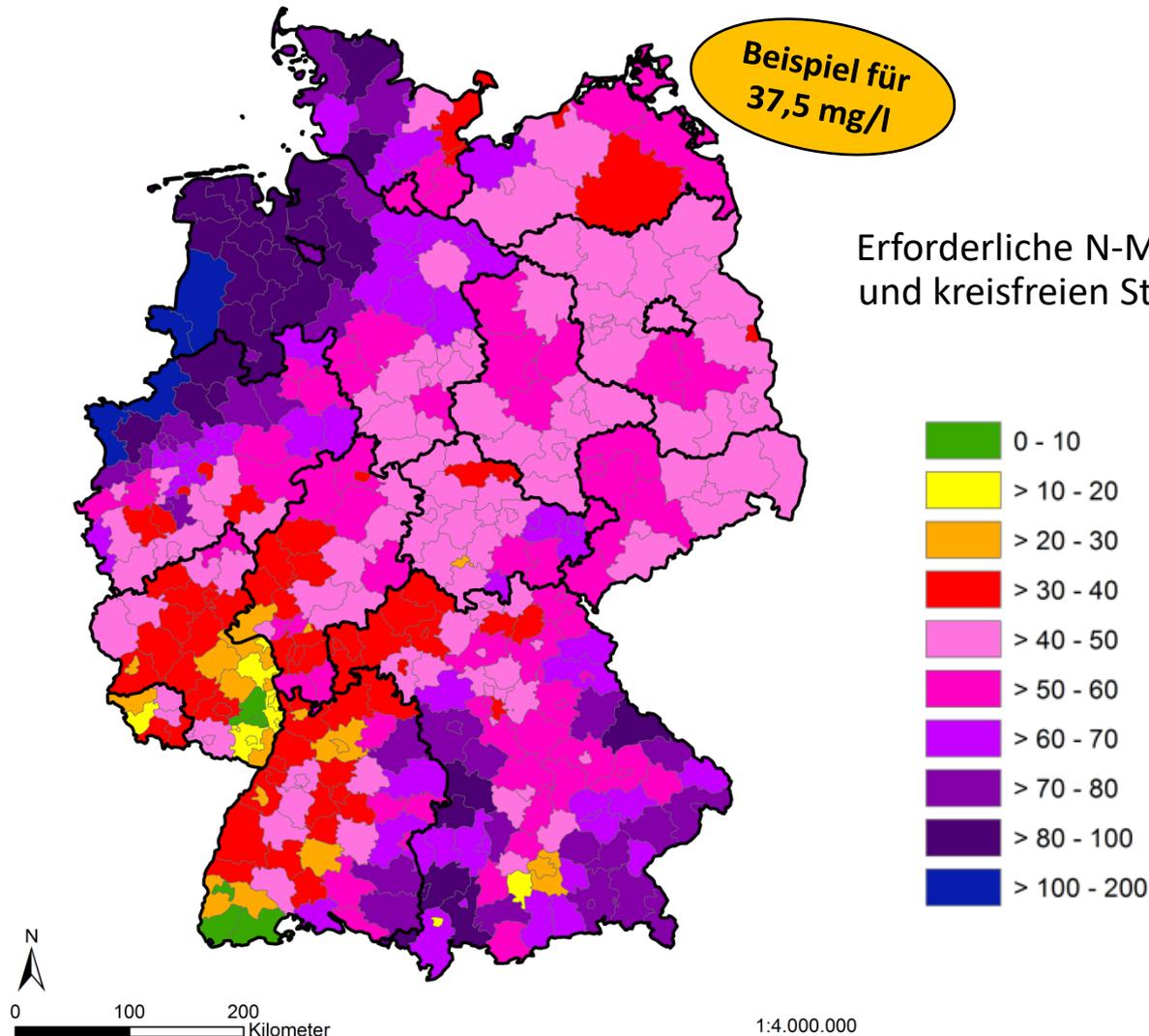
Beispiel Analysegebiet A in Kreis XYZ (für 37,5 mg/l)

- Sickerwassermenge Analysegebiet A (langjähriges Mittel) = **265 mm/a**
- max. zulässiger Überschuss = 37,5 mg/l • [14/62] • 265 mm/a / 100 = **22,44 kg/ha • a**
- derzeitiger N-Überschuss des Kreises = **95,0 kg/ha • a**
- N-Minderungsbedarf in Kreis XYZ = 95,0 – 22,44 = **72,56 kg/ha • a**

Für alle 402 Kreise/kreisfreien Städte wird der N-Minderungsbedarf bestimmt...

