



# Nachhaltiges Wassermanagement in Landwirtschaft und Gartenbau

Anpassung an den Klimawandel in Nordrhein-Westfalen



## Inhalt

<b>1</b>	Einleitung	<b>4</b>
<b>2</b>	Wassernutzung durch Landwirtschaft und Gartenbau in Nordrhein-Westfalen	<b>6</b>
<b>3</b>	Zukünftige Entwicklung des Bewässerungsbedarfs	<b>8</b>
<b>4</b>	Maßnahmen zur Erhöhung des verfügbaren Wasserdargebots	<b>11</b>
4.1	Ackerbauliche Maßnahmen zur Verbesserung von Infiltration und Verringerung von Oberflächenabfluss	<b>11</b>
4.2	Regulierung von Vorflut und Drainagen	<b>13</b>
4.3	Erhöhung der Wasserspeicherung	<b>15</b>
4.4	Wiederverwendung von Brauch- und Abwasser	<b>18</b>
4.5	Überbetriebliche Infrastruktur Bewässerung	<b>20</b>
<b>5</b>	Effizienz der Bewässerung steigern	<b>23</b>
<b>6</b>	Rahmenbedingungen verbessern	<b>29</b>
<b>7</b>	Ziele und Maßnahmen des Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen	<b>30</b>
7.1	Sicherung der Förderung einzelbetrieblicher und überbetrieblicher Bewässerungsinvestitionen im Rahmen der „Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz“ (GAK) und der Gemeinsamen Marktordnung Obst und Gemüse	<b>30</b>
7.2	Etablierung eines Versuchswesens zur modellgestützten Optimierung der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Bewässerung	<b>31</b>
7.3	Etablierung von Demonstrationsversuchen zur effizienten Bewässerung in Nordrhein-Westfalen	<b>32</b>
7.4	Angebote zur einzelbetrieblichen Beratung	<b>33</b>
7.5	Verbesserung der Datenlage und Schaffung von Vernetzungsstrukturen	<b>33</b>
<b>8.</b>	Ausblick	<b>34</b>
	Bildnachweise	<b>34</b>
	Impressum	<b>35</b>

# 1 Einleitung

Der Klimawandel lässt eine deutliche Veränderung der natürlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen erwarten, von denen der Agrarsektor in besonderem Maße betroffen ist. So zeichnet sich derzeit für Nordrhein-Westfalen ab, dass die Durchschnittstemperaturen steigen und sich die Niederschläge vom Sommer- ins Winterhalbjahr verschieben. Die Dürren der Jahre 2018 bis 2020 haben verdeutlicht, dass sich die Ressource Wasser inzwischen auch in Nordrhein-Westfalen für Landwirtschaft und Gartenbau zunehmend als begrenzender Produktionsfaktor erweist. Die Nässeperiode in den Jahren 2023/2024 macht hingegen deutlich, dass vor allem die extreme Variabilität des erwarteten Klimas die größte Herausforderung darstellt. So zeigen die Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen, dass die Niederschläge zukünftig voraussichtlich stärker variieren als die Lufttemperatur. Das Wassermanagement in Landwirtschaft und Gartenbau muss demnach beide Extreme – Wassermangel und Wasserüberschuss – berücksichtigen, wobei jedoch ein besonderer Fokus auf der sicheren Wasserversorgung der Kulturen in den zunehmend trockeneren und heißeren Sommermonaten liegen muss.



Nordrhein-Westfalen ist ein auf Grund der klimatischen Bedingungen und in weiten Teilen fruchtbaren Böden historisch gewachsener Gunst- und Hohertragsstandort. Perspektivisch wächst diesen Standortvorteilen eine steigende Bedeutung zu, da der Klimawandel die Nahrungsmittelproduktion in vielen Regionen der Welt – etwa im Mittelmeerraum, im südlichen Afrika und in Südamerika – mit hoher Wahrscheinlichkeit stark beeinträchtigen wird. Die Produktion vor Ort trägt maßgeblich zur nationalen und internationalen Versorgungssicherheit bei. Ohne gesicherte Wasserversorgung in der Vegetationszeit steigt das Anbaurisiko nahezu aller landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Kulturen, insbesondere bei Gemüse, Kartoffeln, Obst, Zuckerrüben und Sonderkulturen. Diese Anbaurisiken nehmen nach den Klimaprojektionen für Nordrhein-Westfalen, in denen von einem Rückgang der Niederschläge in der Wachstumsperiode bei gleichzeitig steigender Verdunstung ausgegangen wird, zu. Landwirtschaft und Gartenbau werden sich an die geänderten Rahmenbedingungen anpassen und nach Lösungen suchen müssen, um den Pflanzen- und Betriebsertrag zu stabilisieren. Hierzu gehört nicht zuletzt die Bewässerung, um die Leistungsfähigkeit der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Produktion zu erhalten.



Abbildung 1: Typisches Trocken- bzw. Hitzestresssymptome der Zuckerrübe: Die Rüben „schlafen“ während der Mittagszeit. Dieser Zustand ist häufig reversibel, kann aber ertragswirksam sein.

Zunehmender Wasserverbrauch in Landwirtschaft und Gartenbau wird regional bereits bestehende Nutzungskonflikte verstärken, daher bedarf es eines vorausschauenden Wassermanagements in Landwirtschaft und Gartenbau. Das vorliegende Konzept soll die Rahmenbedingungen der Wassernutzung in Landwirtschaft und Gartenbau in Nordrhein-Westfalen skizzieren und darlegen, mit welchen Maßnahmen mittel- bis langfristig einerseits deren Wasserbedarf nachhaltig gesichert werden kann und wie andererseits Landwirtschaft und Gartenbau ihren Beitrag zur Verbesserung des Wasserangebots und zur effizienten und sparsamen Wassernutzung leisten können.



## 2 Wassernutzung durch Landwirtschaft und Gartenbau in Nordrhein-Westfalen

Insgesamt betragen die statistisch erfassten jährlichen Wasserentnahmen in Nordrhein-Westfalen 4,41 Mrd. m<sup>3</sup> (Daten für 2021), die zu ca. 60 % aus Oberflächenwasser, 25 % aus Grundwasser und 15 % aus Uferfiltrat gewonnen werden. Die mengenmäßig wichtigsten Wassernutzungen in Nordrhein-Westfalen sind die Wasserentnahmen der öffentlichen Trinkwasserversorgung (1,3 Mrd. m<sup>3</sup>), der Energieversorgung (0,8 Mrd. m<sup>3</sup>) und des Bergbaus (0,71 Mrd. m<sup>3</sup>). Die Landwirtschaft hat – mit starken jährlichen Schwankungen – bisher lediglich einen geringen Anteil an der statistisch erfassten Wassernutzung (0,03 Mrd. m<sup>3</sup>, davon 96 % aus Grundwasser), der sich jedoch regional sehr unterschiedlich darstellt. Zudem können die tatsächlich entnommenen Mengen aus methodischen Gründen nicht sicher ermittelt werden.

Insgesamt sinken der Wasserverbrauch und die Wasserentnahmen in Nordrhein-Westfalen und bundesweit seit vielen Jahren, was vorrangig auf den rückläufigen Verbrauch im Energiesektor, Bergbau und im verarbeitenden Gewerbe zurückzuführen ist. Rückläufige Entnahmen zeichnen sich jedoch zukünftig vorrangig im Bereich der Oberflächengewässer ab (sinkende Entnahmen des Energiesektors zu Kühlzwecken), die für die Bewässerung in Landwirtschaft und Gartenbau in Nordrhein-Westfalen nur eine untergeordnete Rolle spielen und auch künftig aus verschiedenen Gründen keine nennenswerte Option darstellen. So sind geeignete Oberflächengewässer regional sehr heterogen verteilt, und Entnahmen zu Bewässerungszwecken erfolgen vorrangig in Trockenphasen, in denen Oberflächengewässer nur geringe Wasserstände aufweisen und zusätzliche Entnahmen ohnehin aus gewässerökologischen Gründen nicht vertretbar sind.

Hinzu kommt, dass Oberflächengewässer aus hygienischen Gründen für die Bewässerung vieler Kulturen nur bedingt geeignet oder ungeeignet sind. Mithin stellt Grundwasser die vorrangige Ressource dar, aus der der künftige Bewässerungsbedarf von Landwirtschaft und Gartenbau in Nordrhein-Westfalen zu decken ist.

Nach den Daten der Agrarstrukturerhebung 2022 verfügten in Nordrhein-Westfalen 2.630 Betriebe der Landwirtschaft und des Gartenbaus über die Möglichkeit der Bewässerung ihrer Flächen (7,8 % der Betriebe). Von der möglichen Gesamtfläche zur Bewässerung von ca. 91.700 Hektar (6,2 % der Landwirtschaftsfläche in Nordrhein-Westfalen) wurden tatsächlich etwa 59.000 Hektar (64,3 % der bewässerbaren LF) bewässert. Bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Gesamtfläche des Landes waren dies 4,0 %. Im Vergleich zum Jahr 2010 hat sich damit die tatsächlich bewässerte Fläche bereits mehr als verdoppelt. Nordrhein-Westfalen hatte 2022 den dritthöchsten Anteil der Bundesländer und liegt über dem Bundesdurchschnitt von 4,8 % bewässerbarer Landwirtschaftsfläche. Den höchsten Anteil bewässerbarer Flächen hatte unter den Flächenländern Niedersachsen mit 14,3 %. Einen aktuellen Überblick über den Status quo der Bewässerung in Nordrhein-Westfalen und in Deutschland gibt das Thünen Working Paper 258 aus dem Januar 2025.

Von den landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Kulturen werden derzeit in Nordrhein-Westfalen vorrangig Kartoffeln, Gemüse, Obst und Sonderkulturen (z. B. Baumschulen, Zierpflanzen) bewässert, da in diesen Kulturen die Kosten der Bewässerung i. d. R. durch die Markterlöse und Qualitätsvorteile gedeckt werden können. Die Großkulturen der Landwirtschaft (Getreide, Mais, Raps) sind hingegen unter den bisherigen Klimabedingungen aus Kostengründen meist nicht bewässerungswürdig. Eine Sonderstellung nimmt die Frostschuttberegnung im Obstbau ein, die dem Schutz vor Blütschäden durch Spätfröste dient und voraussichtlich eine weiter zunehmende Bedeutung erhalten wird.



Abbildung 2: Frostschuttberegnung zur Blüte einer Apfelplantage. Durch das Gefrieren des Wassernebels, wird Energie frei, sodass die Temperatur innerhalb der Eishülle nicht unter den Gefrierpunkt sinkt. Zum erfolgreichen Schutz müssen in kurzer Zeit große Mengen Wasser zur Verfügung stehen.

