ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of

ZBW Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Stupak, Nataliya et al.

Proceedings

Herausforderung Wasserverfügbarkeit und Anpassungsoptionen im Gartenbau: Tagungsband zur Tagung am 18./19.06.2024 in Berlin

Thünen Working Paper, No. 269

Provided in Cooperation with:
Johann Heinrich von Thünen Institute, Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries

Suggested Citation: Stupak, Nataliya et al. (2025) : Herausforderung Wasserverfügbarkeit und Anpassungsoptionen im Gartenbau: Tagungsband zur Tagung am 18./19.06.2024 in Berlin, Thünen Working Paper, No. 269, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, https://doi.org/10.3220/253-2025-45

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/317770

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

Herausforderung Wasserverfügbarkeit und Anpassungsoptionen im Gartenbau

Tagungsband zur Tagung am 18./19.06.2024 in Berlin

Nataliya Stupak, Lea Augustin, Thomas Baumann, Stefan Broda, Fabio Manuele Busciacco, Niklas Ebers, Ekkehard Fricke, Cathleen Frühauf, Janosch Grauthoff, Susanne Gronimus, Daniel Heßdörfer, Felix Klickermann, Ulrich Ostermann, Samantha Rubo, Mareike Söder, Sebastian Weinheimer, Jana Zinkernagel

Thünen Working Paper 269

Lea Augustin und **Prof. Dr. Thomas Baumann**
Technische Universität München, Lehrstuhl für Hydrogeologie

Dr. Stefan Broda
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Fabio Manuele Busciacco
Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg

Ekkehard Fricke
Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Dr. Cathleen Frühauf
Deutscher Wetterdienst (DWD), Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung

Janosch Grauthoff
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Susanne Gronimus
Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz
Landesverband der Wasser- und Bodenverbände Rheinland-Pfalz

Dr. Daniel Heßdörfer
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau

Felix Klickermann
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig

Ulrich Ostermann
Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände Uelzen, Niedersachsen

Dr. Nataliya Stupak, **Mareike Söder** und **Niklas Ebers**
Thünen-Institut, Stabsstelle Klima, Boden, Biodiversität

Dr. Sebastian Weinheimer
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz

Prof. Dr. Jana Zinkernagel und **Samantha Rubo**
Hochschule Geisenheim University

Thünen Working Paper 269

Braunschweig/Germany, Mai 2025

Vorwort

Die Veränderung der Wasserverfügbarkeit infolge der fortschreitenden Klimakrise stellt neue Herausforderungen an den Pflanzenbau. Zunehmende Häufigkeit und Intensität von Extremwetterlagen wie Hitze, Trockenheit und Spätfrost erhöhen den Wasser- und Bewässerungsbedarf im Pflanzenbau und verschärfen die Interessenkonflikte um begrenzte Ressourcen mit anderen wassernutzenden Sektoren. Insbesondere im Gartenbau sind ausreichende Bewässerungsmöglichkeiten notwendig, um bei Trockenheit einen Totalausfall der Ernte zu vermeiden.

Diese Herausforderungen und mögliche Lösungen wurden im Rahmen der Tagung „Herausforderung Wasserverfügbarkeit und Anpassungsoptionen im Gartenbau“ am 18.-19 Juni 2024 am Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) adressiert. Die Tagung wurde gemeinsam durch das BMEL und das Thünen-Institut – Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei organisiert und hatte das Ziel, die Teilnehmenden aus Politik, Verwaltung, Praxis und Wissenschaft über den aktuellen Stand des Wissens zur Wasserverfügbarkeit für den Gartenbau zu informieren und gemeinsam die Perspektiven eines zukunftsfesten Wassermanagements für die Branche zu diskutieren.

Im Rahmen der Tagung wurden insgesamt 14 Vorträge gehalten, die zum einen die Perspektive der Praxis auf einen möglichen Wassermangel, wissenschaftliche Erkenntnisse zur Entwicklung des Wasserdargebots sowie die politischen Reaktionen auf die Herausforderungen des Wassermanagements darstellten. Zum anderen wurden Impulse für mögliche Lösungen zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit für die gartenbauliche Produktion gegeben. Diese umfassen unterschiedliche Ansätze zur Wasserspeicherung und effizienten Wassernutzung bei der Bewässerung. Die rechtlichen Instrumente, die Fördermöglichkeiten sowie die Organisation des Wassermanagements und die Rolle von Wasser- und Bodenverbänden wurden ebenfalls thematisiert und diskutiert.

Dieser Band zu Tagung „Herausforderung Wasserverfügbarkeit und Anpassungsoptionen im Gartenbau“ fasst in vier Kapiteln die Beiträge der Referentinnen und Referenten kurz zusammen. Die Gliederung des Tagungsbands entspricht der Struktur der Veranstaltung. Die Einleitungen zu den einzelnen Kapiteln geben die Hauptpunkte der Diskussion zu den jeweiligen Themencluster im Rahmen der Tagung wieder. Das abschließende Diskussionskapitel fasst die Kernaussagen der Vorträge und Diskussionen zusammen und leitet Empfehlungen und Forderungen an die Wasser- und Agrarpolitik ab.

Wir danken allen Referentinnen und Referenten sowie Teilnehmerinnen und Teilnehmern für ihre Beiträge während der Tagung und für diesen Tagungsband und hoffen damit weitere lösungsorientierte Fachdiskussion zum Thema Wassermanagement in Landwirtschaft und Gartenbau anzuregen. Wir danken außerdem dem BMEL für die gemeinsame Organisation der Tagung sowie an das Konferenz- und Tagungsmanagement-Team der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung für die Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung des Events.

Dr. Thomas Schmidt
Leiter des Referats 716 "Gartenbau, Landschaftsbau", Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Bernhard Osterburg
Leiter der Stabsstelle Klima, Boden, Biodiversität, Thünen-Institut

Zusammenfassung

Der Erhalt und Ausbau der Gemüse- und Obstproduktion in Deutschland ist ein wichtiger Bestandteil zur Stärkung einer pflanzenbetonten Ernährung. Der Gartenbau ist stark von einer ausreichenden Wasserversorgung der Kulturen abhängig. Infolge der fortschreitenden Klimakrise verändert sich die Wasserverfügbarkeit und kann die Möglichkeiten zur Bewässerung verschlechtern. Diese Herausforderungen und mögliche Lösungen wurden im Rahmen der Tagung „Herausforderung Wasserverfügbarkeit und Anpassungsoptionen im Gartenbau“ am 18.-19 Juni 2024 am Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) adressiert. Die Tagung wurde gemeinsam durch das BMEL und das Thünen-Institut – Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei organisiert und hatte das Ziel, die Teilnehmenden aus Politik, Verwaltung, Praxis und Wissenschaft über den aktuellen Stand des Wissens zur Wasserverfügbarkeit für den Gartenbau zu informieren und gemeinsam die Perspektiven eines zukunftsfesten Wassermanagements für die Branche zu diskutieren.

Im Rahmen der Tagung wurden insgesamt 14 Vorträge gehalten, die zum einen die Perspektive der Praxis auf einen möglichen Wassermangel, wissenschaftliche Erkenntnisse zur Entwicklung des Wasserdargebots sowie die politische Antwort auf die Herausforderungen des Wassermanagements darstellten. Zum anderen wurden Impulse für mögliche Lösungen zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit für die gartenbauliche Produktion gegeben. Diese umfassen unterschiedliche Ansätze zur Wasserspeicherung und effizienten Wassernutzung bei der Bewässerung. Die rechtlichen Instrumente, die Fördermöglichkeiten sowie die Organisation des Wassermanagements und die Rolle von Wasser- und Bodenverbänden wurden ebenfalls thematisiert und diskutiert.

Deutschlandweite Analysen zur zukünftigen Entwicklung des Wasserbedarfs im Gartenbau liegen nicht vor. Aufgrund der Klimaveränderung wird aber mit einer Zunahme des Bedarfs, einer Abnahme der Verfügbarkeit aus Grundwasserquellen und Oberflächenwasser im Sommerhalbjahr und in der Folge mit steigenden Interessenskonflikten um begrenzte Wasserressourcen gerechnet. Die Nationale Wasserstrategie der Bundesregierung adressiert durch mehrere Aktionen des Aktionsprogramms die saisonalen und regionalen Wasserknappheiten und Wassernutzungskonkurrenzen.

Die Vorträge und Diskussionen haben verdeutlicht, dass die Interessen des Gartenbaus bei der Entwicklung von regionalen, sektorübergreifenden Wassernutzungskonzepten berücksichtigt werden sollten. Dafür besteht ein hoher Informationsbedarf hinsichtlich regionaler Wasserverfügbarkeit, aktueller Wassernutzung und des zukünftigen Bewässerungsbedarfs. Dabei wurde auch deutlich, dass allein über die Verbesserung der Bewässerungseffizienz aufgrund drohender Qualitätseinbußen eine Lösung zukünftiger Wasserbedarfe im Gartenbau nicht möglich ist. Dies sollte beim Design zukünftiger Förderungen von Bewässerungsinfrastruktur berücksichtigt werden. Dennoch gibt es Potentiale für die Steigerung der Wassernutzungseffizienz, etwa durch die Anpassung des Bewässerungsregimes sowie die Ansätze zur effizienten Bewässerungssteuerung. Dies bedarf allerdings einer entsprechenden Digitalisierung und einer Qualifizierung der Betriebsleiterinnen und -leiter, welche bislang in der Regel nicht über Förderungen abgedeckt sind.

Zur Erhöhung der für die Bewässerung verfügbaren Wasserressourcen über die Wasserspeicherung, etwa in Grundwasserkörpern oder kleinräumigen oberirdischen Wasserspeichern, aber auch der Wasseraufbereitung, wurde auf der Tagung weiterer Forschungsbedarf identifiziert. Es wurden Wünsche hinsichtlich eines klaren Rechtsrahmens und zum Abbau von bürokratischen Hemmnissen bei der praktischen Umsetzung von Wasserspeichermaßnahmen formuliert. Vertreter der Gartenbaubranche haben sich außerdem gegen pauschale Verbote oder Priorisierungen bestimmter Maßnahmen oder Wasserquellen ausgesprochen, um standortspezifische Lösungen und die Ausschöpfung von Synergien zwischen Maßnahmen zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit und dem Hochwasserschutz, Energieerzeugung, Naturschutz bestmöglich nutzen zu können.

Auch für die Wasserbehörden, welche für die wasserrechtlichen Genehmigungen sowie die Kontrolle der Wassernutzung zuständig sind, stellen die zunehmenden Anforderungen an das regionale Wassermanagement

und neue technische Lösungen zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit neue Herausforderungen an Management und Personalbedarf dar. Die Umsetzung von technischen Lösungen ist mit einem hohen Investitionsbedarf und wesentlichen Transaktionskosten verbunden. Um diese zu reduzieren, ist die Organisation gartenbaulicher Betriebe in Interessensgemeinschaften oder Wasser- und Bodenverbänden sinnvoll. Dies ist aber aufgrund des hohen Aufwands noch nicht in allen relevanten Regionen erfolgreich umgesetzt. In einigen Bundesländern sind Verbandstrukturen die erforderliche Organisationsform, um Förderung beantragen und erhalten zu können. Die Förderlandschaft für die Finanzierung der Bewässerungs- und Wasserspeicherungsprojekte unterscheidet sich stark zwischen den Bundesländern. Von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern wurde ein klarer Bedarf an einem Austausch zu den Erfahrungen und Erkenntnissen von langfristig erfolgreichen Verbänden formuliert.