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

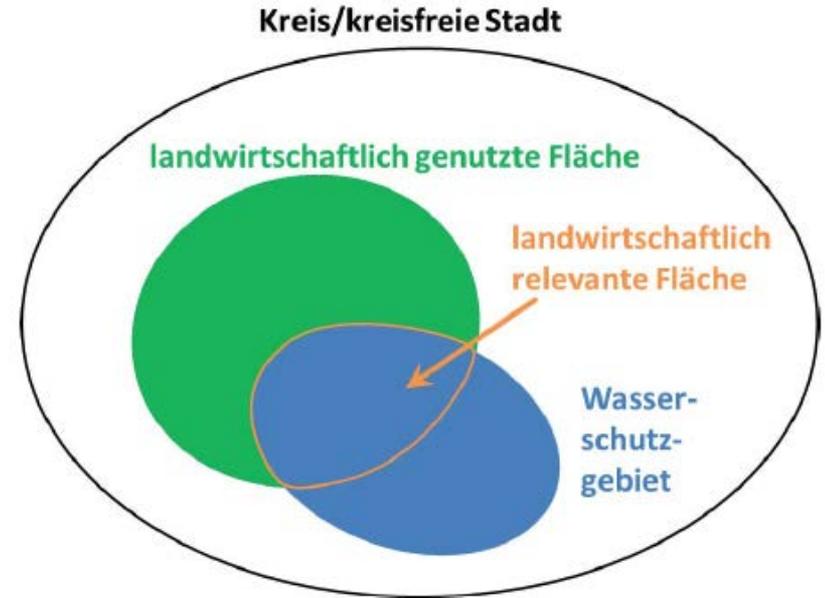
(1) N-Minderungsbedarf pro Hektar



5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(2) Landwirtschaftlich relevante Fläche

- Diese Studie: Kosten der Trinkwasserbereitstellung → ausschließlich **Wasserschutzgebiete** (festgesetzt bzw. noch in Planung/im Verfahren). Geprüft wurde auch unterschiedliche Sickerwasserraten und Wald
- Eine Berechnung der Kosten zum Schutz der Gewässer gem. WRRL würde daher zu deutlich höheren Kostenschätzungen gelangen!
- **Datenbasis:**
 - Wasserschutzgebiete: Bundesamt für Gewässerkunde
 - Landwirtschaftsflächen: CORINE Land Cover Projekt



Beispiel Kreis XYZ

- Gesamtfläche des Kreises = **268.400 ha**
 - Landwirtschaftlich genutzte Fläche = **212.600 ha**
 - Fläche aller Wasserschutzgebiete = **7.000 ha**
 - Landwirtschaftlich relevante Fläche = **3.700 ha**
- Verschneidung mit GIS-Software

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(3) Rohwasserförderung

Beispiel

- Daten des Statist. Bundesamtes für jeden einzelnen Kreis
→ nach Art der Rohwasserquelle.
- **Berücksichtigt:**
 - Grundwasser
 - Quellwasser
 - See- und Talsperrenwasser
 - 1/3 Uferfiltrat
→ Landwirtschaftliche Flächennutzung im Uferbereich hat zu gewissem Anteil Auswirkungen auf die Rohwasserqualität des Uferfiltrats

Wassergewinnung						
Wasserart						
Insgesamt	Grundwasser	Quellwasser	Uferfiltrat	angereichertes Grundwasser	See- und Talsperrenwasser	Flusswasser
1000 cbm	1000 cbm	1000 cbm	1000 cbm	1000 cbm	1000 cbm	1000 cbm
14.405	14.405	0	0	0	0	0
15.381	13.958	0	1.423	0	0	0
53.519	20.434	0	33.085	0	0	0
17.058	17.058	0	0	0	0	0
23.668	23.668	0	0	0	0	0
91.603	50.293	0	22.594	18.716	0	0
3.066	3.066	0	0	0	0	0
45.746	7.494	0	0	0	38.252	0
4.391	4.391	0	0	0	0	0
9.985	7.311	611	0	0	0	2.063
7.761	5.240	0	1.545	976	0	0
10.128	5.878	1.000	0	0	3.250	0
14.375	14.375	0	0	0	0	0
24.062	922	204	0	0	22.936	0
23.502	228	23	0	5.910	17.341	0