### 3 Zukünftige Entwicklung des Bewässerungsbedarfs

Um den künftigen Bewässerungsbedarf in Nordrhein-Westfalen belastbar abzuschätzen, förderte das Land Nordrhein-Westfalen schon 2013 ein Projekt des Thünen-Instituts in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Jülich. Ein Ziel des Projektes war, bundesweit erstmalig den Bewässerungsbedarf für Landwirtschaft und Gartenbau unter den erwarteten veränderten Klimabedingungen räumlich differenziert abzubilden. Für die Ermittlung des potenziellen Bewässerungsbedarfes sind der Niederschlag, die Verdunstung durch Pflanzen und Boden (die sogenannte Evapotranspiration) und die pflanzenverfügbare Wassermenge (nutzbare Feldkapazität in der durchwurzelten Bodenschicht) maßgeblich. Der Bewässerungsbedarf wurde mittels Klimaszenarien für verschiedene Zeiträume aufgezeigt.

Für die Ausgangssituation wird für Nordrhein-Westfalen für den Zeitraum 1961–1990 ein jährlicher Wasserbedarf von rund 14,1 Mio. m<sup>3</sup> berechnet (siehe Tabelle 1), der im Zeitraum 1990–2020 auf rund 25,1 Mio. m<sup>3</sup> ansteigt. Der Wasserbedarf verteilt sich sehr unterschiedlich auf die Regierungsbezirke. Die Höhe des auf diese Weise berechneten Bewässerungswassers sowie die regionalen Schwerpunkte der Bewässerung stimmen mit statistischen Daten recht gut überein, wobei zu berücksichtigen ist, dass es sich bei den Berechnungen um Durchschnittswerte für einen längeren Zeitraum und bei den statistischen Daten um spezifische Werte eines Jahres handelt und dass die Jahresbewässerungsmenge im Zeitablauf in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf sehr stark variieren kann.

	1961-1990			1990-2020		
	Gesamt	Landwirtschaft	Gartenbau	Gesamt	Landwirtschaft	Gartenbau
NRW	14,1	3,4	10,7	25,1	12,6	12,4
Düsseldorf	6,2	1,9	4,4	10,9	6	4,9
Köln	3,4	0,8	2,6	7,1	4,2	3
Münster	2,9	0,6	2,3	4,9	2	2,9
Detmold	1,3	0,2	1,2	1,8	0,4	1,3
Arnsberg	0,3	–	0,3	0,4	0	0,4

	2021-2050			2051-2080		
	Gesamt	Landwirtschaft	Gartenbau	Gesamt	Landwirtschaft	Gartenbau
NRW	56,6	39,4	17,1	128,6	101,9	26,6
Düsseldorf	22,7	15,9	6,9	50,2	39,5	10,7
Köln	21,5	17,5	4	50,5	44,3	6,2
Münster	7,2	3,5	3,7	12,5	7	5,6
Detmold	4,2	2,2	2	11,2	8	3,2
Arnsberg	1	0,4	0,6	4,1	3,1	1

Tab. 1: Entwicklung des Bewässerungsbedarfs in der Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen (in Mio. m<sup>3</sup>); (Quelle: Thünen Working Paper 85)

Für die zukünftigen Zeitperioden wird insgesamt ein außergewöhnlicher Anstieg des Wasserbedarfs für die landwirtschaftliche Bewässerung ausgewiesen. Bis zur letzten betrachteten Zeitperiode (2051–2080) steigt in Nordrhein-Westfalen der Wasserbedarf auf etwa 129 Mio. m<sup>3</sup> an. Hiervon entfallen etwa 80 % auf die landwirtschaftliche Bewässerung, 20 % werden für Sonderkulturen benötigt.

Abbildung 3 stellt die prognostizierte Bewässerungsbedürftigkeit am Beispiel der Kartoffel dar. Während in der ersten Hälfte des Jahrhunderts regional noch vergleichsweise moderater Bewässerungsbedarf besteht, steigt der Bedarf nach 2050 auf hohe bis sehr hohe Werte in nahezu allen Landesteilen mit Ausnahme der Höhenlagen des Sauerlandes.

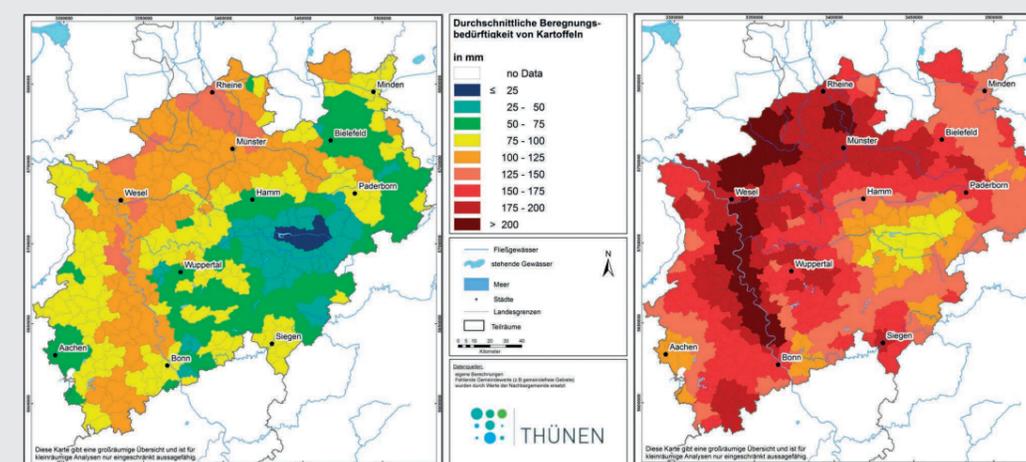


Abbildung 3: Durchschnittliche Bewässerungsbedürftigkeit von Kartoffeln in den Zeiträumen 2021 bis 2050 (linke Karte) und 2051 bis 2080 (rechte Karte); (Quelle: Thünen Working Paper 85)

Vergleichbare Forschungen jüngerer Datums bestätigen den regional teils erheblich zunehmenden Bewässerungsbedarf bis zum Ende des Jahrhunderts. Dieser Bedarf konzentriert sich weiter vorrangig auf die Regierungsbezirke Düsseldorf und Köln sowie das angrenzende westliche Münsterland.

[Bspw. Projekt „WADKlim“ www.umweltbundesamt\\_wadklim](#)

Die im Rahmen des Projekts aus dem Jahr 2013 genutzten Klimaszenarien werden kontinuierlich weiterentwickelt und verbessert. Aktuell läuft eine erneute Berechnung des künftigen bundesweiten, regionalisierten Bewässerungsbedarfs einschließlich der zu erwartenden Wirkungen des Klimawandels und dessen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt im Rahmen des Projektes LAWAMAD, Teilprojekt C, wiederum am Thünen-Institut. Erste Ergebnisse werden Ende des Jahres 2025 erwartet.

Bei Interpretation der vorliegenden Studien muss allerdings deutlich unterschieden werden zwischen der theoretischen Bewässerungsbedürftigkeit verschiedener Kulturen und der tatsächlichen ökonomischen Bewässerungswürdigkeit. Letztere wird für praktisch alle Kulturen des Obst- und Gemüsebaus, Kartoffeln sowie viele Sonderkulturen gegeben sein. Häufig weisen die Studien auf mittlere Sicht (etwa ab der Mitte des Jahrhunderts) aber auch eine hohe Bewässerungsbedürftigkeit von flächenstarken Kulturen wie Mais, Getreide und Raps auf. Ob sich hier jedoch durch veränderte Preisverhältnisse aus ökonomischer Sicht eine Bewässerungswürdigkeit ergeben wird, ist derzeit eher fraglich. Denkbar ist z. B., dass in viehhaltenden Betrieben Teile der Grundfutterflächen mit Bewässerung ausgestattet werden, um eine Mindestfutterproduktion zu sichern. Eine flächendeckende Bewässerung von z. B. Getreide erscheint jedoch in Nordrhein-Westfalen derzeit wenig wahrscheinlich.



Abbildung 4:  
Typische Trockenheitssymptome im Mais. Um die Verdunstung zu reduzieren, rollt die Pflanze die Blätter ein, um die Blattfläche zu reduzieren. Im Grundsatz handelt es sich bisher um eine in Nordrhein-Westfalen nicht bewässerungswürdige Kultur.

Während alle bisher vorliegenden Studien auf einen deutlich steigenden Bewässerungsbedarf in Landwirtschaft und Gartenbau hinweisen, sind die Ergebnisse aus Studien zur Entwicklung des Wasserdargebots im Klimawandel – insbesondere zur Entwicklung der Grundwasserneubildung bzw. des Grundwasserdargebots – noch mit Unsicherheiten verbunden. Durch höhere Temperaturen wird neben dem Niederschlag auch die Verdunstung (Evapotranspiration) zunehmen, voraussichtlich jedoch in geringerem Maß als das zu erwartende Niederschlagsplus, sodass in der Bilanz mehr Wasser zur Verfügung stehen könnte. Verschiedene Studien (DWD, FZ Jülich, UFZ) zeigen auf mittlere Sicht trotz steigender Temperaturen und Evapotranspiration in Nordrhein-Westfalen regional überwiegend gleichbleibende bis leicht zunehmende Verhältnisse bei der Grundwasserneubildung. In einigen Regionen Nordrhein-Westfalens sind dennoch geringere Grundwasserneubildungsmengen nicht auszuschließen.

Festzuhalten bleibt, dass derzeit nicht mit Sicherheit von einem landesweit ausreichenden Grundwasserdargebot zur Deckung eines steigenden Bewässerungsbedarfs ausgegangen werden kann und es voraussichtlich einer regionalen bzw. lokalen Betrachtung bedarf. Eine solche Betrachtung wird durch den Umstand erschwert, dass bislang die Datenlage für eine Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen durch die Unteren Wasserbehörden lückenhaft ist.

## 4 Maßnahmen zur Erhöhung des verfügbaren Wasserdargebots

In Anbetracht der Unsicherheiten hinsichtlich der künftigen Entwicklung des für die Bewässerung verfügbaren Wasserdargebots aus Grundwasser kommt vorausschauenden Maßnahmen zur Erhöhung des insgesamt verfügbaren Wasserdargebots hohe Bedeutung zu. Dort, wo Landwirtschaft und Gartenbau dazu schon heute ihren Beitrag leisten können, ist eine frühzeitige Umsetzung solcher Maßnahmen angeraten.