Außerdem formuliert wurde der Bedarf, bei der Umsetzung und Weiterentwicklung unterschiedlicher, politischer Strategien auf Konsistenz und bestenfalls Komplementarität der angestrebten Ziele und Maßnahmen zu achten. Dabei sollten auch die Implikationen der Ziele und Maßnahmen für andere, nicht direkt adressierte Sektoren in der Planung berücksichtigt und Potentiale für Synergien genutzt werden.

JEL: Q15, Q25, Q28, Q32, Q34, Q38, Q54

Schlüsselwörter: Gartenbau, Klimawandel, Wasserverfügbarkeit, Anpassungsmaßnahmen, Bewässerung, Wasserspeicherung, Förderung, Organisationsstrukturen

Summary

The maintenance and expansion of vegetables and fruit production in Germany is of high importance for enabling plant-based diets. Horticulture is characterised by high reliance on water resources. Water availability has been changing due to climate crisis with negative implications for irrigation. These challenges but also available and possible solutions were the focus of the conference “Water availability challenge and adaptation options in horticulture” which took place on 18-19 June 2024 at the German Federal Ministry of Food and Agriculture. The conference was organised jointly by the federal ministry and the Thünen Institute – Federal Research Institute for Rural Areas, Forestry and Fisheries. Its objective was to inform the policy makers, the representatives of public administrations, practice and science about the current state of knowledge regarding water availability and its future development, and to discuss jointly the prospects of viable water management for horticultural sector.

The conference included 14 contributions which on one hand presented the perspective of the praxis on possible water shortage, the scientific insights as to the development of the availability of water from different sources, and the policy instruments to meet the water management challenges. On the other hand, the impetus to possible solutions for increasing water availability for horticultural production were given. These cover various approaches to water storage and increasing water-use efficiency of irrigation. Legal instruments, funding opportunities as well as organisation of water management and the role of producers’ associations were also important subjects of discussion.

German-wide analysis of future development of horticultural water needs is not yet available. However, considering the observed direction of climate change, the increase in water demand and at the same time the decrease in availability of ground and surface water is to be expected in the summer period. Respectively, the conflicts of interest about limited water resources are likely to intensify. The National Water Strategy addresses seasonal and regional water shortages and water-based conflicts in its program of action.

The contributions to and discussions within the conference stressed the need to consider the water-related interests of horticulture when developing regional cross-sectoral water management concepts, but also pointed out the information requirements regarding regional water availability, actual water uses and future developments of water demand. It became clear that improvement of irrigation efficiency is alone not sufficient to cover the future water demands of German horticulture. This should also be considered when designing funding concepts for irrigation infrastructure. Nevertheless, there is potential for enhancement of water use efficiency of irrigation inter alia by adjusting irrigation regime and by means of different irrigation scheduling approaches and irrigation control systems. The implementation of the latter requires appropriate level of farms’ digitalisation and qualification of farm managers, which are usually not covered by funding programs.

The increase of water availability for irrigation by means of water storage either in aquifers or in surface water reservoirs and turning to the application of treated wastewater requires further research, as was identified at the conference. Furthermore, its participants formulated a number of requests regarding the improvement of the legal framework and reducing bureaucratic barriers towards practical implementation of water storage measures. The representatives of the horticultural sector made a clear statement against a blanket ban or prioritising of specific measures or water sources to be used. Instead, site-specific solutions and exploitation of synergies between measures aiming at increase of water availability for irrigation on one hand, and flood protection, generation of renewable energy and nature protection on the other hand are to be facilitated.

Advancing requirements regarding regional water management and technical solutions for increasing water availability represent a new challenge also for the lower water authorities which are responsible for issuing water extraction permissions and control of water use. For the horticultural farms the implementation of technical solutions implies significant investment and transaction costs. Farms’ organisation in water and soil associations or communities of interest may contribute to reduce these costs. Such organisational forms are however not present in all horticultural regions, in the first place because of high efforts needed for their foundation and maintenance. Water and soil associations are in several federal states the organisational form which is required

in order to apply for and receive state funding of irrigation and water storage infrastructure, although the respective funding programs may differ significantly among single federal states. The participants of the conference expressed a clear need to exchange the experiences and insights regarding the successfully operating water and soil associations.

Another request formulated within the conference concerns the need to ensure consistency and complementarity of objectives and measures when implementing or further developing different political strategies. In particular, the implications of strategic objectives and measures on other sectors than addressed in a particular strategy are to be considered, and the potential for synergies is to be exploited.

JEL: Q 15, Q 25, Q 28, Q 32, Q 34, Q 38, Q 54

Key words: Horticulture, climate change, water availability, adaptation measures, irrigation, water storage, state support, organisational forms

Inhaltsverzeichnis

Vorwort ii

Zusammenfassung iii

Summary v

Abkürzungsverzeichnis ix

1 Herausforderung Wasserverfügbarkeit und ihre zukünftige Entwicklung 1

1.1 Nationale Wasserstrategie der Bundesregierung und ihre Umsetzung aus der Perspektive der Landwirtschaft und des Gartenbaus
Nataliya Stupak 2

1.2 Wasserverfügbarkeit und ihre Auswirkungen auf den Pflanzenbau: Bericht aus der Praxis
Sebastian Weinheimer 3

1.3 Zukünftige Trends des Niederschlags und der Extremwetterereignisse
Cathleen Frühauf 4

1.4 Entwicklung der Grundwasserstände in Deutschland
Stefan Broda 5

2 Potenzial und Herausforderungen von Wasserspeicherung für Bewässerung 7

2.1 Grundwasseranreicherung zur Kopplung von Hochwasserschutz und Dürrevorsorge – Ergebnisse des Forschungsprojekts Smart-SWS
Thomas Baumann und Lea Augustin 8

2.2 Wasserspeicher als Option zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit für Bewässerung
Nataliya Stupak und Niklas Ebers 9

2.3 Klimawandelbedingte Herausforderungen für die Bewässerung - alternative Wasserquellen und Struktur von Wasserverbänden
Ulrich Ostermann 11

3 Wassersparende Anbaumethoden und Bewässerungstechnik 14

3.1 Vor- und Nachteile unterschiedlicher Bewässerungsansätze: Beweggründe für die betrieblichen Entscheidungen
Ekkehard Fricke 14

3.2 Ansätze der effizienten Bewässerungssteuerung im Gemüsebau
Jana Zinkernagel und Samantha Rubo 16

3.3 Nachhaltiges Bewässerungsmanagement im Weinbau
Daniel Heßdörfer 18

4 Rechtliche und Förderrechtliche Rahmenbedingungen 20

4.1 Die mengenmäßige Grundwasserbewirtschaftung durch untere Wasserbehörden: Empirische Bezüge
Felix Klickermann 21

4.2 Organisationsmöglichkeiten einer überbetrieblichen Wasserversorgung
Susanne Gronimus 23

4.3 Förderung überbetrieblicher Bewässerungs- und Wasserspeicherungsinfrastruktur in - Nordrhein-Westfalen
Janosch Grauthoff 24

4.4 Förderung Gemeinschaftlicher Bewässerungsinfrastruktur in Baden-Württemberg
Fabio Manuele Busciacco 26

5 Schlussfolgerungen 27

Abkürzungsverzeichnis

AFP	Agrarinvestitionsförderungsprogramm
ANN	Künstliche neuronale Netze (Engl.: *artificial neural network*)
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Landwirtschaft und Ernährung
Bspl.	Beispiel
DIN	Deutsches Institut für Normung
DSS	Entscheidungshilfesystem (Engl.: *decision support system*)
DWD	Deutscher Wetterdienst
ESK	Elbe-Seitenkanal
ET_0	Referenz-Evapotranspiration
GAK	Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes"
GIS	Geografisches Informationssystem
IoT	Internet der Dinge (Engl.: *Internet of Things*)
IPCC	Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (Engl.: *Intergovernmental Panel on Climate Change*)
IS	Bewässerungssteuerung (Engl.: *irrigation scheduling*)
K_c	Pflanzenkoeffizienten
KI	Künstliche Intelligenz
KWB	Klimatische Wasserbilanz
LWG	Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
MNQ	Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss
NRW	Nordrhein-Westfalen
NWS	Nationale Wasserstrategie
OWi-Verfahren	Ordnungswidrigkeitsverfahren
RCP	Repräsentativer Konzentrationspfad (Engl.: *Representative Concentration Pathway*)
uWB	Untere Wasserbehörde
VRI	Teilflächenspezifische Bewässerung (Engl.: *variable rate irrigation*)
WasG SH	Wassergesetz des Landes Schleswig-Holstein
WSN	Drahtlose Sensornetzwerke (Engl.: *wireless sensor network*)

1 Herausforderung Wasserverfügbarkeit und ihre zukünftige Entwicklung

Die Ernährungsstrategie der Bundesregierung[1] setzt den Fokus auf der Verstärkung der pflanzenbetonten Ernährung „mit einem hohen Anteil an möglichst unverarbeitetem saisonal-regionalem Gemüse und Obst, ballaststoffreichen Getreideprodukten und Hülsenfrüchten sowie Nüssen“. Dieses Ziel impliziert den Erhalt und Ausbau des Gemüse- und Obstbaus in Deutschland, der stark wasserabhängig ist, vor allem in den Sommermonaten. Die Produktion von regionalem Obst und Gemüse in Deutschland trägt auch dazu bei, das Problem der Wasserknappheit nicht einfach in andere Regionen zu verlagern, mit zum Teil noch größeren Wasserknappheiten.

Deutschlandweite Analysen zur zukünftigen Entwicklung des Wasserbedarfs im Gartenbau liegen nicht vor. Angesichts der erwarteten Klimaentwicklungen mit veränderten Niederschlagsmustern, längeren Trocken- und Hitzeperioden sowie einer steigenden Gefahr von Spätfrösten aufgrund eines früheren Vegetationsbeginns ist davon auszugehen, dass der Wasserbedarf im Gartenbau zumindest zeitweise zunehmen wird. Aufgrund der erwarteten negativen Änderungen von Grundwasserständen und der Verfügbarkeit von Oberflächenwasser im Sommerhalbjahr nehmen daher voraussichtlich auch die Interessenkonflikte um begrenzte Wasserressourcen zu. Der Gartenbau steht somit vor der Herausforderung, zur Ernährungssicherung und Ernährungswende beizutragen und gleichzeitig einen ausreichenden und sicheren Zugang zum Wasser aufrecht zu erhalten und ggf. auszubauen.

Die Nationale Wasserstrategie der Bundesregierung[2] adressiert durch mehrere Aktionen des Aktionsprogramms die saisonalen und regionalen Wasserknappheiten und Wassernutzungskonkurrenzen. Ihre Auswirkungen auf den Gartenbau hängen von der weiteren Konkretisierung und Umsetzung ab. Vor allem die Aktion 6 „Leitlinie für den Umgang mit Wasserknappheit entwickeln“, die den Orientierungsrahmen für regionale Priorisierungsentscheidungen in Bezug auf Wassernutzungen schaffen soll, erregt ein hohes Interesse, ist aber auch Anlass zur Sorge in der Gartenbaupraxis. Es wurde der Wunsch geäußert, dass die Interessen des Gartenbaus sowohl bei der Entwicklung der Leitlinien als auch bei den Entscheidungsprozessen auf regionaler und lokaler Ebenen berücksichtigt und die Vertreter des Sektors frühzeitig in die relevanten Prozesse miteinbezogen werden. Der Gartenbau dürfe bei den Priorisierungsentscheidungen nicht auf den letzten Platz der Prioritätenliste rücken. Die Priorisierungen sollten unter Berücksichtigung der regionalen Wasserverfügbarkeit und des Wasserbedarfs unterschiedlicher Sektoren erfolgen. In diesem Zusammenhang sollte die Verfügbarkeit der entsprechenden Daten auf Länder- und regionaler Ebene sowie für einzelne Sektoren verbessert werden.