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(4) N-Minderungs-Grenzwert (bis zu dem präventive Maßnahmen ausreichen)

Annahme: „Es lässt sich ein Grenzwert für die notwendige N-Minderung bestimmen, ab dem präventive Maßnahmen nicht mehr ausreichend sind und daher zusätzlich auf reaktive Maßnahmen zurückgegriffen werden muss.“

B_{N-Min} : N-Minderungs-Bedarf

G_{N-Min} : N-Minderungs-Grenzwert (bis zu dem präventive Maßnahmen ausreichen)

Fall 1: $B_{N-Min} \leq G_{N-Min}$ → ausschließlich präventive Maßnahmen

Fall 2: $B_{N-Min} > G_{N-Min}$ → Prüfung von zwei Varianten + Wahl der kostengünstigeren Variante:

Variante A

→ Sockelbeitrag präventiver Maßnahmen.

→ Restlicher N-Minderungs-Bedarf durch Trinkwasseraufbereitung

Variante B

→ Pacht der gesamten landwirtschaftlich relevanten Fläche durch Wasserversorger

→ Etablierung einer Bewirtschaftung, die die N-Überschüsse auf ein Ausmaß reduziert, das zur Einhaltung der Nitrat-Zielwerte notwendig ist.

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(4) N-Minderungs-Grenzwert (bis zu dem präventive Maßnahmen ausreichen)

Höhe des N-Minderungs-Grenzwerts

Statistische Auswertung der **N-Überschüsse** in den 402 Kreisen/kreisfreien Städten

Statistische Maßzahl	N-Überschuss in $\text{kg N/ha} \cdot \text{a}$
Maximum	119,4
Minimum	23,7
Durchschnitt	65,2
Median	60,1

$G_{N-\text{Min}} = 60,1 \text{ kg N/ha}$

Höhe des Sockelbeitrags präventiver Maßnahmen

Statistische Auswertung der **Sickerwassermengen** in den 402 Kreisen/kreisfreien Städten

Statistische Maßzahl	Sickerwassermenge in mm/a
Maximum	852,8
Minimum	25,0
Durchschnitt	246,8
Median	221,4

Wie hoch darf N-Überschuss max. sein?

$50 \text{ mg/l} \cdot [14/62] \cdot 221,4 \text{ mm/a} / 100 = 25,0 \text{ kg N/ha}$

$\text{Sockelbeitrag} = 60,1 - 25,0 = 35,1 \text{ kg N/ha}$

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(5) Zu entfernende Nitratkonzentration

- Übersteigt der N-Minderungsbedarf den N-Minderungs-Grenzwert, so sind die Kosten der Trinkwasseraufbereitung zu berechnen (Fall 2, Variante A).
- Hierzu muss zunächst die **zu entfernende Nitratkonzentration** bestimmt werden.

Beispiel Kreis XYZ

- N-Minderungsbedarf = **72,56 kg/ha · a**
- Sockelbeitrag: **35,1 kg N/ha · a**
- Durch Trinkwasseraufbereitung zu entfernen: $72,56 - 35,1 = 37,46 \text{ kg N/ha} \cdot \text{a}$
- Sickerwassermenge des Kreises (langjähriges Mittel) = **275 mm/a**
- $(37,46 \text{ kg N/ha} \cdot \text{a} \cdot 100) / 275 \text{ mm/a} \cdot [62/14] = 60,32 \text{ mg Nitrat/l}$
→ diese Berechnung gilt beispielhaft für den einen Zielwert von 37,5 mg/l → Gleiches für 10 und 25 mg/l

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(5) Zu entfernende Nitratmenge

- Anschließend: Umrechnung der **Nitratkonzentration** (mg/l) in die **Nitratmenge** (kg).