### 4.1 Ackerbauliche Maßnahmen zur Verbesserung von Infiltration und Verringerung von Oberflächenabfluss

Böden sind ein zentrales Element im Wasserhaushalt. Sie können Regenwasser rasch aufnehmen, große Mengen davon speichern, später den Pflanzen zur Verfügung stellen und ins Grundwasser infiltrieren. Landwirtschaftlich genutzte Böden stellen etwa die Hälfte der für Versickerung und Wasserspeicherung zur Verfügung stehenden Landfläche. Ziel muss es sein, diese Wasserspeicherung und Infiltration zu erhöhen und im Gegenzug Oberflächenabfluss und damit z. T. einhergehende Erosion zu minimieren. Ackerböden, die diese Leistungen erbringen, sind sowohl für die Betriebe der Landwirtschaft (aus ökonomischer Sicht) als auch für den Wasserhaushalt und damit aus gesellschaftlicher Sicht von höchstem Nutzen. Die Art und Weise der ackerbaulichen Nutzung hat dabei maßgeblichen Einfluss auf das Infiltrationsvermögen und die Widerstandsfähigkeit eines Ackers gegen Erosion.



Abbildung 5: Einflussfaktoren auf die Wasserinfiltration nach Stärke des Einflusses (Quelle: UBA 2020).

Verschlammte Böden weisen eine deutlich verringerte Infiltrationsleistung auf und neigen zum Oberflächenabfluss. Solche Verschlammungen entstehen durch Einwirkung von Regentropfen auf den unbewachsenen Boden und die damit verbundene Auflösung von Bodenaggregaten („Krümel“).

Einfluss auf die Oberflächenverschlammung hat neben den Faktoren Bodenart, Humusgehalt und mikrobielle Aktivität vor allem die Bodenbedeckung mit Pflanzen, Pflanzenresten oder sonstigen Mulchmaterialien. Ab Bedeckungsgraden von etwa 30 % kommt es zu wesentlichen Verbesserungen der Infiltration. Konservierende Bodenbearbeitung bis hin zur Direktsaat bewirkt durch höhere Bodenbedeckung sowie Aggregatstabilität eine geringere Oberflächenverschlammungsanfälligkeit und durch einen höheren Anteil an durchgängigen Makroporen (Regenwurmgänge, Wurzelkanäle) eine schnelle Ableitung von Überschusswasser in tiefere Bodenschichten.

Die zunehmende Verbreitung von Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung war in den vergangenen Jahrzehnten eng verbunden mit der Möglichkeit der Anwendung von Totalherbiziden, die die Kulturpflanzen nach der Saat vor Konkurrenz durch die Mulchdecke oder Unkräuter schützte. Hier kommt es aktuell zu einem Zielkonflikt zwischen der Reduzierung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln – speziell Totalherbiziden – und dem Bestreben nach weiterer Verbreitung von Verfahren der Bodenbearbeitung mit Pflugverzicht. Perspektivisch könnten hier ggfs. Verfahren der ultraflachen Bodenbearbeitung – wie sie u. a. von biologisch wirtschaftenden Betrieben und in Versuchen der Landwirtschaftskammer erprobt werden – eine Option ohne Anwendung von Totalherbiziden darstellen.

Durch natürliche Prozesse oder Maschineneinwirkung verdichtete Böden zeigen ebenfalls eine geringere Wasserinfiltration in den Unterboden. Ein höherer Humusgehalt bewirkt hingegen eine stärkere Wasserinfiltration und damit einen geringeren Oberflächenabfluss. Zudem kann Humus das Fünffache seines Gewichts an Wasser speichern und erhöht damit auch die Speicherleistung des Bodens.

	Bodenbearbeitung		
	konventionell	Konservierend mit Mulchsaat	Direktsaat
Bedeckungsgrad [%]	1	30	70
Humusgehalt [%]	2	2,6	2,5
Aggregatstabilität [%]	30,1	43,1	48,7
Infiltrationsrate [%]	49,4	70,9	92,4
Abfluss [l/m <sup>2</sup> ]	21,2	12,2	3,2
Bodenabtrag [g/m <sup>2</sup> ]	317,6	137,5	33,7

Abbildung 6: Vergleich des Einflusses auf Wasserinfiltration und Bodenabtrag von drei verschiedenen Bodenbearbeitungsmethoden nach achtjähriger Bewirtschaftung bei Niederschlagsereignis von 0,7 mm/min über 60 Minuten (Quelle: Deumelandt et al. 2014).

## 4.2 Regulierung von Vorflut und Drainagen

Große Teile insbesondere der Niederungslagen Nordrhein-Westfalens waren in der Vergangenheit durch einen Überschuss an Wasser geprägt. Um dem entgegenzuwirken und eine ackerbauliche Nutzung und Bearbeitung zu ermöglichen, wurden – schon beginnend im 13. Jahrhundert – großflächig Entwässerungsgräben angelegt und landwirtschaftliche Flächen drainiert und trockengelegt. Drainagen finden sich aber auch dort, wo im Boden z. B. tonhaltige Schichten im Unterboden eine Versickerung von Niederschlagswasser verhindern und damit ebenfalls eine Bearbeitung erschweren. Ziel war jeweils eine möglichst zügige Abführung überschüssiger Niederschlagsmengen. Durch die klimatischen Veränderungen der letzten Jahre verändert sich aktuell der Blick der Landwirtschaft wie auch der Öffentlichkeit auf diese flurstrukturellen Maßnahmen.

Verbreitet im Gartenbau ist bereits, dass Freilandkulturflächen drainiert sind und das Drainagewasser in bewachsenen Mulden versickert wird und somit zur Erhöhung des verfügbaren Wasserdargebots beiträgt.

Die zunehmend trockeneren Sommer und die Verschiebung der Niederschläge in die Wintermonate führen vielerorts zu Überlegungen, wie die Grundwasserinfiltration erhöht und das Wasser länger in der Landschaft gehalten werden kann, um den Kulturpflanzen auch in Trockenzeiten eine ausreichende Wasserversorgung zu garantieren und zugleich das Grundwasserdargebot auch für andere Nutzungen zu stabilisieren oder zu verbessern. Diese Überlegungen laufen darauf hinaus, den Wasserabfluss sowohl von Vorflutgräben als auch Drainagen regelbar zu gestalten, um damit trockene Bodenverhältnisse für die Bodenbearbeitung, Saat und Ernte zu sichern, zu allen anderen Zeiten jedoch einen Anstau des Wassers bis in den Wurzelraum der Kulturpflanzen und eine zusätzliche Infiltration ins Grundwasser zu ermöglichen. Dabei muss dennoch gewährleistet bleiben, dass Drainagen und Vorfluter jederzeit bei Bedarf überschüssiges Wasser zügig abführen können. Die Rekord-Niederschläge im hydrologischen Jahr 2024 unterstreichen diese Notwendigkeit.



Abbildung 7: Vergleich einer konventionellen Drainage mit dem Funktionsprinzip einer steuerbaren Drainage.

Je nach Ausführung des vorhandenen Drainagesystems ist auf diese Weise eine parzellenscharfe Regulierung des Wasserstandes gezielt nach den Erfordernissen eines einzelnen Bewirtschafters denkbar. Bei einer Regulierung der Vorflut ist hingegen das gesamte Einzugsgebiet des Vorfluters und damit u. U. eine Vielzahl an Parzellen mit unterschiedlichen Kulturen und Bewirtschaftern zu berücksichtigen, was eine allen Bedürfnissen zuträgliche Regulierung ggfs. deutlich erschwert. Zu berücksichtigen ist zudem, dass eine solche Regulierung möglichst ebene Flächen voraussetzt und in kuppertem Gelände an Grenzen stoßen kann.

Insgesamt sind die Kenntnisse und Erfahrungen zur gezielten Regulierung von Drainagen und Vorflut in Nordrhein-Westfalen bislang sehr begrenzt. Hier gilt es, Versuchs- und Demonstrationsvorhaben zu initiieren und zu unterstützen (siehe Exkurse Projekte „Wassermanagement unter Berücksichtigung des Klimawandels“ und „KlimaBeHageN“). Darüber hinaus bedarf es auf Bundesebene der Klarstellung, dass investive Maßnahmen von Wasser- und Bodenverbänden in solche Vorhaben im Rahmen der Förderung durch die Gemeinschaftsaufgabe „Agrarstruktur und Küstenschutz – Förderbereich 7, Wasserwirtschaftliche Maßnahmen“ förderfähig sind.

Maßnahmen, mit denen Wasser durch Regulierung von Drainagen oder Vorflut länger in der Landschaft gehalten werden soll, bedürfen für ihre Akzeptanz zwingend einer intensiven Abstimmung mit den dort wirtschaftenden Betrieben der Landwirtschaft und des Gartenbaus. Dies macht deutlich, dass den in der Vergangenheit vorrangig für die Gewässerunterhaltung und Entwässerung zuständigen Wasser- und Bodenverbänden künftig neue Aufgaben und Verantwortlichkeiten zukommen könnten.

### Exkurs: Projekt „Wassermanagement unter Berücksichtigung des Klimawandels“

Mit diesem Thema beschäftigt sich ein vom Land gefördertes Kooperationsprojekt des Westfälisch-Lippischen Landwirtschaftsverbandes. Am Beispiel des Einzugsgebietes des Wasserschutzgebietes „Borken – Im Trier“ soll ein Konzept zum Wasser-(Mengen-)management entwickelt werden. Das Projekt soll die Grundlage für eine nachhaltige, klimaangepasste und zielgerichtete Nutzung insbesondere der Ressource „Grundwasser“ im Projektgebiet bilden. Es bindet alle wasserwirtschaftlich relevanten Akteure in die Konzeptentwicklung mit ein. Beteiligt sind das Umwelt- und das Landwirtschaftsministerium, Stadt und Kreis Borken, die Stadtwerke Borken als örtlicher Trinkwasserversorger, die Landwirtschaftskammer NRW, die Landwirte der Trinkwasserschutzkooperation „Im Trier – Lammersfeld“ und der lokale Wasser- und Bodenverband.

Den auf Grund des Klimawandels vorhergesagten klimatischen Veränderungen soll durch ein Bündel an Maßnahmen (u. a. zur Erhöhung der Grundwasserinfiltration durch Regulierung der Vorflut) begegnet werden. Nur so ist perspektivisch eine zielgerichtete Anpassung an Dürren und Trockenzeiten möglich, um auch bei zunehmender Entnahme und möglicher rückläufiger Grundwasserneubildung den vielfältigen Nutzungsansprüchen insbesondere an das Grundwasser gerecht zu werden.