Die Praxis betonte in der Diskussion, dass eine Verbesserung der Bewässerungseffizienz (siehe Kapitel 3) alleine nicht ausreichen wird, um den Wasserbedarf des Gartenbaus zu decken. Ohne ausreichende Wasserversorgung könne die Verlässlichkeit einzelner Betriebe als Vertragspartner sowie die für die Vermarktung erforderliche Qualität von Obst und Gemüse beeinträchtigt werden, was langfristig zu einem Rückgang des Gemüse- und Obstbaus in Deutschland und einer Verlagerung in andere Regionen Europas führen würde. Die Erfahrung aus der Praxis verdeutlicht, dass Ware mit geminderter Qualität in den meisten Fällen nicht vermarktbar ist, was auch zu steigenden Lebensmittelverlusten beitragen kann. Die Ernährungsstrategie der Bundesregierung fördert eine stärkere Wertschätzung von Lebensmitteln und setzt sich das Ziel, die Lebensmittelabfälle bis 2030 zu halbieren. Ein Überdenken der Vermarktungsanforderungen an die Qualität von Obst und Gemüse könnte zum effizienteren Wassereinsatz für die Bewässerung und zur Vermeidung von Lebensmittelverlusten beitragen. In der Diskussion

[1] BMEL (2024). Gutes Essen für Deutschland – Ernährungsstrategie der Bundesregierung ((Kabinettsbeschluss). Online verfügbar unter https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/ernaehrungsstrategie-kabinett.pdf?__blob=publicationFile&v=8.

[2] BMUV (2023). Nationale Wasserstrategie (Kabinettsbeschluss). Online verfügbar unter https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewaesser/BMUV_Wasserstrategie_bf.pdf.

wurde daher ein Dialog mit Vermarktern zur Entwicklung von Ansätzen zur Abnahme der Waren mit reduzierten Qualitäten gefordert. Auch die Bevölkerung müsse stärker für das Thema sensibilisiert werden.

1.1 Nationale Wasserstrategie der Bundesregierung und ihre Umsetzung aus der Perspektive der Landwirtschaft und des Gartenbaus [3]

Nataliya Stupak
Thünen-Institut, Stabsstelle Klima, Boden, Biodiversität

Die Nationale Wasserstrategie[4] wurde im März 2023 auf der Grundlage der Ergebnisse des Nationalen Wasserdialogs vom Kabinett beschlossen. Der Ausgangspunkt für den nationalen Wasserdialog war die Erkenntnis, dass Wasser nicht zu jeder Zeit in ausreichenden Mengen überall für alle Nutzungen zur Verfügung stehen wird. Entsprechend adressiert die Nationale Wasserstrategie (NWS) in ihren zehn strategischen Themen die Hauptherausforderungen, den Handlungsbedarf sowie die Lösungsansätze für eine nachhaltige Wasserwirtschaft. Insgesamt sind 78 Maßnahmen zu diesen strategischen Themen im Aktionsprogramm zur Nationalen Wasserstrategie aufgelistet. Mehrere Aktionen der Nationalen Wasserstrategie haben direkten Bezug zur landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Produktion.

Die NWS-Aktionen 1, 2, 3 und 4 sehen vor, die Verfügbarkeit und Vergleichbarkeit von Daten zum Wasserdargebot und zur Wassernutzungen sowie die Prognosefähigkeit der Wasserhaushaltsanalysen zu verbessern. Zusammen mit anderen wassernutzenden Sektoren hat der Gartenbau die Aufgabe, zur Generierung der Daten insbesondere zu den tatsächlichen Wasserentnahmen aus unterschiedlichen Quellen sowie zur Entwicklung des Wasserbedarfs beizutragen. Die Erfüllung dieser Aufgabe bietet dem Sektor die Chance, die Grundlage für den Dialogprozess mit den Wasserbehörden und weiteren relevanten Akteuren zu schaffen. Diese ist von besonderer Relevanz für die Umsetzung von NWS-Aktionen 6 „Leitlinie für den Umgang mit Wasserknappheit entwickeln“ und 47 „Bundesweit einheitliche Leitlinien für regionale Wasserversorgungskonzepte erstellen“, welche die Entscheidungsprozesse und -grundsätze für die Wassernutzungen und ihre Priorisierungen bestimmen. Eine realistische Einschätzung des sektoralen Bewässerungsbedarf und der Folgen unzureichender Wasserverfügbarkeit für die Produktion von Gemüse und Obst sowie ihre klare Kommunikation sind unabdingbar, um die Entscheidungsträger für die Herausforderungen des Gartenbaus zu sensibilisieren und die Interessen und Ansprüche der Gartenbaubetriebe zu wahren.

Der Gartenbau kann von der Umsetzung der zuvor beschriebenen Aktionen auch profitieren: die Klarheit über die zukünftige Wasserverfügbarkeit für den Gartenbau ermöglicht und fördert die Erarbeitung von sektor- und betriebsspezifischen Anpassungsstrategien. Für diesen Zweck sollten die zukünftig notwendigen Daten nach Jahreszeiten, Wasserquellen und ggf. Wasserqualitäten differenziert werden. Eine solche Differenzierung von Informationen zum Wasserdargebot und ggf. zu den Wassernutzungen kann auch für die Umsetzung der NWS-Aktionen 5 „Wasserregister und Abbau von Ausnahmen von der Erlaubnispflicht bei Grundwasserentnahmen“ und 11 „Wasserentnahmeentgelte weiterentwickeln und bundesweit einführen“ sinnvoll sein, um durch rechtliche und ökonomische Instrumente den Zeitpunkt und die Quelle der Wasserentnahmen zu steuern. Da der Wasserbedarf im Gartenbau zeitversetzt von den ökologisch verträglichen Wasserentnahmen auftreten kann, können technische Lösungen zur Wasserspeicherung erforderlich sein, um den zeitlichen Abstand zwischen der Wasserverfügbarkeit und der Wasserverwendung zu überwinden.

---

[3] Auf der Tagung wurde die Nationale Wasserstrategie von Frau Dr. Ammermüller vom Bundesministerium für Umwelt und Verbraucherschutz vorgestellt. In diesem Kapitel geben wir eine Übersicht über die Strategie aus der Perspektive der Landwirtschaft und des Gartenbaus.

[4] BMUV (2023). Nationale Wasserstrategie (Kabinettsbeschluss). Online verfügbar unter https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewaesser/BMUV_Wasserstrategie_bf.pdf.

Naturbasierte Lösungen haben einen eindeutigen Vorrang im Aktionsprogramm der Nationalen Wasserstrategie. So stellt die NWS-Aktion 12 auch an die Landwirtschaft und den Gartenbau die Anforderung, zur Verbesserung des Bodenschutzes, des Bodenwasserhaushalts und der Grundwasserneubildung beizutragen. Indirekt können die landwirtschaftliche und gartenbauliche Produktion zukünftig auch von der Umsetzung der NWS-Aktionen 21 „Flächenbedarfe für Auenentwicklung und Gewässerentwicklungskorridore ermitteln und planerisch verankern“ und 23 „Maßnahmen zur Renaturierung, Bewahrung, ökologischen Aufwertung und Wiederanbindung von Auen“ betroffen sein, insbesondere in Bezug auf die Verfügbarkeit, Befahrbarkeit und die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen.

Technische Lösungen kommen vor allem in Frage, um den Wasserverbrauch zu senken und eine nachhaltige Wassermengennutzung zu sichern (NWS-Aktion 10). Einige Aspekte der Wasserspeicherung und des Wasserspeichermanagements sind in der NWS-Aktion 43 „Identifikation und Bewertung potenzieller Synergien des Hoch- und Niedrigwasserrisikomanagements insbesondere mit Blick auf Speichermanagement“ adressiert. Auch wenn der Fokus hier auf den größeren Wasserinfrastrukturen wie Talsperren zu liegen scheint, öffnet diese Aktion die Möglichkeit, auch die Umsetzung kleinräumiger Wasserspeicherung für die Bewässerung im Gartenbau zu berücksichtigen.

Die konkreten Implikationen der Nationalen Wasserstrategie für den Gartenbau und ihr Ausmaß wird durch die Ausrichtung bestimmt, welche die Umsetzung einzelner zuvor adressierten Aktionen einnimmt. Die Umsetzungsausrichtung hängt davon ab, ob eine bessere Vereinbarkeit unterschiedlicher politischer Ziele erreicht werden kann, und ob es dem Gartenbau gelingt, seine Interessen in Bezug auf den Wasserbedarf klar zu kommunizieren und zu wahren. Die Nationale Wasserstrategie stellt eine Verbindung zwischen Wassermanagement und Umwelt- und Naturschutz her. Auch die Kopplung zwischen der Wasserwirtschaft und Energieerzeugung ist im Abschnitt 6 des NWS-Aktionsplans vorgesehen. Bei der Umsetzung einzelner zuvor beschriebenen Aktionen sind auch weitere politische Strategien und Ziele zu berücksichtigen, u. a. die Ernährungsstrategie. Um zur Umsetzung der Nationalen Wasserstrategie beizutragen und davon auch profitieren zu können, sollten Landwirtschaft und Gartenbau frühzeitig in die Umsetzungsplanung für einzelne Aktionen einbezogen werden. Gleichzeit sollte die Praxis aber auch die Informationsgrundlagen zu eigenen Wassernutzungen, zu den Folgen des Wassermangels, zum Wasserbedarf sowie zu den bevorzugten Lösungen ausbauen und unterstützen, um in den Dialogprozess mit relevanten Akteuren treten zu können.

1.2 Wasserverfügbarkeit und ihre Auswirkungen auf den Pflanzenbau: Bericht aus der Praxis

Sebastian Weinheimer
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz

Gemüse bestehen überwiegend aus Wasser, je nach Art zwischen 75 und 95 %. Um die äußere Qualität und den Nährstoffgehalt sicherzustellen, ist die Bewässerung von Gemüsekulturen unverzichtbar. Infolge der sich ändernden Niederschlagmengen nimmt der Bewässerungsbedarf im Gemüsebau zu. Unzureichende Bewässerung führt zu Qualitätsmängeln und Vermarktungsproblemen, die zu erheblichen Ertragseinbußen der Betriebe führen können. Neben der Bewässerung zur Deckung des Wasserbedarfs ist Wasser für Düngung, Ausbringung der Pflanzenschutzmittel und das Waschen von Gemüse notwendig. Letzteres ist vor allem bei den Wurzelgemüsen und für ihre Vermarktung von großer Relevanz.

Die Südpfalz ist eine Region mit großem Anteil des Gemüseanbaus in Rheinland-Pfalz und bewässerter landwirtschaftlicher Fläche. Mit dem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 500-650 mm sind Obst, Gemüse, Kartoffeln, Zuckerrüben, Tabak sowie potenziell Körnermais und Wein ohne Zusatzwasser in der Region nicht kultivierbar bzw. erreichen die geforderten Qualitäten nicht zuverlässig. Aufgrund der sich ändernden Niederschlagmuster sind auch die Flusssysteme im Sommerhalbjahr zunehmend auf das Wasser aus Kläranlagen

angewiesen. Die Grundwasserneubildungsrate ist seit 2003 um 25% gesunken. Da Grundwasser bisher die Hauptquelle des Bewässerungswassers in der Region ist, nehmen die Interessenkonflikte um diese Ressource zu.