Beispiel Kreis XYZ

- Sickerwassermenge (langjähriges Mittel) = 275 mm/a = **2.750 m³/ha · a**
- Landwirtschaftlich relevante Fläche = **3.700 ha**
- „Nitratbelastetes Sickerwasser“ = 3.700 ha • 2.750 m³/ha · a = **10.175.000 m³ · a**
- Nicht-landwirtschaftliche Fläche im Wasserschutzgebiet = 7.000 – 3.700 = **3.300 ha**
- „Nicht-Nitratbelastetes Sickerwasser“ = 3.300 ha • 2.750 m³/ha · a = **9.075.000 m³ · a**
- Verhältnis „Nitratbelastet“ zu „Nicht-Nitratbelastet“ = **53 % zu 47 %**.
- Förderung in Kreis XYZ (beispielhaft) = **1.000.000 m³ · a**
- „Nitratbelastete Rohwassermenge“ = 1.000.000 m³ · a • 53 % = **530.000.000 l · a**.
- Nitratmenge = 530.000.000 l · a • 60,32 mg/l = **31.7 kg Nitrat · a**.

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(6) Kosten präventiver Maßnahmengruppen

Präventive Maßnahmengruppen und deren Kosteneffizienz

Weiterentwickelt auf Basis von Osterburg et al. (2007)¹

Maßnahmengruppe	Reduktionspotential [kg N/ha]	untere Kosten-grenze [€]	obere Kosten-Grenze [€]	minimale Kosten [€ / kg N/ha]	maximale Kosten [€ / kg N/ha]
Begrünung*	23	80,00	120,00	3,50	5,20
Bodenbearbeitung*	4	25,00	50,00	6,30	12,50
Düngemanagement* / **	29	11,60	29,00	0,40	1,00
Fruchtfolge*	8	100,00	200,00	12,50	25,00
N-Mineraldüngung*	5	75,00	100,00	15,00	20,00

¹ „Kosteneffiziente Maßnahmenkombination nach Wasserrahmenrichtlinie zur Nitratreduktion in der Landwirtschaft“

* Reduktionspotential und Kosten nach Osterburg et al.(2007)

** Reduktionspotential nach Osterburg et al. (2007), Angaben zu Kosten gemäß Erfahrungen der RheinEnergie AG

Annahmen:

- Unterschiedliche Maßnahmengruppen **schließen sich nicht gegenseitig aus**.
- Die **Kombination** verschiedener Maßnahmengruppen hat **keinen Einfluss auf das Reduktionspotential oder die Kosteneffizienz** einzelner Maßnahmengruppen.
- Das **Reduktionspotential** aller Maßnahmengruppen ist **stetig** → bis zu der max. Höhe des Reduktionspot. kann jede beliebige/teilbare Menge an Maßnahmen durchgeführt werden.

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(6) Kosten präventiver Maßnahmengruppen

Drei Kostenszenarien:

- **Mittlere Kosten**
 - **Minimale Kosten**
 - **Maximale Kosten**
- } Kosten für Maßnahmen auf Basis der Herleitung

Präventive Maßnahmengruppen und deren Kosteneffizienz nach Inflationierung (1,8 % p. a.)

Maßnahmengruppe	Reduktionspotential [kg N/ha]	minimale Kosten [€ pro kg N/ha]	mittlere Kosten [€ pro kg N/ha]	maximale Kosten [€ pro kg N/ha]
Düngemanagement* / **	29	0,48	0,84	1,20
Begrünung* ²³	23	4,18	5,20	6,22
Bodenbearbeitung*	4	7,53	11,24	14,94
N-Mineraldüngung*	5	17,93	20,92	23,91
Fruchtfolge*	8	14,94	22,41	29,88

relevante Kostendaten für Generalisierung

* Reduktionspotential und Kosten nach Osterburg et al.(2007)

** Reduktionspotential nach Osterburg et al. (2007), Angaben zur Kosteneffizienz gemäß Erfahrungen der RheinEnergie AG

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(7) Kosten der Trinkwasseraufbereitung