Ziel ist es, einer Überbeanspruchung des verfügbaren Wasserangebotes vorzubeugen und Nutzungskonflikte zu verhindern. Hierzu soll unter Einbeziehung eines für das Projektgebiet aufzubauenden integrierten Wasserhaushaltsmodells als Prognose- und Entscheidungsunterstützungs-Tool gemeinschaftlich mit allen Akteuren ein entsprechendes Wassermengenmanagementkonzept entwickelt werden, das als Grundlage für die Planung und Umsetzung von konkreten Maßnahmen/-kombinationen und Anpassungsstrategien im Projektgebiet fungieren wird. Geprüft werden soll z. B. die Speicherung von Wasser in der Landschaft, der effiziente Einsatz bzw. die effiziente Verteilung von Bewässerungswasser, die Minimierung von Verlusten, die Entwicklung überbetrieblicher Bewässerungssysteme oder die Nutzung alternativer Wasserressourcen.

## 4.3 Erhöhung der Wasserspeicherung



Abbildung 8: Die s. g. Wässerwiesen sind eine jahrhundertealte Bewirtschaftungspraxis in Franken. Durch verstellbare Wehre wird kleinräumig der Grundwasserspiegel angehoben, um höhere Grünlanderträge zu erzielen. Diese Technologie ist im Verzeichnis der immateriellen Kulturgüter der UNESCO gelistet (Quelle: UNESCO).

Obwohl mittelfristig bislang nicht von rückläufigen Jahresniederschlägen ausgegangen wird, werden die zunehmenden räumlichen, zwischenjährlichen und jahreszeitlichen Umverteilungen der Niederschläge die Notwendigkeit der Wasserspeicherung erhöhen. Dies sollte vorzugsweise im Grundwasser oder ggfs. in speziellen Speicherbecken erfolgen. Bei der Speicherung im Grundwasser fallen i. d. R. geringere Speicherkosten an, Verdunstung wird vermieden und es treten keine hygienischen Probleme auf. Problematisch bei der Errichtung von Speicherbecken sind die hohen Investitionskosten und der starke Eingriff in den Natur- und letztlich auch den Wasserhaushalt durch eine zusätzliche Flächenversiegelung.

Aktuell wird davon ausgegangen, dass Speicherbecken für die landwirtschaftliche Bewässerung in Nordrhein-Westfalen nur in Ausnahmefällen sinnvoll sein werden. Einen Sonderfall stellen Speicherbecken für die Frostschuttberegnung im Obstbau dar. Durch den sehr hohen Wasserbedarf in kurzer Zeit sind je nach Größe der beregneten Flächen Entnahmen aus dem Grundwasser oder dem öffentlichen Netz schwierig, sodass eine Vorratsspeicherung sinnvoll wird.



Abbildung 9: Digital steuerbares Kippwehr zum Anstauen des Vorfluters im Rahmen des NiersCon-Projektes am Niederrhein (Quelle: Kreis Viersen).

Bisherige Erfahrungen mit der Genehmigung von Speicherbecken in Nordrhein-Westfalen zeigen, dass die örtlich zuständigen Behörden mangels Erfahrungen bzw. Vorgaben bei solchen Genehmigungen vor Herausforderungen stehen und die Verfahren teils langwierig sind. Hier sollte verstärkt auf Erfahrungen aus anderen Bundesländern zurückgegriffen werden.

### Exkurs: Wassermanagement und -speicherung im Hammbachgebiet (Projekt „KlimaBeHagen“)

Das Projektgebiet liegt im südwestlichen Münsterland und am Übergang zum nördlichen Ruhrgebiet. Im Rahmen eines 2019 abgeschlossenen Vorläuferprojektes der Deutschen Bundesstiftung Umwelt wurde ein integriertes Maßnahmenkonzept unter Beteiligung der wasserwirtschaftlich relevanten Akteure im Raum Dorsten zu den Bereichen Trinkwassergewinnung, Landwirtschaft und Naturschutz erstellt, das in einem zweiten Projektteil konkretisiert und teilweise umgesetzt werden sollte. Die vielfältigen Nutzungsansprüche an das Grundwasser überschneiden sich und in Jahren mit Niederschlagsmangel fallen oberirdische Gewässer im Projektgebiet schon zeitweise trocken.

Im Zusammenhang mit dem erwarteten fortschreitenden Klimawandel kann sich diese Situation noch verschärfen. Der Raum ist für die Trinkwassergewinnung von hoher Bedeutung. Rund 350.000 Menschen im Bereich des nördlichen Ruhrgebietes/südlichen Münsterlandes werden vom RWW-Wasserwerk Holsterhausen aus mit Trinkwasser versorgt. Die „Münsterländer Parklandschaft“ ist überdies eine von Mooren und Feuchtgebieten einerseits und intensiver landwirtschaftlicher Nutzung andererseits geprägte Kulturlandschaft. In Trockenjahren ist bereits heute nicht genug Wasser verfügbar, um die vorhandenen landwirtschaftlichen Nutzungen aufrechtzuerhalten.

Auch andere Nutzungen im Landschaftsraum sind z. T. von Trockenheit betroffen. Der mittlerweile nicht mehr aktive Steinkohle-Bergbau hat in den zurückliegenden Jahrzehnten zu Oberflächenveränderungen geführt, die auch im Wasserregime als „Ewigkeitslasten“ zu bewirtschaften sind. Die Aufrechterhaltung des mengenmäßig guten Zustands des Grundwasserkörpers im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist von erheblicher umweltpolitischer Relevanz. In der Summe dieser Nutzungs- und Bewirtschaftungsansprüche wird deutlich, dass die Anspruchs- und Akteursgruppen nur gemeinsam zu Lösungen kommen. Innerhalb des Projektes arbeiteten unterschiedliche Akteure zusammen an diesen Lösungen: Neben dem Projektleiter Lippeverband (als regionaler Wasserwirtschaftsverband für die Gewässerunterhaltung, Regulierung der Bergbaufolgen, Grundwasserbewirtschaftung und Abwasserbeseitigung zuständig) sind als unterstützende Partner die RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH (als regionaler Wasserversorger), der Landwirtschaftliche Kreisverband Recklinghausen und der Wasser- und Bodenverband Rhader Bach/Wienbach sowie die Landwirtschaftskammer NRW beteiligt. Als wissenschaftlich-technische Partner haben die Lippe Wassertechnik GmbH (Ingenieurdienstleistungen), die Universität Kassel mit dem Fachgebiet Agrartechnik und die Hochschule Ruhr-West mit dem Fachbereich Wirtschaft, Wasser- und Energieökonomik am Projekt mitgewirkt.

Die wesentliche Erkenntnis ist, dass die erarbeiteten und umsetzbaren Lösungen nur durch ein gemeinschaftliches und solidarisches Handeln aller Akteure zu realisieren sind. Praktisch hat sich aus der Projektbearbeitung KlimaBeHagen ergeben, dass eine Stabilisierung des Grundwasserkörpers im Interesse aller Nutzungsanforderungen nur mit Hilfe infrastruktureller Maßnahmen gedeckt werden kann, die jedoch nicht allein von einer Seite finanziert werden können. Der erarbeitete Lösungsvorschlag zur Anreicherung des Grundwassers ist ingenieurtechnisch machbar und aus Sicht der Partnerschaft zur Deckung des erwarteten Wasserbedarfs wünschenswert, erfordert jedoch für die infrastrukturellen Maßnahmen sehr hohe Investitionen. Da eine Umsetzung ohnehin noch einen erheblichen zeitlichen Vorlauf erfordert (Trägerschaftsstruktur, Finanzierung, ggfs. weitere Gutachten, z. B. zur Wasserqualität, Planung, Genehmigung, Bau, Inbetriebnahme) und die Problemlage zeitnahes Handeln erfordert, wurden eine Reihe von „No regret“-Maßnahmen identifiziert: Dazu gehören Schulungs- und Beratungsangebote für die Landwirtschaft, die Identifikation von Gräben/Drainagen und die Ermittlung von besonders abflusswirksam bewirtschafteten Flächen, um dort Rückhaltmaßnahmen in der Landschaft umzusetzen. Des Weiteren wird die Erarbeitung einer Studie zur Abkopplung befestigter Flächen von der Mischwasserkanalisation (insbesondere in den nordwestlichen Stadtgebieten von Dorsten) als ein weiterer praktischer Schritt gesehen.

Weitere wichtige Aspekte sind die verbesserte Datengrundlage und Steuerungsinstrumente für die Wasserwirtschaftsbehörden. Im Ergebnis können bis zur Realisierung einer Grundwasseranreicherung die genannten „No regret“-Maßnahmen sowie die Entwicklung und schrittweise Umsetzung eines regionalen Wassermanagements zu einer geringeren Belastung des Grundwasserhaushaltes beitragen – die Klima-BeHageN-Partner wollen Lösungen konsequent verfolgen und unterstützen.

#### 4.4 Wiederverwendung von Brauch- und Abwasser

Die Nutzung von aufbereitetem Brauch- oder Abwasser kann eine alternative Wasserquelle darstellen. Derzeit findet eine Wiederverwendung von kommunalem Abwasser für die Bewässerung in Landwirtschaft und Gartenbau in Nordrhein-Westfalen nicht statt. In Ländern mit Wasserknappheit ist die Wasserwiederverwendung hingegen häufig gängige Praxis. Mindestanforderungen für die Aufbereitung von kommunalem Abwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung werden seit 2020 durch eine EU-Verordnung (2020/741) geregelt. Um mögliche Risiken durch abwasserbürtige Schadstoffe und Krankheitserreger zu erfassen und zu vermeiden, fordert diese Verordnung ein systematisches Risikomanagement. Für Nordrhein-Westfalen ist hierbei zu beachten, dass bislang die Mehrzahl der bewässerten Kulturen Obst- und Gemüsekulturen sind, die häufig frisch verzehrt werden und für deren Bewässerung insbesondere Hygienrisiken strikt ausgeschlossen werden müssen.

Kommunale Abwässer oder sonstige Abwässer mit Fäkalwassereintrag sind daher für die Bewässerung vieler Kulturen in Landwirtschaft und Gartenbau nicht oder nicht ohne aufwendige Aufbereitung geeignet. Vor diesem Hintergrund wird mittelfristig nicht erwartet, dass die Nutzung kommunaler Abwässer zur Bewässerung in Landwirtschaft und Gartenbau in Nordrhein-Westfalen eine relevante Rolle spielen wird.