Die Ergebnisse unterschiedlicher Forschungsprojekte für die Region zeigen zum einen den zunehmenden Zusatzwasserbedarf für ausgewählte Gemüsekulturen [1] und zum anderen sinkende Grundwasserstände [2] auf. In diesem Kontext ist Anpassung des regionalen Gemüsebaus erforderlich. Diese findet in der Region bereits auf unterschiedlichen Ebenen statt. In Bezug auf die Anbaustrategien wird keine Zunahme der Gemüsefläche beobachtet. Der Gemüseanbau verschiebt sich zunehmend auf Gemarkungen in denen bislang noch nicht bzw. nur in einem kleinen Umfang bewässert wird. In der betreffenden Region steigt der Anteil von Ackerbaukulturen wieder an, die weniger auf Bewässerung angewiesen sind. Auch eine Reduktion der Sommeranbaufläche von Gemüse ist zu beobachten, um das Risiko des Wassermangels zu verringern.

Auf der politischen Ebene wurden verschiede Möglichkeiten zur Erhöhung von Wasserverfügbarkeit geprüft, u. a. Brunnengalerien, Anschluss der Betriebe an den bestehenden Wasser- und Bodenverband, Gründung eines eigenen Verbands, zentrale Wasserversorgung durch Entnahmen aus dem Rhein sowie Speicherung von Oberflächenwasser. Um das Monitoring des Wasserdargebots und der Wassernutzungen zu verbessern, wurde der Einsatz von Wasseruhren und Pegelmessungen verstärkt und zum Teil erstmalig angeordnet. Auf betrieblicher Ebene werden unterschiedliche Ansätze zur wassereffizienten Bewässerung erprobt, unter anderem Teilflächenbewässerung, Tropfbewässerung, satellitenunterstütze Planung vom Wassereinsatz, aber auch die Maßnahmen zur Minderung der Verdunstung wie Mulch-, Kulturnetz- und Vliesauflagen.

Die Hauptherausforderungen bei der Anpassung des Gartenbaus in der Südpfalz an den Klimawandel umfassen den weiter steigenden Zusatzwasserbedarf, das entsprechend zunehmende Konfliktpotenzial um Wasserressourcen, langwierige Entscheidungsprozesse, die der Umsetzung verschiedener Anpassungsstrategien im Wege stehen, steigende Kosten für Bewässerungstechnik sowie begrenzte Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten. Beim Ansatz des Wassers aus anderen Quellen als dem Grundwasser zu nutzen bleibt die Frage der Wasserqualität und ihrer Auswirkungen auf gartenbauliche Produkte offen.

Literatur

[1] Zinkernagel J., Schmidt N., Weinheimer S. (2014): Klimawandelbedingte Änderungen des Wasserbedarfs für den Gemüseanbau in der Vorderpfalz. Online verfügbar unter https://www.kwis-rlp.de/fileadmin/website/klimakompetenzzentrum/Klimawandelinformationssystem/Handlungsfelder/Landwirtschaft/Abschlussbericht_Gemuesebau_rlp.pdf.

[2] SGD Süd (2011): Nachhaltige landwirtschaftliche Bewässerung in der Südpfalz. Online verfügbar unter https://sgdsued.rlp.de/themen/wasserwirtschaft/landwirtschaftliche-bewaesserung/.

1.3 Zukünftige Trends des Niederschlags und der Extremwetterereignisse

Cathleen Frühauf
Deutscher Wetterdienst

Mit dem Klimawandel steigt die Temperatur und damit auch die Fähigkeit der Atmosphäre Feuchtigkeit aufzunehmen. Erwärmt sich die Atmosphäre z. B. um 1 °C, dann nimmt nach der Clausius-Clapeyron-Gleichung der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre um rund 7 % zu. Dies wird durch oberflächennähe Messungen der spezifischen Feuchte betätigt (IPCC, 2021). Befindet sich mehr Wasser in der Atmosphäre, so führt dies zu Veränderungen bei den beobachteten Niederschlagsmengen.

In Deutschland fallen im Mittel (1961-1990) 788,9 mm Niederschlag im Jahr. Seit 1881 hat diese Niederschlagsmenge um 64,7 mm zugenommen, wobei die stärkste Zunahme im Winter zu verzeichnen ist. Von Jahr zu Jahr variiert die Niederschlagsmenge in den einzelnen Jahreszeiten und im Jahr sehr stark. Im Frühjahr hat die Niederschlagsmenge seit 1881 leicht zugenommen (+12,4 mm), jedoch wird in den letzten Jahren immer häufiger eine Frühjahrstrockenheit beobachtet. Im Zeitraum zwischen Mitte März und Mitte Mai hat sich die

Anzahl an Tagen ohne Niederschlag deutlich erhöht. Die Sommerniederschläge haben in der Vergangenheit leicht abgenommen (-10,0 mm). Die Klimaprojektionsdaten zeigen für die Zukunft einen weiteren leichten Rückgang.

Für die Landwirtschaft führt der Rückgang von Niederschlägen in der Vegetationsperiode bei gleichzeitig steigenden Temperaturen zu großen Problemen. So ist das Trockenjahr 2018 außergewöhnlich gewesen, denn seit 1881 ist noch kein anderes Jahr beobachtet worden, das gleichzeitig so warm und so niederschlagsarm war. Hitzeperioden werde zukünftig häufiger auftreten, wobei die Andauer und die Intensität zunehmen werden.

Extreme Niederschläge sind schwer zu erfassen, denn durch Schauer und Gewitter auftretender konvektiver Starkregen ist oft kleinräumig und wird durch das Niederschlagsmessnetz nicht immer erfasst. Auswertungen der Radardaten seit 2001 zeigen folgendes Bild. Starkregenereignisse treten hauptsächlich zwischen Mai bis September auf und haben damit einen ausgeprägten Jahresgang. Die Variabilität zwischen einzelnen Jahren ist sehr hoch und in Hitzejahren werden viele Ereignisse beobachtet, wobei es sich dann meist um kleinräumige und kurze Schauer bzw. Gewitter handelt.

Man unterscheidet Starkregenereignisse nach verschiedene Dauerstufen. Diese reichen von einem Ereignis von 1 Stunde bis zu Dauerregen von bis zu 72 Stunden. Im Sommer überwiegen Starkregenereignisse mit kurzen Dauerstufen während im Winter eher längere Dauerstufen auftreten. Fast jeder Ort war in den zurückliegenden 23 Jahren von Starkregen betroffen. Kurze Starkregen treten somit überall auf, während Dauerregen besonders häufig in Gebirgsregionen beobachtet wird.

Zukünftig wird die Anzahl an Tagen mit Starkniederschlägen im Jahr zunehmen. Analysen der Klimaprojektionsdaten zeigen eine Zunahme an Tagen mit Niederschlagsmengen > 20 mm und > 30 mm, wobei die stärkste Zunahme für das Szenario RCP8.5 im Vergleich zu RCP2.6 erwartet wird. Gleichzeitig steigen die mittleren täglichen Niederschlagsmengen im Winter. Im Sommer ist mit einer Abnahme der mittleren täglichen Niederschlagsmengen zu rechnen.

Die Häufigkeit von Extremereignissen wird mit dem Klimawandel weiter zunehmen. So sind im Sommer Tagesniederschläge von 49 mm (99,9. Perzentil) früher nur alle 10 Jahre aufgetreten. Bis zum Ende des Jahrhunderts muss fast alle 5 Jahre mit so einem Ereignis gerechnet werden.

Literatur

IPCC AR6, 2021, WG1-Report, Kapitel 2 (Changing State of the Climate System). Online verfügbar unter https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-2/.

1.4 Entwicklung der Grundwasserstände in Deutschland

Stefan Broda
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserressourcen in Deutschland bis Ende des Jahrhunderts

Die langfristige Entwicklung der Grundwasserstände an 118 Standorten in ganz Deutschland wurde unter verschiedenen RCP-Szenarien (2.6, 4.5, 8.5) mithilfe von Methoden des maschinellen Lernens (hier Convolutional Neural Networks) berechnet. Bei der Betrachtung wurden zudem Einflussfaktoren wie Grundwasserentnahmen nicht berücksichtigt, sodass lediglich direkte Klimaeffekte modelliert wurden. Es wurde davon ausgegangen, dass sich das Systemverhalten nicht ändert. Die Ergebnisse zeigen eine klare Tendenz, insbesondere in Nord- und Ostdeutschland, vereinzelt auch in Süddeutschland, mit einem zu verzeichnenden Rückgang der Grundwasserstände bis zum Ende des Jahrhunderts unter RCP8.5 (im jährlichen Mittel bis zu 0,4 m, im jährlichen 2,5 % Quantil bis zu 0,7 m Abnahme). Die präsentierten Ergebnisse sind langfristige Durchschnittswerte. Dabei zeigen insbesondere aufeinanderfolgende trockene Jahre eine starke Wirkung und könnten zu extrem niedrigen Grundwasserständen führen. Dies geht einher mit verkürzten Feuchtperioden bzw. Grundwasserneubildungsphasen im Winterhalbjahr und verlängerten Trockenperioden im Sommerhalbjahr. Die

Szenarien RCP2.6 und RCP4.5 zeigen dagegen weniger signifikante Änderungen, jedoch sind auch hier in Teilen abnehmende Grundwasserstände zu verzeichnen.

Operationelles Webportal zu aktuellen und zukünftigen bundesweiten Grundwasserständen

Der operationell in Betrieb genommene Dienst GRUVO (gruvo.bgr.de) der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe bietet eine bundesweit einheitliche Darstellung vergangener, aktueller und zukünftiger Grundwasserstände. Auch hier kommen Methoden des maschinellen Lernens zum Einsatz. Die Prognosezeiträume für die Grundwasserstände erstrecken sich von der Kurzfristvorhersage (bis 3 Monate) über die Mittelfristprognose (10 Jahre) bis hin zur Langfristprojektion (bis 2100). Die zur Prognose genutzte Informationsbasis umfasst neben den Grundwasserstandsdaten aus den Messnetzen der zuständigen Landesbehörden (für flächendeckend über Deutschland verteilte Messstellen) auch Wetter- und Klimavorhersagen sowie Klimaprojektionen des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Die Informationen können für individuelle Messstellen, als Kartenansicht sowie aggregiert in Form eines Monatsberichts für alle Messstellen bundesweit und für die hydrogeologischen Großräume und Räume abgerufen werden. Die jeweiligen Grundwasserstände werden dabei basierend auf einem 30-jährigen Referenzzeitraum klassifiziert dargestellt.

Literatur

Heudorfer, B., Liesch, T., Broda, S. (2024): On the challenges of global entity-aware deep learning models for groundwater level predicition. - Hydrological Earth System Sciences, 28(3): 525-543; doi 10.5194/hess-28-525-2024.

Wunsch, A., Liesch, T. & Broda, S. (2022b): Deep learning shows declining groundwater levels in Germany until 2100 due to climate change. – Nature Communications 13, 1221; doi: 10.1038/s41467-022-28770-2.

Wunsch, A., Liesch, T. & Broda, S. (2021): Groundwater level forecasting with artificial neural networks: a comparison of long short-term memory (LSTM), convolutional neural networks (CNNs), and non-linear autoregressive networks with exogenous input (NARX). - Hydrological Earth System Sciences. 25: 1671-1687. doi: 10.5194/hess-25-1671-2021.