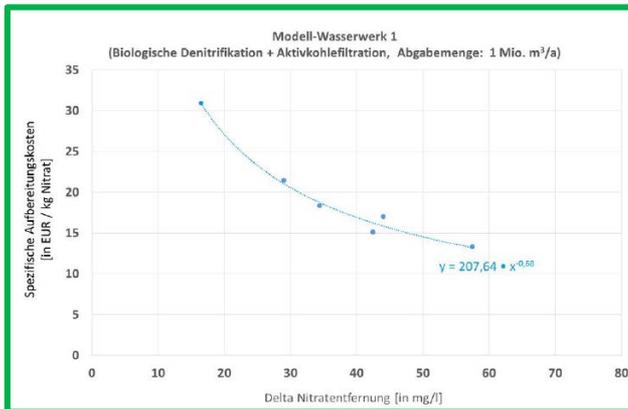
Spezifische Kosten der Trinkwasseraufbereitung in Abhängigkeit der zu entfernenden Nitrat- bzw. Stickstoffmenge (Berechnung: IWW Zentrum Wasser)

Entfernte Nitratmenge [mg/l Nitrat]	spezifische Kosten [€/kg Nitrat]
16,5	30,90
29,0	21,40
34,4	18,30
42,5	15,10
44,0	17,00
57,5	13,30

Biologische Denitrifikation + Aktivkohlefiltration; Abgabemenge = 1 Mio. m³

Die spezifischen Aufbereitungskosten hängen insbesondere von der entfernten Nitratkonzentration ab, sodass eine genaue Höhe im Einzelfall zu ermitteln ist.

Das Ergebnis einer **Regressionsanalyse** dieser Werte ergibt folgende zugehörige Funktion:



$$\hat{y}(x) = 207,64 \cdot x^{-0,68}$$

relevante Kostendaten für Generalisierung

mit:

\hat{y} : Spezifische Aufbereitungskosten (in €/kg entfernte Nitratkonzentration)
 x: Entfernte Nitratkonzentration (in mg/l)

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(8) Pachtentgelte

Pachtentgelt je ha Ackerfläche in den einzelnen Bundesländern

Bundesland	Ø-Anstieg p. a. seit 1999	Aufschlag	Pachtentgelt 2017 [in €/ha · a]	Pachtentgelt inkl. Aufschlag [in €/ha · a]
Baden-Württemberg	1,79 %	17,9 %	264	311
Bayern	1,92 %	19,2 %	365	435
Berlin	7,64 %	76,4 %	149	263
Brandenburg	4,91 %	49,1 %	159	237
Bremen	0,07 %	0,7 %	312	314
Hamburg	1,18 %	11,8 %	242	271
Hessen	1,27 %	12,7 %	202	228
Mecklenburg Vorpommern	5,97 %	59,7 %	293	468
Niedersachsen	2,91 %	29,1 %	488	630
Nordrhein-Westfalen	2,54 %	25,4 %	509	638
Rheinland-Pfalz	1,40 %	14,0 %	221	252
Saarland	1,40 %	14,0 %	106	121
Sachsen	3,15 %	31,5 %	183	241
Sachsen-Anhalt	3,64 %	36,4 %	299	408
Schleswig Holstein	2,89 %	28,9 %	474	611
Thüringen	2,48 %	24,8 %	179	223

Daten von 2013

→ Hochrechnung gem. Ø-Anstieg p. a. seit 1999

Aufschlag

→ Annahme: Ø-Anstieg p. a. seit 1999 ist Indikator für Nachfrage nach landwirtschaftl. Flächen
 → je 1%-Punkt Anstieg wird ein Aufschlag von 10 %-Punkte angenommen

→ Bsp. Brandenburg:
 Aufschlag = 4,91 % • 10 %-Punkte = **+49,1 %**

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

(8) Pachtentgelte

Beispiel zur Bestimmung der Pachtkosten in Kreis XYZ

- Landwirtschaftlich relevante Fläche = **3.700 ha**
- Bereits an WVU verpachtete landwirtschaftlich relevante Fläche = 5 % (= **185 ha**)
- Kreis befindet sich (beispielhaft) in Mecklenburg-Vorpommern,
sodass Pachtentgelt anfällt i. H. v. = **468 €/ha · a**
- Gesamte jährliche Pachtkosten = (3.700 ha – 185 ha) • 468 €/ha = **1.645.000 €**.