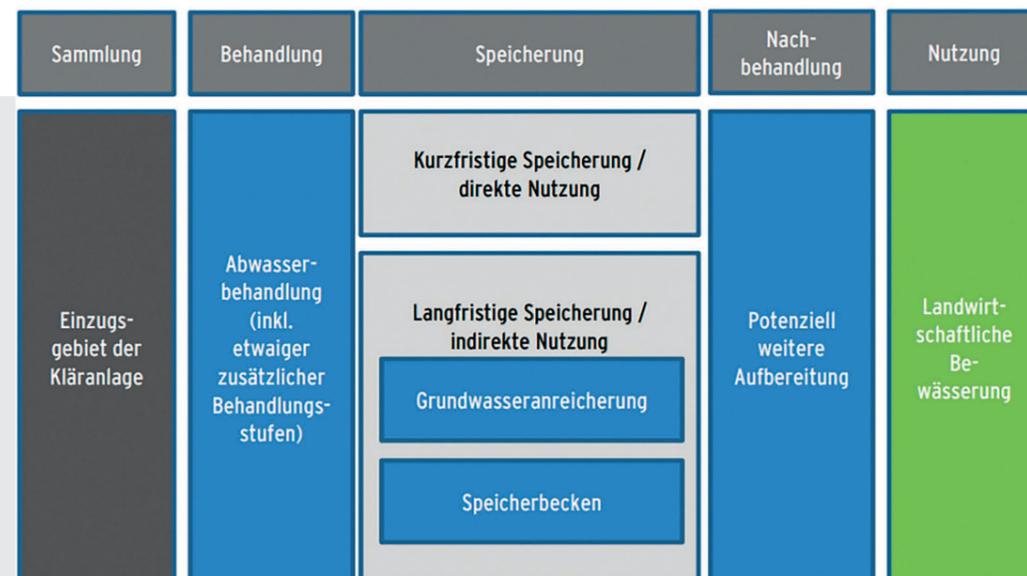


Abbildung 10: Prozessschema zur Verwendung von Prozesswässern zur Speicherung oder zur direkten landwirtschaftlichen Bewässerung (Quelle: UBA, Text 34/2016, Seite 42).

Es existieren in Nordrhein-Westfalen jedoch eine Vielzahl größerer Betriebe der Lebensmittelverarbeitung mit hoher Wasserverwendung (Zuckerfabriken, Molkereien, Brauereien, Getränkehersteller, Obst- und Gemüseverarbeitung ...), deren Abwässer je nach Gestaltung der betrieblichen Abwasserbeseitigung (z. B. Trennung von Produktions- und Sozialabwässern) im Grundsatz besser geeignet sein könnten. Hier sollte bei Bedarf im Einzelfall geprüft werden, ob die Wasserwiederverwendung aus solchen Betrieben möglich ist. Eine solche Prüfung erfolgt aktuell am Beispiel der Hochwald-Molkerei im Kreis Euskirchen (siehe Exkurs). Wie von der o. g. EU-Verordnung vorgegeben, ist dabei ein angepasstes Risikomanagementsystem zu etablieren, mit dem mögliche Risiken benannt und Maßnahmen zu deren Vermeidung, Minderung oder Überwachung erarbeitet werden. Hierbei ist eine sachgerechte Nutzen-Risiko-Abwägung zu treffen. So werden z. B. die hygienischen Anforderungen bei der Bewässerung frisch verzehrter Produkte streng zu beachten sein, wohingegen sie z. B. bei silierten Futterpflanzen (Mais, Gras) geringer zu werten sind. Auch die Frage, ob möglicherweise eine Belastung der Abwässer durch Legionellen zu relevanten Risiken führt, ist jeweils im Einzelfall zu bewerten.

#### Exkurs: Wiederverwendung von Abwasser der Hochwald-Molkerei im Kreis Euskirchen

Um die Produktion landwirtschaftlicher und gärtnerischer Betriebe langfristig zu sichern, gab es im Kreis Euskirchen die Projektidee, gereinigte Prozessabwässer einer örtlichen Molkerei für die Bewässerung einzusetzen. Das Gebiet befindet sich im Regenschatten der Eifel, sodass Dürrephasen sich regional trotz sehr guter Böden stärker ausprägen. Gerade für die Produktion von Sonderkulturen ist daher eine zusätzliche Bewässerung unerlässlich. Da jedoch auch die Grundwasserneubildung durch die geringen Niederschlagsmengen begrenzt wird, die Region im Sumpungsgebiet des Tagebaus Hambach liegt und auf Grund dieser Umstände aktuell keine neuen Wasserrechte erteilt werden können, erscheint eine mögliche Wiederverwendung des in hohen Mengen anfallenden Prozesswassers sinnvoll.

Um die ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen zu klären, wurde im Jahr 2018 mit einer Machbarkeitsstudie begonnen, deren Abschlussbericht seit März 2024 vorliegt. Derzeit ist noch offen, ob – und wenn ja, unter welchen Bedingungen – die Planungen und eine mögliche Realisierung fortgesetzt werden können.

[www.url.nrw/kreiseuskirchen](http://www.url.nrw/kreiseuskirchen)

## 4.5 Überbetriebliche Infrastruktur Bewässerung



Abbildung 11: Überbetriebliche Bewässerungsinfrastruktur: Zentrale Brunnenanlage mit leistungsstarker Pumpe und zugehörigem Transformator (Quelle: Bellinghausen/LWK).

Dort, wo aus hydrologischen, genehmigungsrechtlichen, organisatorischen oder technischen Gründen auf einzelbetrieblicher Ebene keine Wasserentnahme für die Bewässerung möglich oder sinnvoll ist, kann ggfs. eine Nutzung überbetrieblicher Strukturen ein Lösungsweg sein. In anderen Bundesländern (z. B. NI, RP, HE) existieren zu diesem Zweck schon seit längerer Zeit Bewässerungsverbände, die z. B. einen gemeinsamen Betrieb von Brunnen, Tiefbrunnen, Pumpen, Wasserspeichern und Leitungsnetzen in einem größeren Gebiet organisieren. In Nordrhein-Westfalen gibt es solche Verbände bisher lediglich vereinzelt im südlichen Rheinland (Wasserverband Südliches Vorgebirge, Wasserverband Kirchherten-Pütz, siehe Exkurs).

Je nach regionaler/örtlicher Situation empfiehlt sich ein Zusammenschluss von Betrieben zu einem solchen Bewässerungsverband, da dies u. a. Voraussetzung für eine öffentliche Förderung der notwendigen technischen Infrastrukturen (Brunnen, Wasserleitungen etc.) im Rahmen der Investitionsförderung der Bewässerungsrichtlinie Nordrhein-Westfalen ist.

[url.nrw/bewaesserungsrichtlinie](http://url.nrw/bewaesserungsrichtlinie)

Als Körperschaft des öffentlichen Rechts kann ein solcher Verband mit bis zu 70 % der Investitionen gefördert werden, sodass auch große Infrastrukturprojekte möglich sind. Darüber hinaus bietet ein Verband den Vorteil, dass er mit demokratischen Strukturen in der Lage ist, Verteilungskonflikte bei knappem Wasserangebot selbstständig unter seinen Mitgliedern zu lösen, und bei wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren den Behörden als zentraler Ansprechpartner zur Verfügung steht.



### Exkurs: Projekt Wasserverband Kirchherten-Pütz

Die fruchtbaren Lössböden des westlichen Rheinlands gelten im Ackerbau als Hochertragsstandorte für Getreide. Gleichzeitig bieten sie aber auch gute Produktionsbedingungen für Sonderkulturen wie Kartoffeln, Möhren, Spargel und Erdbeeren.

Die Böden weisen überwiegend eine hohe nutzbare Feldkapazität auf, d. h., sie können verhältnismäßig viel Wasser speichern, das auch für die Pflanzen nutzbar ist. Jedoch nehmen die Anbaurisiken durch unregelmäßige Niederschlagsereignisse im Zuge der Klimakrise auch hier zu. Sonderkulturen können grundsätzlich nur wirtschaftlich produziert werden, wenn eine Bewässerungsmöglichkeit besteht.

Im Zuge des Braunkohleabbaus im Tagebau Garzweiler wurde in der Region Bedburg-Kirchherten der Grundwasserspiegel stark abgesenkt, sodass betroffene Betriebe wirtschaftlich keine Brunnen mehr betreiben konnten.

Hier setzt das Projekt des Bewässerungsverbandes Pütz an: Eine Machbarkeitsstudie im Jahr 2019 hatte gezeigt, dass im südlichen Teil des Verbandsgebietes noch ausreichende Wasserressourcen im oberen Grundwasserstockwerk zur Verfügung stehen. Dies bedingt jedoch eine aufwendige Verteilinfrastruktur im gesamten Verbandsgebiet. Trotz der hohen Investitionen war – bedingt durch die Förderung der o. g. Bewässerungsrichtlinie – die Wirtschaftlichkeit dieses Vorhabens gegeben, sodass das Projekt zwischenzeitlich realisiert wurde.

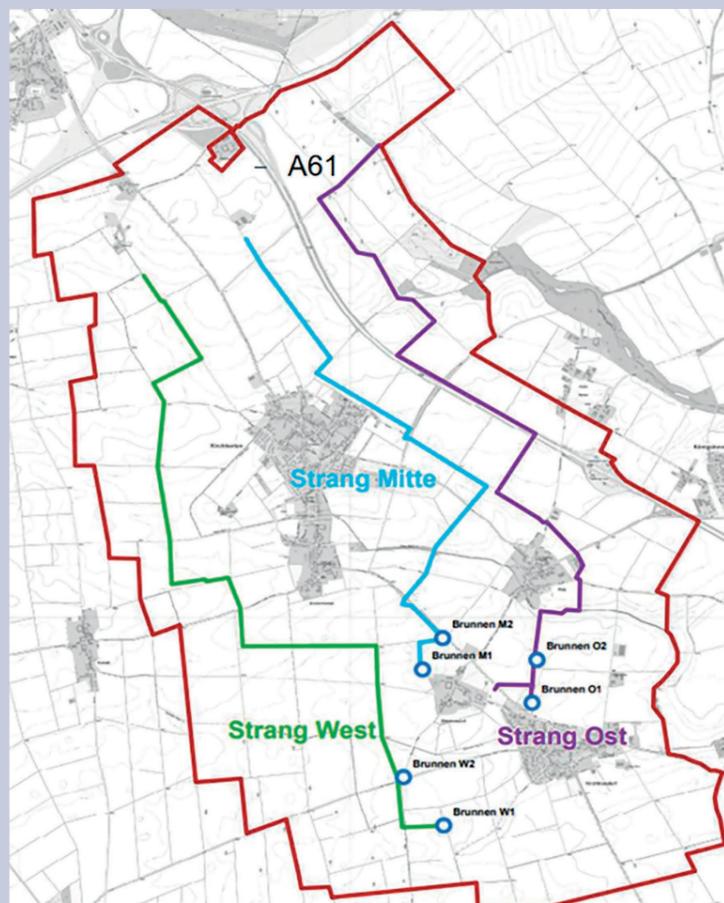


Abbildung 12:  
Umfang des Projektgebietes,  
mit den drei Strängen der  
Versorgungsleitung.