Wunsch, A., Liesch, T. & Broda, S. (2021): Feature-basiertes Clustering von Umweltzeitreihen mit Self-Organizing-Map-Ensembles. - In: Reussner, R.H., Koziolek, A. & Heinrich, R. (Hrsg.): Informatik 2020. Gesellschaft für Informatik, Bonn. (S. 1035-1041). doi: 10.18420/inf2020_98.

Wunsch, A., Liesch, T. & Broda, S. (2018): Forecasting Groundwater Levels using nonlinear Autoregressive Networks with exogenous Input (NARX). – Journal of Hydrology. 567: 743-758. doi: 10.1016/j.jhydrol.2018.01.045.

2 Potenzial und Herausforderungen von Wasserspeicherung für Bewässerung

Die im Fokus der Nationalen Wasserstrategie stehenden naturbasierten Lösungen zur Verbesserung des Wasserhaushalts benötigen einen längeren Zeitraum, um die gewünschten positiven Effekte zu erbringen. Kurzfristig sind auch technische Lösungen von Bedeutung, um den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen. Diese umfassen u. a. verschiedene Ansätze zur Wasserzwischenspeicherung, um eine zunehmend ungünstige jahreszeitliche Wasserverfügbarkeit auszugleichen. Auch die Verwendung des grauen Wassers – des Prozess- und gereinigten Abwassers – ist zu berücksichtigen.

Potentielle Maßnahmen zur Wasserzwischenspeicherung haben jeweils Vor- und Nachteile. Ihre Umsetzung hängt von der jeweils zuständigen Entscheidungsebene ab. Bei der Grundwasseranreicherung liegt die Umsetzungsentscheidung sowie die Entscheidungen bzgl. der Nutzung des gespeicherten Wassers auf der regionalen Ebene, im Fall einer kleinräumigen oberirdischen Wasserspeicherung sind einzelne gartenbauliche Betriebe oder ihre Verbände die Entscheidungsträger. Entsprechend verfügen unterschiedliche Akteure über die Eigentumsrechte am gespeicherten Wasser.

Der Rechtsrahmen für die Umsetzung von Wasserspeichermaßnahmen, aber auch zur Wiederverwendung von gereinigtem Prozesswasser und Abwasser, unterscheidet sich zwischen den Bundesländern und ist an vielen Stellen unklar. Es bedarf eines transparenten und möglichst einheitlichen Regelwerks als Grundlage für die Verwaltungen, um Erstprojekte mit Maßnahmen zur Erhöhung der regionalen Wasserverfügbarkeit zu ermöglichen und zu beschleunigen. Die Datengrundlage auf der regionalen Ebene sollte deutlich verbessert werden, um die Nachhaltigkeit der Genehmigungen für wasserbauliche Lösungen sicherzustellen.

Im Zusammenhang mit den innovativen Ansätzen zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit für den Gartenbau ist die Frage der Wasserqualität und ihrer zeitlichen Entwicklung von besonderer Relevanz in Bezug auf die Qualität, Sicherheit und Vermarktung von Gemüse und Obst. Auf diesem Gebiet besteht noch Forschungsbedarf.

Im Kontext der Umsetzung der Nationalen Wasserstrategie und der Fortschreibung der rechtlichen Rahmenbedingungen wurde von Teilnehmenden der Tagung gefordert, dass

(1) die Umsetzung von technischen Maßnahmen zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit im Gartenbau grundsätzlich ermöglicht wird

(2) keine pauschalen Verbote oder Priorisierungen bestimmter Maßnahmen oder Wasserquellen zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit vorgenommen werden. Das Potenzial, die Umsetzbarkeit und Auswirkungen einzelner Maßnahmen oder ihrer Kombinationen sollen standortspezifisch überprüft werden; keine der potenziellen Lösungen soll durch die rechtlichen Rahmenbedingungen praktisch unmöglich werden

(3) die Ausschöpfung von Synergien zwischen Maßnahmen zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit und Hochwasserschutz, Energieerzeugung, Naturschutz usw. soll möglich sein. Es soll die Vereinbarkeit der sektoralen politischen Ziele angestrebt werden. Bei der Weiterentwicklung des rechtlichen Rahmens für einen Sektor soll der potenzielle Beitrag zum Erreichen der Ziele anderer Sektoren mitberücksichtigt und ermöglicht werden.

Grundsätzlich sollen bestehende Fördermöglichkeiten (siehe Kapitel 4) überprüft oder neue Förderkonzepte entwickelt werden, um die Betriebe bei den größeren Infrastrukturprojekten zu unterstützen, insbesondere wenn diese neben betrieblicher Wasserbereitstellung zusätzliche öffentliche Güter – z. B. Hochwasserschutz oder einen Beitrag zur Energiewende – bereitstellen.

2.1 Grundwasseranreicherung zur Kopplung von Hochwasserschutz und Dürrevorsorge – Ergebnisse des Forschungsprojekts Smart-SWS

Thomas Baumann und Lea Augustin
Technische Universität München, Lehrstuhl für Hydrogeologie

Der Klimawandel verursacht bei gleichbleibenden oder für manche Gebiete sogar steigenden Niederschlagssummen eine Fokussierung der Niederschläge auf wenige, hochintensive Ereignisse. Während dieser Ereignisse kann der Boden den Niederschlag nicht mehr aufnehmen, besonders wenn, wie häufiger prognostiziert, das Ereignis auf längere Trockenzeiten folgt. Daraus ergibt sich in morphologisch anspruchsvolleren Gebieten ein erheblich erhöhter Oberflächenabfluss und eine massiv reduzierte Grundwasserneubildung. Die Überschwemmungsereignisse der letzten Jahre und die gleichzeitig ständig sinkenden Grundwasserstände sind ein eindrücklich dramatischer Beleg für diese Entwicklung. Sie zwingen dazu, Hochwasserschutz und Dürrevorsorge gemeinsam zu denken und umzusetzen.

Die Speicherung von Wasser in hoher Qualität und Quantität ist somit der Schlüssel für ein nachhaltiges Wassermanagement im Anthropozän. Das Vorhaben Smart-SWS (https://www.smart-sws.de), gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in der Fördermaßnahme WaX Wasser-Extremereignisse (https://www.bmbf-wax.de), geht mit der konsequenten Speicherung von Abflussspitzen und wilden Abflüssen in vorhandenen Grundwasserleitern, und der verzögerten und langfristigen Bereitstellung des gespeicherten Wassers in Trockenzeiten, deutlich über den Hochwasserschutz bei Extremereignissen (z. B. Flutpolder, Hochwasserrückhaltebecken) hinaus und verknüpft Hochwasser- und Dürremanagement. Es stellt für ländliche Gebiete und, indirekt über erhöhte Abflussspende der Flüsse, auch für städtische Gebiete einen Lösungsansatz zur Beherrschung vermehrt auftretender Dürreperioden dar. Das Konzept von Smart-SWS nutzt dabei vorhandene, technisch "aufrüstbare" Speichermöglichkeiten im geologischen Untergrund.

Aktuell haben dezentrale Maßnahmen zum Hochwasserschutz, mit Ausnahme von Speicherseen, kurzfristigen Charakter und orientieren sich am Zeitverlauf typischer Hochwasserereignisse. Das zurückgehaltene Wasser steht jedoch nicht für die weitere, langfristige und höherwertige Nutzung zur Verfügung. Während die ebenfalls lösungsrelevanten Speicherseen eine geeignete Morphologie voraussetzen und mit hohem Flächenverbrauch einhergehen, ergibt sich aus der GIS-Analyse für Speicher im Untergrund eine hohe Anzahl geeigneter Standorte [1]. Zudem bieten Speicher im Untergrund die Möglichkeit, die natürlichen Reinigungsprozesse im Grundwasserleiter (Wechselwirkungen mit der Gesteinsmatrix, Filtration, Abbau) zu nutzen, um die Qualität des regelkonform eingespeicherten Ereigniswassers weiter zu verbessern.

Die breite Etablierung von Untergrundspeichern kann nur gelingen, wenn die Auswirkungen des Speicherbetriebs auf den Grundwasserleiter in allen relevanten Bereichen verstanden und nachweisbar kontrolliert werden können. Die zeitliche Asymmetrie der Extremereignisse (Niederschlagsereignis: Stunden bis Tage; Speicherdauer: Wochen bis Monate) ist dabei eine große Herausforderung. Das Forschungsvorhaben verfolgt einen skalierten Ansatz, der vom technischen Konzeptmodell über die numerische Prognose des Betriebsverhaltens und der Auswirkungen, experimentelle Untersuchungen kritischer Systembestandteile und die experimentelle Umsetzung eines kleinskaligen Speichers hin zur technischen Planreife für einen leistungsfähigen großskaligen Untergrundspeicher führt. Parallel werden die rechtlichen, ökologischen und ökonomischen Randbedingungen bearbeitet, um Nutzungs- und Interessenkonflikte aufzulösen. Unter der Prämisse, dass eine Nutzung des Untergrundes Folgen haben wird, sollte der Nutzen durch multifunktionale Speicherung optimiert werden (z. B. Wasser + Energie). Hierfür werden im Projekt die grundsätzlichen Potenziale geklärt.

Die Ergebnisse der numerischen Modelle für die geplanten Standorte, die bereits durchgeführten Versuche an der Pilotanlage in Hüll (Hallertau, Inbetriebnahme November 2024) und die Auswertung des Hochwasserereignisses vom Mai/Juni 2024 lassen erkennen, dass ein signifikanter Anteil von Starkregenereignissen im Speichersystem zurückgehalten und damit für die Bewässerung verfügbar gemacht werden kann. Die Wasserqualität während der Hochwasserereignisse zeigte sich überraschend robust und entsprach, mit Ausnahme eines hohen Anteils an Schwebstoffen, dem anwendbaren Regelwerk. Die

Infiltrationsstrecken werden dennoch für einen Rückhalt möglicher Kontaminationen im Oberflächenwasser ausgerüstet. Zusätzlich wird durch eine GIS-basierte Risikoanalyse die intrinsische Wasserqualität des Einzugsgebietes dargestellt. Daraus können sich im Einzelfall, z. B. bei einer technisch nicht behebbaren, großräumigen Kontamination im Untergrund, Ausschlusskriterien für den Standort ergeben.

Das Co-Management von hydrologischen Extremereignissen ist ein wesentliches Element für eine rasche Adaption des Landschaftswasserhaushalts an die klimatischen Änderungen. Besonders aussichtsreich sind technisch aufgerüstete naturbasierte Systeme, die bei geringem Flächenverbrauch direkt den Grundwasserleiter stützen und damit eine effiziente Wasserspeicherung für den Spitzenbedarf ermöglichen.

Literatur

[1] Augustin, L.; Baumann, T.: Suitability Mapping for Subsurface Floodwater Storage Schemes. In: InterPore Journal 1 (2024).

2.2 Wasserspeicher als Option zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit für Bewässerung

Nataliya Stupak und Niklas Ebers
Thünen-Institut, Stabsstelle Klima, Boden, Biodiversität

Wasser ist neben dem Boden einer der wichtigsten Produktionsfaktoren im Gartenbau. Wassermangel wirkt sich negativ nicht nur auf die Ertragsmengen, sondern auch auf die Ertragsqualität aus. Der fortschreitende Klimawandel verändert zunehmend die Niederschlagmuster und damit die jahreszeitliche Wasserverfügbarkeit. Infolge des sinkenden Wasserdargebots im Sommerhalbjahr nimmt der Wasserbedarf im Pflanzenbau zu, das Risiko von Interessenkonflikten um Wasser steigt und die Wasserverfügbarkeit für die Bewässerung wird zunehmend unzuverlässiger.