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

Ergebnis der Kostenbetrachtung



Kosten präventiver Maßnahmen

Kosten der Trinkwasseraufbereitung

Pachtentgelte



Nitrat-Zielwert [in mg/l]	Best-Case-Szenario [in Mio. € p. a.]	Mittleres Szenario [in Mio. € p. a.]	Worst-Case-Szenario [in Mio. € p. a.]
37,5	580	633	684
25,0	615	670	725
10,0	651	709	767

5. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten

Kostenmindernde und kostensteigernde Annahme

Kategorie	kostenmindernd	kostensteigernd
Grundsätzliche Herangehensweise	Zeitlicher Verzug unberücksichtigt; Nutzung von Sickerwasserraten	Denitrifikationspotential unberücksichtigt
N-Minderungsbedarf	Nur Betrachtung landwirtschaftlich relevanter Flächen	Übertragung der Ergebnisse Analysegebiete → Kreis
		Sockelbeitrag präv. Maßnahmen
Entstehung der Kosten	Kosten nur bei Rohwasserförderung in einem Kreis	
	Nur Betrachtung von WSG	
	Uferfiltrat nur zu 1/3	
Höhe der Kosten	Durchschnittskosten bei Aufbereitung	Keine Berücksichtigung anderer reaktiver Maßnahmen
	starke Annahmen bei präventiven Maßnahmen	Pachtentgelte gem. Nutzungsart „Ackerflächen“
	Durchschnittswerte bei Pachtentgelten auf Bundesland-Ebene	

Übersicht

1. Abgrenzung BDEW- zu UBA-Studie
2. Kernergebnisse BDEW-Umfrage
3. Auftrag UBA-Studie
4. Kostenbetrachtung einer zusätzlichen Trinkwasseraufbereitung
5. Fazit zur Erfolgswirksamkeit präventiver Maßnahmen
6. Generalisierung und Hochrechnung der Kosten
7. Fazit

Annex:

- a. Vorstellung Modellregionen
- b. Kostenbetrachtung reaktive Maßnahmen (exkl. zusätzliche Trinkwasseraufbereitung)
- c. Präventive Maßnahmen in Regionen

7. Fazit

- Primärdaten, die im Rahmen der Kostenberechnung genutzt wurden, berücksichtigen zum Teil bereits zum Einsatz kommende präventive Maßnahmen.
→ Daher handelt es sich bei den ermittelten Kosten um **Zusatzkosten** im Rahmen der Trinkwasserbereitstellung deutscher Wasserversorger.
- Resultierende Kosten sind **regional sehr stark unterschiedlich**.
- Bei Großteil der betroffenen Regionen ist Durchführung von **ausschließlich präventiven Maßnahmen ausreichend**.
- **Kosten**, die im Rahmen der technischen Trinkwasseraufbereitung oder durch die Pacht landwirtschaftlich relevanter Flächen entstehen, beziehen sich daher auf **bestimmte Kreise bzw. kreisfreie Städte mit besondere Nitratbelastung** → **extreme Heterogenität**.
- Berechnung ausschließlich diejenigen **Kosten, die im Rahmen der Trinkwasserbereitstellung** entstehen. Kosten im Rahmen der Erfüllung von WRRL-Zielvorgaben für deutsche Gewässer sind explizit nicht Gegenstand dieser Studie.
→ Tatsächliche volkswirtschaftliche Kosten der Nitratbelastung liegen erheblich über den hier bestimmten Werten.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!





Prof. Dr. Mark Oelmann

Professur für Wasser- und Energieökonomik
(Hochschule Ruhr West)

Studiengangsleiter Energie- und Wasser-
management (BWL-Bachelorstudiengang)

Geschäftsführender Gesellschafter MOcons

Tel.: 0208 / 88 254 - 358

Fax: 0208 / 88 254 - 384

E-Mail: mark.oelmann@mocons.de



Christoph Czichy, M. Sc. VWL

Geschäftsführender Gesellschafter MOcons

Tel.: 0208 / 88 254 - 377

E-Mail: christoph.czichy@mocons.de

MOcons GmbH & Co. KG · Brandenburg 30 · 45478 Mülheim an der Ruhr

www.mocons.de