Die Mitgliedsfläche des Verbandes wurde auf zunächst 1350 Hektar festgelegt. Das Investitionsvolumen umfasste ca. 9 Millionen Euro. Angenommen wurde ein Wasserbedarf von ca. 1 Million m<sup>3</sup> pro Jahr. Die Infrastruktur wurde in drei Einheiten unterteilt: die Stränge West, Mitte und Ost. Jeder der Stränge wird von 2 Brunnen versorgt. Um das gesamte Gebiet zu erschließen, wurden 20 km Rohrleitungen verlegt.

Durch das erfolgreiche Projekt kann die Produktion von hochwertigen und regionalen Erzeugnissen langfristig gesichert werden, sodass dies auch dazu beiträgt, die Betriebe vor Ort zukunftsfest zu machen.



Abbildung 13: Entnahmepunkt zur Bewässerung aus der Ringleitung im Projektgebiet Pütz  
(Quelle: Bellinghausen/LWK).

## 5 Effizienz der Bewässerung steigern

Ein zentraler Punkt der künftigen Bewässerung in Landwirtschaft und Gartenbau ist die Minimierung von Verlusten bei der Bewässerung, insbesondere vor dem Hintergrund der erwarteten Temperaturanstiege. Die Steigerung der Wassernutzungseffizienz bei der Bewässerung könnte bei gleichbleibender Versorgung der Pflanzen den landwirtschaftlich-gärtnerischen Wasserbedarf je nach verwendeter Technik signifikant senken.

Insbesondere bei den landwirtschaftlichen Flächenkulturen ist in Nordrhein-Westfalen bisher die Trommelberegnung mit Starkregnern dominierend. Dies lässt sich vorrangig mit geringen Investitionskosten, einem geringen technischen Installationsaufwand sowie der Möglichkeit zur flexiblen Verschiebung im Flächenbestand eines Betriebs begründen. Mit dieser Bewässerungstechnik ist jedoch eine exakte und verlustarme Ausbringung nur sehr begrenzt möglich, da hohe Abdrift- und Verdunstungsverluste auftreten können. Auch wird die ausgebrachte Wassermenge innerhalb der bewässerten Fläche – insbesondere bei höheren Windstärken – sehr ungleich verteilt. Insgesamt lässt sich eine effiziente und bedarfsgerechte Bewässerung mit dieser Technik auf mittlere Sicht kaum umsetzen.



Abbildung 14: Der „Raindancer“ der Fa. Fasterholt weist eine deutliche Effizienzsteigerung gegenüber herkömmlichen Starkregnern auf: Mittels Sektorsteuerung werden die Anschläge des Regners anhand der Feldgrenzen und der Wurfweite automatisch angepasst (Quelle: Keutmann/LWK).

Die Nutzung der Kreis- und Linearbewässerung (Centerpivot/Gießwagen) ist in Nordrhein-Westfalen in landwirtschaftlichen Kulturen bisher nur wenig verbreitet, im Gartenbau – insbesondere im Zierpflanzenbau – hingegen sehr. Wesentlicher Vorteil ist die hohe Gleichmäßigkeit der Beregnung, die in der Gesamtfläche erreicht werden kann. Diese Bewässerungstechnik weist auch wesentlich geringere Abdrift- und Verdunstungsverluste sowie einen geringeren Energiebedarf auf.



Abbildung 15: Einsatz eines Düsenwagens zur Bewässerung eines Kartoffelackers im Rheinland (Quelle: Keutmann/LWK).

Bei der Rohrberegnung mit Kleinregnern ist ein ähnlicher Effizienzgewinn im Vergleich zur Trommelberegnung mit Starkregnern zu erreichen, allerdings eignet sich diese Art der Bewässerung eher für Kleinflächen, wie sie häufig im Gartenbau vorzufinden sind.

Letztlich steht der Landwirtschaft noch die Tropfbewässerung bzw. Unterflurbewässerung zur Verfügung. Diese Techniken geben zusätzlich die Möglichkeit, die Bewässerung auch teilflächenspezifisch durchzuführen, um beispielsweise variierende Bodenarten auszugleichen. Dabei weist die Tröpfchenbewässerung entweder unterflurig oder als oberflächliche Ausbringung die geringsten Abdrift- und Verdunstungsverluste auf, da das Gießwasser wurzelnah ausgebracht wird. Jedoch verhindern hohe Investitionskosten eine Umsetzung auf Pachtland (bei Unterflurinstallation) bzw. eine größere Verbreitung insgesamt. Gleichzeitig erschweren die jährlichen Verschiebungen der bewässerungswürdigen Kulturen im Zuge des Fruchtwechsels den Aufbau von festinstallierter Bewässerungstechnik. Bei gärtnerischen Dauerkulturen bzw. Flächen, die dauerhaft für wechselnde Kulturen mit vergleichbaren Kulturbedingungen genutzt werden, lassen sich technisch aufwendige Lösungen eher umsetzen als z. B. im Bereich des Feldgemüses bzw. bei bewässerungswürdigen Großkulturen wie der Kartoffel. Erste Erfahrungen mit Verfahren der Tropfbewässerung wurden im Rahmen diverser Versuche der Landwirtschaftskammer in „Demonstrationsbetrieben zur Wasserrahmenrichtlinie“ gewonnen. Beteiligt hieran waren u. a. vier Betriebe mit Öko-Landbau sowie weitere Betriebe mit Anbau von Kartoffeln und Pfingstrosen.



Abbildung 16: Gerade in Kulturen mit langer Standzeit lohnt sich eine Tropfbewässerung. Im Beerenanbau stehen die Pflanzen häufig in Containern, sodass jede einzelne Pflanze per Tropfbewässerung versorgt werden kann.

Berechnungstechnik	Trommelbewässerung mit Starkregner	Centerpivot, Gießwagen	Rohrbewässerung mit Kleinregnern	Tropfbewässerung
Investitionssumme	mittel	hoch	Sehr hoch	Sehr hoch
Technischer Aufwand	niedrig	hoch	Sehr hoch	Sehr hoch
Ausbringverluste	Sehr hoch	mittel	mittel	niedrig
Steuerungsmöglichkeiten	schlecht	mittel	mittel	gut
Kulturpflanze kann gezielt bewässert werden	Nein und ungleichmäßige Verteilung im Bestand	ja	nein	ja

Tabelle 2: Übersicht über die Eigenschaften der verbreiteten Bewässerungstechniken in der Landwirtschaft und im Gartenbau.

Mittels Bodenfeuchtesensorik könnte ein weiterer Effizienzgewinn bei der Bewässerung erreicht werden. Hierzu liegen bisher in Nordrhein-Westfalen vergleichsweise wenig Erfahrungen vor. Dies hat die Landwirtschaftskammer NRW veranlasst, sich im Rahmen der vom MLV ausgelobten „Europäischen Innovationspartnerschaften“ (EIP) mit zwei Projekten für den Gartenbau und die Landwirtschaft zu bewerben, die beide einen Zuschlag zur Förderung erhalten haben.

Für den Zierpflanzenbau befasst sich das EIP-Projekt „Nursery Stock Growing Support System“ mit der Verwendung von Bodenfeuchtesensorik in der Kulturführung von Topfpflanzen. Ziel ist es, den effizientesten Bewässerungszeitpunkt zu ermitteln und die Bewässerung möglichst bedarfsgerecht zu gestalten. Die zusätzliche Einbeziehung von Klimadaten könnte künftig die Bedarfsprognose mittels Bodenfeuchtesensoren noch weiter verbessern (siehe Exkurs).

Die Verwendung von Sensornetzwerken auf einem Acker setzt voraus, dass diese auf die spezifischen Bodeneigenschaften kalibriert sind, nur dadurch wird eine Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Standorten auf einem Betrieb möglich. Gleichzeitig muss der Landwirt oder der Gärtner entsprechend geschult sein bzw. beraten werden, um die Werte, die die Sensoren messen, auch interpretieren zu können. Insgesamt ist die Optimierung des Bewässerungszeitpunktes mittels Sensoren und Klimadaten als wichtiger Hebel anzusehen, um eine Effizienzsteigerung der Bewässerung zu erreichen und Verluste durch Evaporation oder Versickerung überschüssigen Wassers zu minimieren. Diesem Ziel dient auch ein weiteres, vom MLV gefördertes EIP-Projekt im Gebiet des o. g. Bewässerungsverbandes Pütz, das im Jahr 2025 starten wird (siehe Exkurs „Effizientes Bewässerungsmanagement“).

### Exkurs: EIP-Projekt Nursery Stock Growing Support System, Projektpartner: LWK Nordrhein-Westfalen, Universität Wageningen

Im Mittelpunkt des Projektes steht ein Bodenfeuchtesensorsystem, das aus einem Funksensorknoten namens „Firefly“ und einer angeschlossenen Bodenfeuchte-sonde namens „Poseidon“ besteht. In einem Zeitintervall von fünf Minuten werden sowohl die Bodenparameter (Bodenfeuchte, Salzgehalt und Bodentemperatur) als auch die Luftparameter (Lufttemperatur, Luftfeuchte, barometrischer Luftdruck) gemessen. Die Messdaten werden via Funktechnik und somit drahtlos vom Sensor zum Gateway versendet. Von dort aus werden die Daten in die Cloud hochgeladen, sodass der Praktiker immer und von überall aus einen Überblick über die kulturführungsrelevanten Parameter erhält.

Im Rahmen des Projektes wurde das Sensorsystem entwickelt und sowohl unter Labor- als auch unter Praxisbedingungen getestet. Auf diese Weise konnte das Sensorsystem im Projektverlauf stetig weiterentwickelt und maximal an die Bedürfnisse der Praxis angepasst werden. Zudem wurde wertvolle Erfahrung im Umgang mit der Sensortechnik wie auch den Messdaten gesammelt. Diese Erfahrungen können in Form von Handlungsempfehlungen an die Praxis weitergegeben werden.

Das Sensorsystem entlastet den Kulturführenden, indem automatische Benachrichtigungen versendet werden, sobald z. B. die Bodenfeuchte unter einen individuell definierten kritischen Schwellenwert fällt. Neben der Arbeitserleichterung kommt das Produktionsrisikominimierende Wirkung zum Tragen und es wird ermöglicht, bedarfsgerechter zu bewässern.