Das Projekt LAWAMAD – Landwirtschaftliches Wassermanagement in Deutschland – untersucht das Potenzial der Zwischenspeicherung von Oberflächenwasser. Vor allem im niederschlagsintensiven Winterhalbjahr kann ein Wasserspeicher mit dem Niederschlag oder den Entnahmen aus Fließgewässern gefüllt werden, um das gespeicherte Wasser im Sommerhalbjahr für die Bewässerung zu verwenden. In dem durch Gartenbau geprägten Landschaftsausschnitt Südnpfalz (ca. 600 ha) wurde die Umsetzbarkeit eines lokalen und regionalen Wasserspeicherungskonzeptes überprüft. Das lokale Konzept sieht die Speicherung des Oberflächenabflusses, der bei Starkregen auf betriebseigenen Flächen entsteht, vor. Beim regionalen Konzept werden Wasserentnahmen aus den zwei Bächen (Fließgewässer II Ordnung), die die Region durchqueren, geprüft. Das überregionale Wasserkonzept mit Entnahmen aus den Fließgewässern I Ordnung wurde im Rahmen des Projektes nicht berücksichtigt. Dieses Konzept mit Entnahmen aus dem Rhein wäre potenziell umsetzbar und könnte für die Region genügend Bewässerungswasser für die Zwischenspeicherung liefern.

Das methodische Vorgehen besteht aus vier Schritten. Im ersten Schritt wurde der Bewässerungsbedarf für den ex-post Zeitraum 2000-2021 modelliert. Dieser betrug für alle im Landschaftsausschnitt angebauten Kulturen (26 % Ackerkulturen, 62 % Gemüse und 12 % Wein) minimal 90.000 m^3 Wasser pro Jahr, maximal 840.000 m^3/a und im Durchschnitt 410.000 m^3/a. Im zweiten Schritt wurde für den gleichen Zeitraum der Abfluss in den zwei Bächen für das regionale Wasserspeicherungskonzept und der Oberflächenabfluss für das lokale Wasserspeicherungskonzept modelliert. Der Abfluss in den Fließgewässern wurde für drei Szenarien modelliert mit Wasserentnahmen für die Speicherung (i) in den Monaten Dezember-Februar, (ii) in den Monaten November-März und (iii) über das ganze Jahr. Um die Aufrechterhaltung ökologischer Funktionen der Fließgewässer zu berücksichtigen, wurde als untere Grenze zur Beschränkung der Wasserentnahmen ein Mittlerer Niedrigwasser-Abfluss (MNQ) berücksichtigt. Die ermittelten potenziell entnehmbaren Mengen betragen im Durchschnitt jeweils (i) 1.000.000 m^3/a, (ii) 1.610.000 m^3/a und (iii) 3.600.000 m^3/a.

Bei der Modellierung des Oberflächenabflusses wurden zuerst die vier Teilflächen von insgesamt 22 ha identifiziert, die für die Abflussakkumulation aufgrund der Hangneigung (2-5%) und der Bodenart (Lehm) geeignet sind. Das speicherbare Abflussvolumen auf diesen Flächen beträgt maximal 16.100 m^3/a und im Durchschnitt 6.050 m^3/a. Die Speicherung dieser Wassermengen erfordert neben dem Hauptbecken auch ein Absetzbecken und einen Zulaufgraben.

Die hydrologischen Ergebnisse des LAWAMAD-Projektes zeigen auf, dass vor allem das durchschnittliche speicherbare Abflussvolumen im Winterhalbjahr ausreichend für den Bewässerungsbedarf im Landschaftsausschnitt und den Verzicht aus Grundwasserentnahmen im Sommerhalbjahr ist. Die genauen potenziell entnehmbaren Wassermengen hängen stark von dem zugelassenen Zeitraum der Entnahmen sowie der festgelegten Entnahmegrenze aus dem Oberflächengewässer ab. Bisher wurde zumeist der mittlere Niedrigwasserabfluss berücksichtigt. Weiterer Forschungsbedarf besteht bzgl. der alternativen Kenngröße – z. B. die ökologisch begründete Mindestwasserführung, um die Nachhaltigkeit der Wasserentnahmen zur Speicherung sowie die entsprechende wasserrechtliche Erlaubnis sicherzustellen. Die Möglichkeit zur Speicherung des Oberflächenabflusses ist dagegen sehr standortspezifisch und stark von den Gelände- und Bodeneigenschaften abhängig. Im Vergleich zu den Abflussmengen in Fließgewässern können bei dieser Option nur deutlich kleinere Wassermengen für die Zwischenspeicherung generiert werden. Zusätzlich entstehen bei dieser Option Interessenkonflikte zwischen Wasserspeicherung und Erosionsschutz.

Welche Menge des für die Bewässerung benötigten Wassers von den gartenbaulichen Betrieben tatsächlich zwischengespeichert werden sollte, hängt von mehreren Faktoren ab, u. a. vom Investitionsbedarf, von der Flächenverfügbarkeit, vom Umfang der Wasserentnahmeerlaubnis und nicht zuletzt von den betrieblichen Erwartungen bzgl. der klimatischen Entwicklungen und Risikoeinstellungen. Der nach DIN 276 ermittelte Investitionsbedarf für den Bau eines Wasserspeicherbeckens kann zwischen 20 € und 75 € pro Kubikmeter gespeicherten Wassers betragen, unter Berücksichtigung der Kosten für Bauarbeiten, Materialien, technischen Anlagen sowie Baunebenkosten. Der genaue Investitionsbedarf hängt neben den Standorteigenschaften vom Gesamtvolumen, Oberfläche-Tiefe-Verhältnis, der Form und Dichtung eines Beckens ab.

Die im Rahmen des LAWAMAD-Projektes durchgeführte Befragung des Thünen-Instituts zu den Erfahrungen mit Wasserspeicherbecken zeigt auf, dass eine Wasserspeicherung für gartenbauliche Betriebe wirtschaftlich ist und dass das betriebliche Interesse an dieser Maßnahme mit fortschreitendem Klimawandel zunimmt. Die Wirtschaftlichkeit von Wasserspeicherbecken kann durch ihre multifunktionale Nutzung verbessert werden. In erster Linie bietet sich die Belegung der Wasseroberfläche mit Photovoltaik an, die zum einen Wasserverluste durch Verdunstung reduziert und zum anderen eine zusätzliche Einkommensquelle bietet. Für die Kopplung der Wasserspeicherung mit Energieerzeugung sollten die Wasserspeicher den Status von technischen Anlagen haben. Mögliche Synergien der Wasserspeicherung mit Hochwasserschutz und Naturschutz und darauf basierende Förderkonzepte müssen durch weitere Forschung überprüft werden.

Wasserspeicher für Bewässerungszwecke haben das Potenzial, die Wasserverfügbarkeit für den Pflanzenbau zu erhöhen und Interessenkonflikte um Wasserressourcen abzumildern. Ihre Umsetzbarkeit erfordert das Zusammenspiel des regionalen und betrieblichen Wassermanagements sowie die Koordination der betrieblichen Wasserspeicherung und ihrer Integration in die räumliche Landschaftsplanung.

Literatur

Stupak N, Ebers N (2024) Für trockene Zeiten. Bauernzeitung 65(19): 36-38.

Stupak N (2024) Zukunft des landwirtschaftlichen Wassermanagements. B&B Agrar 77(2):8-9. Online verfügbar unter https://www.bildungsserveragrar.de/fileadmin/Redaktion/Fachzeitschrift/2024/2024-2/5402-2024_bub-agrar_x007.pdf.

2.3 Klimawandelbedingte Herausforderungen für die Bewässerung - alternative Wasserquellen und Struktur von Wasserverbänden

Ulrich Ostermann
Kreisverband der Wasser- und Bodenverbände Uelzen, Niedersachsen

Der Umgang mit dem Wasser als Lebensgrundlage ist das wichtigste Thema der nächsten Jahrzehnte. Die wasserwirtschaftlichen Probleme können alle Stakeholder nur gemeinsam lösen. Neben der Nutzung aller Möglichkeiten zur Einsparung von Wasser müssen auch die Wasserbeschaffung und -bereitstellung sowie eine qualitativ und quantitativ abgewogene Verteilung des verfügbaren Wassers gewährleistet werden. Für die Stabilisierung des (Grund)Wasserhaushalts gibt es verschiedene Strategien, die unterschiedliche Effekte haben:

- Erhöhung der Grundwasserneubildung, insbesondere durch Waldumbau und Grundwasseranreicherung mit unbelastetem Wasser aus vorhandenen Quellen/Wassernutzungen
- Verwendung von Klarwasser aus Kläranlagen, ggf. mit 4. Reinigungsstufe
- Speicherung und Verwendung von Produktions(ab)wasser (WaterReuse)
- Speicherung von erhöhten Abflüssen (Hochwasser, Starkregen) in der Fläche und
- Ersatz von Grundwasserentnahmen durch die Verwendung von Wasser aus Oberflächengewässern, insbesondere Kanälen.

Die nachfolgende Darstellung bezieht sich auf den Raum Nordostniedersachsens, teilweise mit besonderem Focus auf den Landkreis Uelzen [1, 2]. Die beschriebenen Maßnahmen und Konzepte lassen sich auf andere Gebiete in Deutschland mit vergleichbaren wasserwirtschaftlichen und bodenkundlichen Randbedingungen übertragen.

Projekt „AQuaRo“

Im Projekt „AQuaRo“ wurde die Speicherung von überschüssigem Produktionswasser der Zuckerfabrik Uelzen und die Versickerung von Klarwasser aus der Kläranlage Rosche für die Erhöhung des Grundwasservorrates realisiert [3]. Der Wasserspeicher in der Gemarkung Borg mit rd. 440.000 m³ (Wasserfläche ca. 5,8 ha, max. Tiefe ca. 9,0 m) und das zugehörige Pumpwerk wurden 2014 fertiggestellt. Der Wasserspeicher trägt die Grundlast der Feldberegnung für 1.250 ha Verbandsgebiet. Die darüber hinaus erforderlichen Wassermengen werden in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf aus den vorhandenen Brunnen entnommen.

Die Anlagen zur Versickerung bis zu rd. 350.000 m³/a Klarwasser aus der Kläranlage der Samtgemeinde Rosche auf einer Waldfläche von rund 35 ha wurden bereits im Jahre 2013 fertiggestellt und in Betrieb genommen. Dazu wurden PE-Tropfleitungen mit einer Gesamtlänge von rd. 14 km verlegt. Die Auswirkungen der Verrieselung, die bei einem Grundwasserflurabstand von rd. 25 m erfolgt, auf Pflanzen, Böden und Grundwasser werden laufend mit wissenschaftlicher Projektbegleitung untersucht. Die Klarwasserverrieselung steht unter der Prämisse, dass keine schädliche Verunreinigung des Grundwassers erfolgt.

Projekt „AQuaVIA“

Das Projekt „AQuaVia“ beinhaltet die Erweiterung der Beregnung aus dem Elbe-Seitenkanal (ESK), an den bisher rd. 16.500 ha Beregnungsfläche mit Wasserentnahmen von durchschnittlich 11 Mio. m³/a, angeschlossen sind. Die Versorgung von landwirtschaftlichen Nutzflächen über den bisherigen max. 5 km-Korridor hinaus soll den Umfang der Grundwassernutzung verringern. Als Ergebnis des Projektes wurde eine „Ampelkarte“ erstellt, die verdeutlicht für einen 2 mal 10 km breiten Korridor, welche Bereiche noch sinnvoll aus dem Kanal versorgt werden können (grün). Für die gelb markierten Bereiche ist die Machbarkeit im Einzelfall abzuwägen und für die rot gekennzeichneten Bereiche ist eine Versorgung aus dem ESK wahrscheinlich ökonomisch nicht sinnvoll. Ergebnis der Untersuchungen ist, dass noch ca. 3.600 ha Beregnungsfläche ökonomisch sinnvoll erschlossen werden könnten [4, 5, 6].

Projekt „AQuaGEKKO“

Bei diesem Projekt geht es um die Nutzung von Wasser aus dem Binnenpolder „Seewiesen“ bei Bad Bodenteich im Landkreis Uelzen für ein ca. 2.240 ha großes Beregnungsgebiet. Es wurde Zwischenspeicherung des Wassers für die Verwendung im Sommer (i) in zwei oberirdischen Becken mit rd. 400.000 und 600.000 m³ sowie (ii) im oberflächennahen Grundwasserleiter untersucht. Die Variante „Grundwasserspeicher“ hat deutliche Kostenvorteile [7]. Weiterhin konnte für diese Variante nachgewiesen werden, dass sich ein neuer Beharrungszustand für die Grundwasserstände und die Erhöhung der Basisabflüsse in den Gewässern nach 15 bis 20 Jahren auf einem neuen Niveau einstellt. Über die vorhandenen Brunnen unter Berücksichtigung der bekannten monatlichen Entnahmen bei gleichbleibenden mittleren Grundwasserständen können bis zu 74 % der versickerten Wassermengen zurückgewonnen und für die Feldberegnung genutzt werden. Die restliche infiltrierte Wassermenge stabilisiert den Grundwasserhaushalt bzw. die Basisabflüsse in den Fließgewässern.

Wasserrückhalt in der Fläche durch Einstau von Entwässerungsgräben

Viele Teile des Norddeutschen Tieflandes und auch weite Bereiche in den Bundesländern Sachsen-Anhalt und Brandenburg sind für die Siedlungsentwicklung und die landwirtschaftliche Nutzung in den letzten 100 Jahren durch tiefe Gräben stark entwässert worden. Dies hat Auswirkungen auf den gesamten Wasserhaushalt, verringert die Grundwasserneubildung und führt teilweise durch zu große Grundwasserflurabstände auch dazu, dass die Pflanzenwurzeln den Kapillarsaum nicht erreichen. Diese Entwässerungssysteme lassen sich jedoch wegen der möglichen Auswirkungen auf Siedlungen kaum zurückbauen und eine Verbesserung der Wasserversorgung der Nutzpflanzen durch Beregnung scheint bzw. ist nicht sinnvoll. Hier ist deshalb eine Regulierung der Entwässerungssituation durch temporären Einstau der Entwässerungsgräben eine Lösung, die den verschiedenen Anforderungen gerecht werden kann. Die Effekte wären, besonders in Gebieten mit geringem Geländegefälle, eine Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts und eine größere Grundwasserneubildung.

Wassermengenmanagementkonzept für Lüneburg und Uelzen (IWAMOKO ZuSa)

Im Rahmen des Integrierten Wassermengenmanagementprojektes (IWAMAKO ZuSa, 2023) wurden verschiedene Untersuchungen zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts durchgeführt [8]. Durch den Einsatz eines hydrogeologischen Modells konnte die Wirkung verschiedener Maßnahmen auf die Grundwasserstände, den Wasserhaushalt und die Abflüsse in den Gewässern ermittelt werden.

Zur kleinräumigen Verbesserung des Wasserhaushalts wird für ein Gewässer im Ostkreis von Lüneburg im Modell exemplarisch die Anhebung der Gewässersohle um 0,25 m auf einer Länge von rd. 2,5 Km untersucht. Diese Maßnahme verbessert kleinräumig Grundwasserneubildung und wirkt sich positiv auf die grundwasserabhängigen Landökosysteme aus. Durch die Erhöhung der Wasserstände im oberflächennahen Grundwasserleiter um mindestens 0,10 m wäre auf dieser Fläche der Kapillarsaum des Grundwassers besser für (Nutz)Pflanzen erreichbar und in der Feldberegnung könnte Wasser eingespart werden.

Für die drainierten Flächen wurden exemplarisch Untersuchungen zur Wirkung eine Drainagesteuerung durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass durch diese Maßnahme die maximale Aufhöhung der Grundwasserstände von ca. 0,35 m auf 467 ha Wald- / Ackerflächen im April erreicht werden kann. Soweit die Ergebnisse auf alle erfassten Drainageflächen übertragbar sind, ergeben sich im Untersuchungsgebiet (Lüneburg und Uelzen) ca. 1,1 Mio. m³/a mehr Wasser für den Grundwasserhaushalt.

Die Untersuchungen zu weiteren potenziellen verfügbaren Wassermengen aus dem Elbe-Seitenkanal [9] haben gezeigt, dass insbesondere in den Wintermonaten erhebliche Wassermengen aus dem Kanal am Schiffshebewerk in Scharnebeck in die Elbe abgeschlagen werden. Die Menge beträgt im langjährigen Mittel rd. 10 Mio. m³. Dieses Wasser könnte über Wasserspeicher und/oder Versickerungsanlagen zur Grundwasseranreicherung nutzbar gemacht werden. In der Variante mit einem Speicherbecken in einer Größe von 500.000 m³ ergibt sich eine Erhöhung der Grundwasserspiegel um 0,25 m und mehr auf einer Fläche von ca. 1.320 ha, allein durch die eingesparten Grundwasserentnahmen. Die Variante mit einer zusätzlichen Grundwasseranreicherung von 500.000 m³/a ergibt eine Erhöhung der Grundwasserspiegel um mehr als 0,25 m auf einer Gesamtfläche von 1.930 ha.

Für die Maßnahmen zur Grundwasseranreicherung konnten mittels eines hydrologischen Modells umfangreiche Flächen in den Landkreisen Lüneburg und Uelzen identifiziert werden, die für eine Grundwasseranreicherung geeignet sind, dies sind insgesamt ca. 480 km². Geht man für ca. ein Fünftel (100 km²) dieser Flächen von 60 mm zusätzlicher Grundwasserneubildung (durch Umbau von Nadel- zu Laubwald) aus, ergeben sich ca. 6 Mio. m³/a Wasser, das zusätzlich dem Grundwasserhaushalt zugeführt werden könnte.

Fazit

Die Veränderung der klimatischen Bedingungen erfordert zukünftig einen bewussteren Umgang mit den Wasserressourcen in Deutschland. Dazu gehören insbesondere Maßnahmen zum Wassermanagement nach Menge, Ort, Zeit, Qualität und Bedarf, um die wirtschaftliche Stabilität und Entwicklung Niedersachsens und Deutschlands zu sichern.

Für viele Maßnahmen des Wassermanagements wird es erforderlich sein, Großraum- bzw. Regionalmodelle der Kategorie „Bewirtschaftungsmodelle“ [10] aufzubauen und kontinuierlich zu betreiben, um die Wirkung des Klimawandels und der vor- und nachsorgenden Wassermanagementmaßnahmen quantitativ beurteilen und Nutzen-Kosten-Relationen herstellen zu können. Dabei muss sich der Focus in einem ganzheitlichen Wasserversorgungskonzept auf alle Bereiche der Daseinsvorsorge (Trink-, Brauch- und Beregnungswasser) richten, um gemeinsame umfassende Lösungen auf allen Ebenen zu erreichen [11]. Dies schließt auch die Trinkwasserversorgung ein, die grundsätzlich Vorrang vor den anderen Wassernutzungen hat.

Die Maßnahmen zum Wassermanagement werden Finanzmittel in Größenordnungen erfordern, die in den 1950ger bis Mitte der 1970ger Jahre für Entwässerungsmaßnahmen zur Entwicklung der Landwirtschaft und zur Sicherung von Siedlungen, Gewerbe und Industrie vor hohen Grundwasserständen oder Hochwasser erforderlich waren. Bereits kurzfristig wird es ganz wesentlich darum gehen, die Grundlagen für die Förderung von Projekten zur Wasserspeicherung und zum Wassermanagement aus Mittel der Europäischen Union, der Bundesrepublik Deutschland und des Landes Niedersachsen zu legen.

Literatur

[1] Ostermann, Ulrich (2023): Wassernutzung und -management für die Feldberegnung in Niedersachen, Vierzigstes Jahresheft der Albrecht-Thaer-Gesellschaft 2023, Seiten 100 bis 113, ISBN 0568-9252.

[2] Ostermann, Ulrich (2019): Wasserhaushalt in Nordostniedersachsen durch Wassernutzung und -management ausgleichen, Wasser und Abfall 03/2019.

[3] Martens, J. (2012): AQuaRo – Machbarkeitsstudie; Uelzen (unveröffentlicht).

[4] Welzin, H., Martens, J. (2012): AQuaVia Uelzen – Machbarkeitsstudie; Uelzen (unveröffentlicht).

[5] Städing, L. (2015): Bachelorarbeit zur Erweiterung der Beregnung aus dem Elbe-Seitenkanal, Ostfalia – Hochschule für angewandte Wissenschaften Suderburg (unveröffentlicht).

[6] Brandenburg, S. und Städing, L. (2018): Machbarkeitsstudie und Maßnahmenentwicklung zur Stabilisierung des Grund-wasserhaushalts im Ostkreis des Landkreises Uelzen mit Wasser aus den Bodenteicher Seewiesen und/oder dem Elbe-Seitenkanal; Uelzen (unveröffentlicht).

[7] Consulaqua (2018): Untersuchungen zu Auswirkungen und Nutzen von Versickerungsmaßnahmen auf den Grundwasserhaushalt im Raum Gavendorf, Emern, Kahlstorf, Könau, Kroetze, Lehmke und Ostedt (AQuaGEKKO); Hildesheim-Uelzen (unveröffentlicht).

[8] Martens, J. et al (2023): Projektbericht zum Intergierten Wassermengenmanagementprojekt für die Landkreise Lüneburg und Uelzen und die Stadt Lüneburg. Online verfügbar unter https://my.hidrive.com/share/9pxu9k2r9f#$/.

[9] Janssen, H. (2023): Optimierung der Nutzung des Elbe-Seitenkanals für die Feldbewässerung, Masterarbeit an der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften (unveröffentlicht).

[10] DVGW Technische Regel – Arbeitsblatt W 107 (A), Februar 2016: Aufbau und Anwendung numerischer Grundwassermodelle in Wassergewinnungsgebieten.

[11] Ostermann, Ulrich (2023): Politik muss beim Thema Wasser endlich handeln, Zuckerrübe 4/2023 (72. Jg.) Editorial.

3 Wassersparende Anbaumethoden und Bewässerungstechnik

Die Verbesserung der Wassernutzungseffizienz bei Bewässerung ist eine der Maßnahmen, die zur Verringerung des Wasserbedarfs im Gartenbau beiträgt. Die Optimierung der Wasserverwendung fängt mit der Auswahl der Bewässerungstechnik an. Bei den jeweiligen betrieblichen Entscheidungen werden neben der Wassernutzungseffizienz auch die Energieeffizienz, der Arbeitsaufwand und der Investitionsbedarf bei der Anwendung unterschiedlicher Techniken mitbetrachtet. Nicht zuletzt sind die erwarteten Ertragsqualitäten von Bedeutung. Die Diskussion im Rahmen der Tagung und die geteilten Erfahrungen aus der Praxis verdeutlichen, dass mit ausschließlich wassersparender Bewässerungstechnik – z. B. Tropfbewässerung – die Handelsqualitäten von Gemüse und Obst nicht immer erreichbar sind. Diese Erkenntnis sollte bei der Weiterentwicklung des förderrechtlichen Rahmens (siehe Kapitel 4) mitberücksichtigt werden, da die Förderung von ausschließlich wassersparender Bewässerungstechnik für viele Betriebe ungünstig ist und nicht immer sinnvoll in Anspruch genommen werden kann.