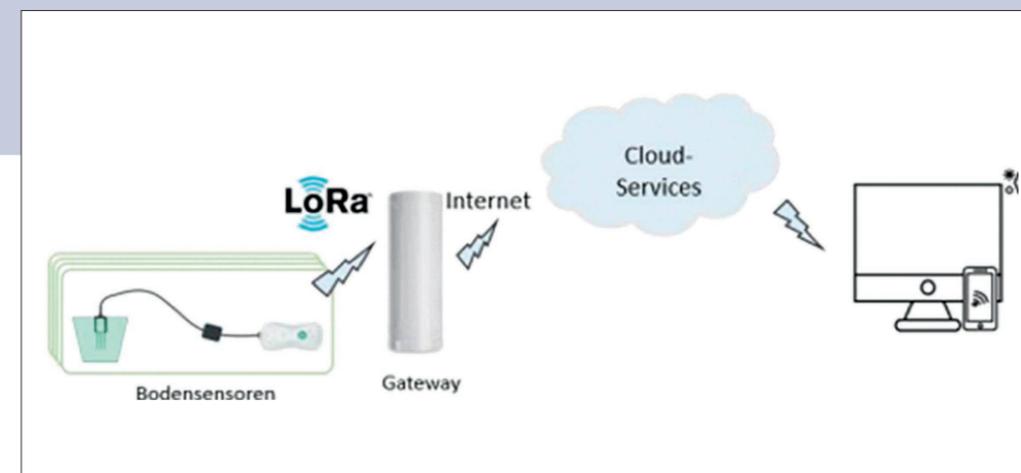


Abbildung 17: Darstellung des Sensornetzwerks und des Datenflusses (Quelle: Tiede-Arlt, LWK).

**Exkurs:****EIP-Projekt Effizientes Bewässerungsmanagement EffIM, Projektpartner LWK NRW, Bewässerungsverband Pütz**

Im Projekt werden zunächst an ausgewählten Positionen im Gebiet des Bewässerungsverbandes Wetterstationen sowie ein Niederschlagsmessnetz installiert, um Informationen über lokale Wetterunterschiede zu erhalten. An diesen Stationen wird Bodensensorik in repräsentativen Referenzparzellen verbaut, um vor allem die Bodenfeuchte kontinuierlich zu bestimmen. Die gemessenen Bodenfeuchte-, Wetter- und Wetterprognosedaten gehen in ein EDV-gestütztes Bodenwassermodell (z. B. AquaCrop der FAO) zur Bestimmung der aktuellen und zu erwartenden Bodenfeuchte aller Flächen im Verbandsgebiet ein. Das Modell wird an die Boden- und Standortverhältnisse angepasst und mit Hilfe „mobiler“ Sensorik validiert und kalibriert. Aus den Modellergebnissen werden Empfehlungen für optimale, kulturspezifische Bewässerungszeitpunkte und -mengen abgeleitet. Die Arbeiten werden von einer Arbeitsgruppe im Forschungszentrum Jülich unterstützt, die über umfangreiche und einschlägige Erfahrungen aus den Forschungs- und Innovationsprojekten ADAPTER, TERENO und WATERAGRI verfügt.

Die bestehenden Unterschiede bezüglich Wassereffizienz und -verteilgenauigkeit sowie Energie-, Arbeitszeit- und Kapitalbedarf sind bei den Bewässerungssystemen wie mobilen Beregnungsmaschinen mit Großflächenregner oder Düsenwagen, Großflächenbewässerungstechnik sowie Tröpfchenbewässerung kultur- und standortspezifisch zu bewerten. Um Erkenntnisse und Erfahrungen zu verschiedenen Bewässerungssystemen bei den im Verband angebauten Kulturen zu sammeln, werden im Rahmen von Versuchen praxisrelevante Varianten angelegt und vergleichend getestet. Bei den Versuchen werden die Wassermengen unter Berücksichtigung der Speicherfähigkeit der Böden erfasst sowie die Querverteilung der Bewässerungsgaben überprüft.

Da sich mit Hilfe der Bewässerung die Kulturbestände kontrollierter führen lassen, weisen bewässerte Bestände *ceteris paribus* in der Regel eine höhere Nährstoffeffizienz, vor allem beim Stickstoff, auf. Die Nährstoffflüsse werden begleitend untersucht, z. B. mit Hilfe von Nmin-Beprobungen.

Darüber hinaus wird im Projekt ein kooperatives Anbau- und Bewässerungskonzept erarbeitet. Aktuell umfasst das Anbauportfolio im Wesentlichen Kartoffeln, Zwiebeln und Möhren, die auf diesem Standort bis vor den häufigen Dürrephasen nur teilweise beregnungswürdig waren, sowie Zuckerrüben, Getreide, Mais, Öl- und Eiweißpflanzen. Nach Fertigstellung der Bewässerungsanlage bestehen die Voraussetzungen, das Anbauspektrum mittel- bis langfristig zu Gunsten von Sonderkulturen mit höherer Wertschöpfung zu verschieben und zu erweitern, die in der Regel eine höhere Beregnungswürdigkeit aufweisen. Um die dafür erforderliche kooperative Anbau- und Bewässerungsplanung der im Verband organisierten Betriebe zu unterstützen, wird ein EDV-gestütztes Entscheidungshilfesystem entwickelt. Das System ermittelt eine optimale Anbaustruktur unter Berücksichtigung einzuhaltender Bedingungen, insbesondere der Nichtüberschreitung der für die Bewässerung genehmigten Grundwasserentnahme, der technisch bereitstellbaren Wassermengen je Bewässerungsstrang sowie ackerbaulicher und produktionstechnischer Erfordernisse.

Das Ergebnis dient allen beteiligten Betrieben als nachvollziehbare Grundlage, um die vorgeschlagene Anbauplanung umzusetzen oder ggfs. die Bewässerungs- und Produktionstechnik mit Blick auf eine Steigerung der Wassereffizienz weiterzuentwickeln.

## 6 Rahmenbedingungen verbessern

Wie eingangs dargestellt, verfügen derzeit lediglich etwa 7,8 % der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Betriebe in Nordrhein-Westfalen über technische Möglichkeiten zur Bewässerung und könnten damit maximal etwa 6,2 % der Fläche bewässern. Folgt man den verschiedenen Prognosen zur Entwicklung des Bewässerungsbedarfs, werden mittel- bis langfristig landesweit ein großer Teil der Betriebe und hohe Anteile der Landwirtschaftsflächen auf Zusatzbewässerung angewiesen sein, ausgenommen ggfs. Teile der Eifel, des Bergischen Landes und des Sauerlandes.

Losgelöst von der Frage, ob und wie die erforderlichen Wassermengen ggfs. bereitgestellt werden können, ergeben sich hieraus vielfältige Anforderungen. Neben dem Ausbau der technischen Infrastrukturen zur Bewässerung (Brunnen, Leitungen, Speicher, Bewässerungstechnik, Wetterstationen, Sensoren ...) muss das Know-how der Betriebe und auch der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Beratung einschließlich des Versuchswesens rund um die Bewässerung und das Wassermanagement in Nordrhein-Westfalen in den kommenden Jahren kontinuierlich aufgebaut werden. Grundlagenwissen muss bereits im landwirtschaftlichen Schulwesen wie auch an Hochschulen und Universitäten vermittelt werden. Auch in den Wasserbehörden gilt es, dem landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Wassermanagement verstärkt Aufmerksamkeit zu schenken und die dazu notwendigen Kapazitäten und Informationsgrundlagen zu schaffen.

Mit Priorität muss das Thema Wassereffizienz näher an die landwirtschaftliche und gartenbauliche Praxis gebracht werden. Als Hebel können hier sowohl praxisnahe Forschung als auch Beratung wie auch ein niedrigschwelliger Wissenstransfer dienen.



## 7 Ziele und Maßnahmen des MLV

Vor dem Hintergrund der in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Sachlage verfolgt das MLV mit Blick auf das Wassermanagement in Landwirtschaft und Gartenbau folgende Ziele:

- Ausbau von einzelbetrieblichen und überbetrieblichen Bewässerungsmöglichkeiten
- Etablierung weiterer Bewässerungsverbände
- Kontinuierliche Verbesserung der Wassernutzungseffizienz bei der Bewässerung
- Aufbau von Versuchs- und Beratungskapazitäten zur Bewässerung
- Verringerung von Oberflächenabfluss und Erosion auf Ackerflächen
- Steigerung der Wasserspeicherung und Grundwasserinfiltration in der Fläche
- Nutzung geeigneter Möglichkeiten zur Wasserwiederverwendung

### Maßnahmen

Der Zukunftsvertrag für Nordrhein-Westfalen 2022–2027 von CDU und Grünen kündigt u. a. an: „Wir werden die Landwirtschaft mit Blick auf wassersparende Beregnungsmethoden beraten und fördern. (...) Beratung und Forschung zu innovativen wassersparenden Bewässerungsverfahren im Garten- und Ackerbau werden wir stärken und fördern.“

Im Bereich der Forschung konnten bereits die beiden o. g. EIP-Projekte gefördert werden – ob weitere Projekte im nächsten EIP-Call hinzukommen, bleibt abzuwarten. Im Bereich der angewandten Forschung steht darüber hinaus auch die Förderung des Ministeriums für Landwirtschaft und Verbraucherschutz zur „umweltverträglichen und standortgerechten Landwirtschaft“ (USL) zur Verfügung.

Zur Umsetzung der o. g. Ziele und der Aufträge des Koalitionsvertrages werden weiterhin die folgenden Maßnahmen ergriffen:

#### 7.1 Sicherung der Förderung einzelbetrieblicher und überbetrieblicher Bewässerungsinvestitionen im Rahmen der „Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz“ (GAK) und der Gemeinsamen Marktordnung Obst und Gemüse

Bislang sind Maßnahmen zur Förderung überbetrieblicher Bewässerungsinvestitionen im Rahmen der GAK lediglich bis zum 31.12.2026 förderfähig. Hintergrund ist, dass derzeit nur wenige Bundesländer eine solche Förderung anbieten und der Bund sie daher grundsätzlich in Frage stellt. Mit Blick auf die erwarteten Folgen des Klimawandels wäre die Beendigung dieser Förderung ein völlig falsches Signal.

Das Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz wird sich nachdrücklich für den Erhalt dieses Fördergrundsatzes in der GAK einsetzen und die Förderung von Bewässerungsverbänden auf Landesebene fortsetzen.

Im Rahmen der einzelbetrieblichen Investitionsförderung (AFP) werden auch künftig Fördermaßnahmen ausschließlich für wassersparende Technik wie z. B. Düsenwagen oder Kreisregner, aber auch energiesparende Pumpen, Mess- und Steuerungsgeräte samt Computersteuerung angeboten.

Im Rahmen der Gemeinsamen Marktordnung Obst und Gemüse können bei anerkannten Erzeugerorganisationen für Obst und Gemüse Investitionen in Bewässerung unterstützt werden, sofern diese eine bestimmte und festzulegende Wassereinsparung erzielen. Es sind sowohl Investitionen in neue als auch bestehende Bewässerungsanlagen förderfähig. Die EU-Förderung beträgt 50 % der Investitionssumme, der Eigenanteil wird über den Betriebsfonds der jeweiligen Erzeugerorganisation finanziert. Die Investitionen können sowohl auf Einzelbetrieben als auch überbetrieblich gefördert werden. Bislang haben die Erzeugerorganisationen in Nordrhein-Westfalen hiervon keinen Gebrauch gemacht. Das Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz wird künftig für die Nutzung dieses Förderangebots werben, um hierdurch Mittel der ersten Säule der GAP auch für den Ausbau der Bewässerung zu nutzen.

#### 7.2 Etablierung eines Versuchswesens zur modellgestützten Optimierung der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Bewässerung

Die 2021 am Versuchsstandort Greven (Bodenart Esch) und 2022 am Versuchsstandort Nörvenich (Bodenart Löss) mit finanzieller Unterstützung durch das damalige Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Naturschutz und Verkehr angelegten Exaktversuche der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen zur Beregnung landwirtschaftlicher Kulturen werden im Jahr 2025 und darüber hinaus mit Finanzierung durch das Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz weitergeführt. Mit mobilen Messlanzen werden in den Versuchen die Bodenwassergehalte auf Parzellebene mindestens einmal wöchentlich gemessen und Vergleichsmessungen der Wasserspannungen mit Tensiometern durchgeführt. Die Niederschläge auf den Versuchsflächen werden durch Regenmesser erfasst. Diese Daten dienen als Grundlage für die Modellierung der Bodenwasserdynamik.

Ein Modell für eine EDV-gestützte Bewässerungsberatung wird weiterentwickelt und unter anderem auf der Basis der Ergebnisse der angelegten Beregnungsversuche kalibriert. Für den operativen Betrieb des Modells werden Klimadaten sowie kurz- und mittelfristige Wetterprognosen von entsprechenden Institutionen wie DWD oder meteosol aufbereitet.

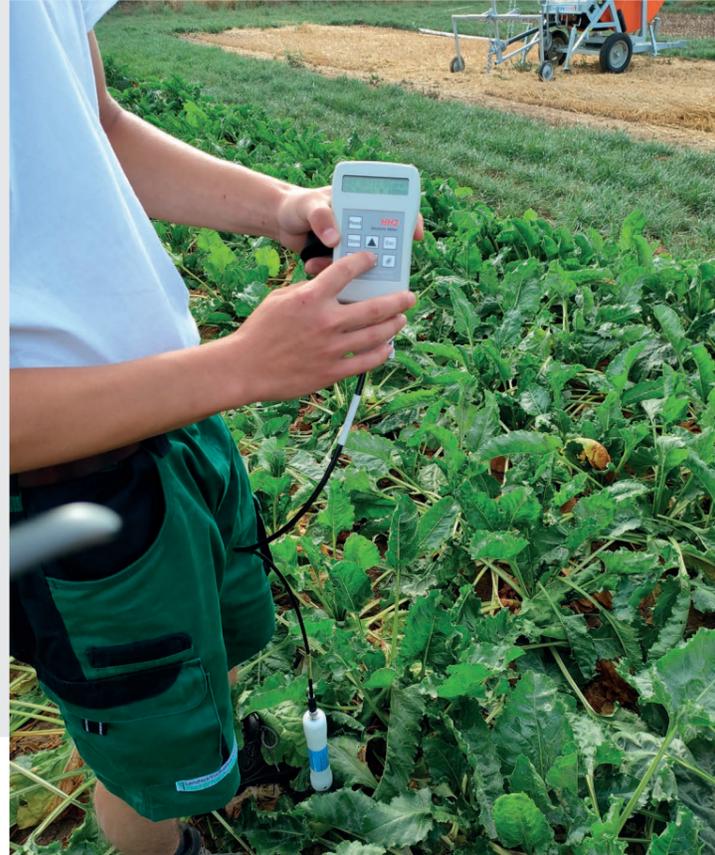


Abbildung 18:  
Bodenfeuchtemessung innerhalb eines  
Zuckerrübenackers zur Bestimmung  
des optimalen Bewässerungszeitpunkts  
(Quelle: LWK).

### 7.3 Etablierung von Demonstrationsversuchen zur effizienten Bewässerung in Nordrhein-Westfalen

Diese Versuchsreihe soll als Ziel die Etablierung von Praxisversuchen auf bewässernden Betrieben zur Steigerung der Bewässerungseffizienz haben. Dabei sollen die Produktionsbereiche Ackerbau und Feldgemüsebau im Fokus stehen. Berater der Landwirtschaftskammer betreuen die Praxisversuche vor Ort in den Schwerpunktregionen.

Teilflächen der Demonstrationsbetriebe werden technisch aufgerüstet. Eine bedarfsgerechte Bewässerung soll unter Einsatz von Sensornetzwerken und Bewässerungsassistenten angestrebt werden. Nach Möglichkeit sollen alle verfügbaren Daten (z. B. Klimadaten) mit einbezogen werden. Hierbei sollten auch vorhandene Assistenzsysteme auf ihre Eignung zum Einsatz in der Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen getestet werden. Die Durchführung soll aus dem bestehenden Personennetzwerk der LWK-Beratung gestaltet werden. Schließlich sollen auf den Demonstrationsbetrieben auch Workshop-Formate zum Wissenstransfer angeboten werden. Dabei könnten mögliche Fortbildungsbausteine zu den Themen bewässerungseffiziente Bodennutzung, Grundlagen der Wassereffizienz sowie Einsatz von (digitalen) Technologien in der Bewässerung angeboten werden.

### 7.4 Angebote zur einzelbetrieblichen Beratung

Im Rahmen der Beratungsrichtlinie Nordrhein-Westfalen gibt es seit Herbst 2024 ein Angebot zur Förderung der einzelbetrieblichen Beratung, u. a. zur Bewässerung und zur Steigerung der Wassereffizienz der Produktion (Modul 2 a, Acker-, Gemüse- und Obstbau).

### 7.5 Verbesserung der Datenlage und Schaffung von Vernetzungsstrukturen

Durch unzureichende Datengrundlagen bei den unteren Wasserbehörden lassen sich tatsächlich aus dem Grundwasser entnommene Mengen nur grob abschätzen. Hier gilt es mittelfristig, die Datenlage der Behörden abzusichern, um eine nachhaltige öffentliche Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen zu ermöglichen. Der Koalitionsvertrag 2022–2027 sieht dazu vor, die Wasserverfügbarkeit und die Wasserverbräuche zu ermitteln, die Grundwasserneubildung zu monitoren und ableitend daraus Nutzungs- und Zielkonflikte zu klären. Das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Naturschutz und Verkehr arbeitet an der Umsetzung dieses Auftrags.

Auf Seiten der Landwirtschaft und des Gartenbaus sollte geprüft werden, ob die Etablierung weiterer Bewässerungsverbände möglich und sinnvoll ist. Bei sich abzeichnenden regionalen oder lokalen Wassernutzungskonflikten sollten frühzeitig geeignete Gesprächsformate etabliert werden, in denen Konflikte im Bereich Bewässerung gelöst werden können.

## 8 Ausblick

Alle vorliegenden Forschungsergebnisse zu den erwarteten Folgen des Klimawandels in Nordrhein-Westfalen gehen in den kommenden Jahrzehnten von einem tendenziell stark steigenden Bewässerungsbedarf in Landwirtschaft und Gartenbau mit Schwerpunkt in den Regierungsbezirken Düsseldorf und Köln aus. Ob dieser Bedarf nachhaltig aus der Grundwasserneubildung gedeckt werden kann, kann derzeit nicht mit Sicherheit prognostiziert werden. Die Bewässerung in Nordrhein-Westfalen muss daher in den nächsten Jahren kontinuierlich ausgebaut und frühzeitig auf hohe Wassernutzungseffizienz ausgerichtet werden. Dazu bedarf es des Ausbaus von Forschung und Beratung sowie gezielter Förderung von Bewässerungsinfrastruktur und -technik. Zudem sind Anstrengungen zu unternehmen, durch verschiedenste produktionstechnische wie wasserbauliche Maßnahmen möglichst hohe Wassermengen in den Böden bzw. der Landschaft zu speichern und die Grundwasserinfiltration zu steigern. Auch die Wiederverwendung geeigneter Abwässer ist ergebnisoffen zu prüfen.

### Bildnachweise:

#### AdobeStock:

Titelseite: AMO / Seite 5: rsooll/ Seite 6: abu / Seite 7: Cachaco / Seite 10: Gundolf Renze / Seite 25: astrosystem

#### Unsplash:

Seite 4: Daren

Seite 8: Thünen working paper 85; 2017

Seite 9: Thünen Working Paper 85, Schimmelpfennig et. al

Seite 11: UBA 2020

Seite 12: Deumelandt et al. 2014

Seite 13: Zitat aus wissenschaftlicher Veröffentlichung, Thünen Working Paper

Seite 15: UNESCO

Seite 16: Kreis Viersen

Seite 18: UBA, Text 34/2016, Seite 42

Seite 20: Bellinghaus/LWK

Seite 21: Dr. Gömann/LWK NRW

Seite 22: LWK NRW

Seite 23: Bellinghausen/LWK

Seite 24: Abb.14/15, Keutmann/LWK

Seite 26: Brühne/MLV NRW

Seite 27: Tiede-Arlt, LWK Nordrhein-Westfalen

Seite 29: Kollath/LWK NRW

# Impressum

## Herausgeber

Ministerium für Landwirtschaft  
und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen

Stadttor 1, 40219 Düsseldorf  
Fon: +49 (0)211 3843-0  
Referat Öffentlichkeitsarbeit/Publikationen

## Fachredaktion

Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
des Landes Nordrhein-Westfalen, Referat II A.2



**Facebook:**

[facebook.com/MLV.NRW](https://www.facebook.com/MLV.NRW)



**Instagram:**

[instagram.com/mlvnrw](https://www.instagram.com/mlvnrw)



**X:**

[X.com/mlvnrw](https://x.com/mlvnrw)



**LinkedIn:**

<https://url.nrw/mlv.nrw>



**Website:**

[www.mlv.nrw.de](http://www.mlv.nrw.de)