Die Wassernutzungseffizienz kann bei jeder Bewässerungstechnik durch Anpassung des Bewässerungsregimes – d. h. des Zeitpunkts, der Anzahl der Wasseranwendungen und der jeweiligen Wassermengen – verbessert werden. Moderne Ansätze zur digitalen, präzisen Bewässerungssteuerung sind verfügbar, ihre Übernahme auf der betrieblichen Ebene ist aber mit mehreren Herausforderungen verbunden. Zum einen braucht ihre Anwendung einen höheren Stand der Digitalisierung in den Betrieben, für deren Verbesserung die Förderung oft fehlt. Zum anderen stellt sich die Frage, inwieweit neue, immer komplexerer Technologien anwenderfreundlich sind, welchen Aufwand sie mit sich bringen und welche zusätzliche Wissens- und Ausbildungsanforderungen sie an die Betriebsleiter*innen und -manager*innen stellen.

Effiziente Bewässerungstechnik sollte nicht als alleinstehender Baustein der gartenbaulichen Wassernutzung betrachtet werden, sondern im Zusammenspiel mit anderen betrieblichen und überbetrieblichen Wassermanagementmaßnahmen und im Kontext des regionalen Wassermanagement. Zu betrachten sind auch regionale Lösungen und Möglichkeiten zur Verbesserung der Wasserverfügbarkeit im Gartenbau, die aber oft mit größeren Infrastrukturprojekten verbunden sind, welche häufig hohe Investitionen und lange Entscheidungsprozesse implizieren. Die Beschleunigung ihrer Umsetzung erfordert die Erkenntnis, dass Bewässerung im Gartenbau und in der Landwirtschaft auch eine gesellschaftliche Aufgabe ist und es des politischen Willens für die Transformation bedarf.

Es sollten daher die Voraussetzungen für die Technologiewende im Gartenbau geschaffen werden. Diese umfassen sowohl die Anpassung des rechtlichen Rahmens für die Bewilligung, Förderung und multifunktionale Nutzung der erforderlichen Infrastruktur, als auch den Ausbau der betrieblichen Beratung und Dienstleistungen u. a. für die Digitalisierung der Bewässerung und Erarbeitung von Wassermanagementkonzepten. Es sollte überlegt werden, welche bereits bestehenden Strukturen dafür geeignet sein könnten, die gartenbaulichen Betriebe bei steigenden Anforderungen beratend zu unterstützen.

3.1 Vor- und Nachteile unterschiedlicher Bewässerungsansätze: Beweggründe für die betrieblichen Entscheidungen

Ekkehard Fricke
Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Bewässerung ist erforderlich und wird eingesetzt bei unzureichender natürlicher Wasserversorgung der Kulturpflanzen. Dies betrifft vor allem die Standorte mit Ackerbau auf sandigen Böden, die grundsätzlich über ein geringes Wasserspeichervermögen verfügen und die Regionen mit einer negativen klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationsperiode. Bewässerung wird vor allem in folgenden Kulturen eingesetzt: in Gemüsekulturen, annähernd unabhängig von der Standortgüte, beim Anbau von Flachwurzlern, die sich das im Boden gespeicherte

Wasser nicht erschließen können, sowie für Kulturen mit hoher Wertschöpfung. Eine gute Wasserversorgung der Pflanzen bildet die Grundlage für stabile und hohe Erträge und gute Qualitäten der Ernteprodukte. Bewässerung erhöht die Nährstoffausnutzung und Stickstoffnutzungseffizienz, und trägt damit zur Verbesserung der Sicker- und Grundwasserqualität bei. Im größeren Kontext stellen die Betriebe mit der Möglichkeit zur Bewässerung verlässliche Marktpartner dar und tragen zur Wertschöpfung im ländlichen Raum bei.

Niedersachsen ist das Bundesland mit dem höchsten Anteil der Bewässerungsfläche an der landwirtschaftlichen Fläche. Die Daten des Fachverbandes Feldberegnung zeigen für den Zeitraum 1959-2023 eine zunehmend negative Entwicklung der klimatischen Wasserbilanz auf. Bis 2050 wird eine annähernde Verdoppelung des Wasserbedarfs für die Feldberegnung erwartet [1]. Die Gründe für diese Entwicklung umfassen neben der klimawandelbedingten Ausdehnung der Beregnungsflächen und der Erhöhung der Beregnungsmengen auf bereits beregneten Flächen auch die Umstellung auf ökologische Bewirtschaftung, die steigende Nachfrage nach regionalem Obst- und Gemüse, sowie den Zwang zu hoher Rendite auf Pachtflächen.

In Nordostniedersachsen ist die ausreichende Wasserverfügbarkeit für die Beregnung seit langem eine Herausforderung. Dort, seit 19 Jahren schon am Standort Hamerstorf, führt die Landwirtschaftskammer Niedersachsen seit insgesamt 29 Jahren Bewässerungsversuche mit unterschiedlichen Beregnungsansätzen – ohne Beregnung, mit reduzierter Beregnung ab 30-40% der nutzbaren Feldkapazität und optimaler Beregnung ab 40-50% der nutzbaren Feldkapazität – durch. Um unterschiedliche Ausgangsbedingungen, ohne dass natürlicher Regen dazwischenkommt, besser zu simulieren und Beregnungsversuche maximal kontrollieren zu können, wurde auf dem Versuchsfeld ein Regenschutzdach in den Abmessungen von 24 x 60 Metern errichtet. Damit können Fragen nach einer gezielteren und noch effizienteren Bewässerung schneller als unter freiem Himmel beantwortet werden.

Die Ergebnisse langjähriger Versuche zeigen signifikante Ertragssteigerungen infolge der Beregnung bei allen Kulturen. Der höchste Mehrertrag ist bei optimaler Beregnung von Getreide festzustellen. Bei den betrieblichen Entscheidungen ist neben dem Ertrag auch die Wirtschaftlichkeit des Wassereinsatzes beim Anbau unterschiedlicher Kulturen zu berücksichtigen. Diese hängt neben der Wassereffizienz von der Preis- und Kostensituation ab. Bei begrenzter Wassermenge wäre bei nachträglicher Betrachtung der Ergebnisse die optimale Wasserversorgung von Kartoffeln und Sommerbraugerste und die reduzierte Versorgung von Winterweizen, Silomais und Zuckerrüben die richtige Strategie.

Die Beregnungskosten hängen nicht zuletzt von der eingesetzten Bewässerungstechnik ab. Jedes Bewässerungsverfahren hat ihre Vor- und Nachteile. Bei der betriebsspezifischen Entscheidung für das eine oder andere Verfahren sind die angebauten Kulturen, die Flächenstruktur und -größe, sowie die Wassereffizienz und der Energiebedarf der jeweiligen Technik zu berücksichtigen.

In den letzten Jahren wurden in einigen Landkreisen in Niedersachsen Allgemeinverfügungen der Unteren Wasserbehörden erlassen, die die Beregnung zu bestimmten Zeiten des Tages einschränken. Diese Einschränkungen gelten ab einer bestimmten Temperatur und ggf. bei bestimmten Windgeschwindigkeiten und beziehen sich fast ausnahmslos auf Großflächenregner (Kanonen). Um genauere Zahlen zu Wasserverlusten bei verschiedenen Beregnungstechniken zu generieren, führen der Deutsche Wetterdienst, die Landwirtschaftskammer Niedersachsen und der Fachverband Feldberegnung gemeinsam Feldversuche auf den Flächen des Friedrich-Löffler-Institut in Braunschweig durch. Im Rahmen dieser Versuche werden mit mehr als 150 Regenmessern der Wasserverbrauch und -verlust bei unterschiedlicher Tageszeit und Witterung für Düsenwagen und Großregner gemessen. Mit zusammengefassten und ausgewerteten Ergebnissen ist Ende des Jahres 2024 zu rechnen.

Fazit

Die Möglichkeit zur Bewässerung ist eine zwingende Voraussetzung für eine rentable Landwirtschaft und den Freilandgemüseanbau. Der steigende Wasserbedarf wird zukünftig nicht überall aus den bisherigen Quellen gedeckt werden können. In diesem Kontext ist ein kluges Wassermanagement entscheidend, um zukünftig genug Wasser für alle Wassernutzer bereitzustellen. Auf betrieblicher Ebene nutzen die Landwirtinnen und Landwirte

die Technik bereits, die aus betriebswirtschaftlichen, pflanzenbaulichen und arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten am besten auf ihren Betrieb passt. Die Bereitstellung von Wasser für die Landwirtschaft wird zukünftig auch eine gesellschaftliche Aufgabe sein müssen!

Literatur:

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2022). Wasserversorgungskonzept Niedersachsen. Online verfügbar unter https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/wasser/wasserversorgungskonzept-niedersachsen-210626.html.

3.2 Ansätze der effizienten Bewässerungssteuerung im Gemüsebau

Jana Zinkernagel und Samantha Rubo
Hochschule Geisenheim University

Ein effizientes Bewässerungsmanagement ist von entscheidender Bedeutung für den nachhaltigen Gemüseanbau, der aufgrund intensiver Landnutzung und hoher Ansprüche an die Ernteerträge einen erheblichen Wasserbedarf aufweist. Dieser Vortrag beleuchtet die aktuellen Herausforderungen, Optimierungsstrategien und die Rolle fortschrittlicher Technologien bei der Bewässerungssteuerung (IS, engl. *irrigation scheduling*). Es werden im ersten Schritt die grundlegenden Messverfahren für die Bestimmung des Wasserbedarfs, im zweiten Schritt neue Fortschritte bei der intelligenten und präzisen IS/ Bewässerungssteuerung und final die Entwicklungen bei der künstlichen Intelligenz (KI) für die teilflächenspezifische IS erläutert.

Grundlegende Messverfahren für die Bestimmung des Wasserbedarfs

Die Grundlage einer effektiven Bewässerungsplanung liegt in der genauen Bestimmung des Wasserbedarfs. Übliche Methoden stützen sich auf drei wesentlichen Ansätzen: Bestimmung der (i) Bodenfeuchte, (ii) Verdunstung der Pflanzenbestände und (iii) Pflanzensignale für Wassermangel. Während die Ansätze zu i. und ii. indirekt den Wasserbedarf von Kulturen bestimmen, erfassen Pflanzensignale den Zeitpunkt des Bewässerungsbedarfs unmittelbar.

Die Steuerung der Bewässerung nach der Bodenfeuchte ist das meist untersuchte und evaluierte Verfahren, bei dem verschiedene Arten von Sensoren zur eingesetzt werden. Bodensaugspannungs-Sensoren zum Beispiel messen das Bodenmatrixpotential, kapazitive Sensoren den volumetrischen Bodenwassergehalt und Wärmleitfähigkeitssensoren die relative Feuchtigkeit. Jeder Sensortyp hat spezifische Anwendungsbereiche und eignet sich je nach Bodenart, Anbausystem, Bewässerungshäufigkeit und erforderlicher Genauigkeit. Durch die Bereitstellung von Echtzeitdaten über die Bodenfeuchtigkeit ermöglichen diese Sensoren ein präzises Bewässerungsmanagement, das sicherstellt, dass nur dann Wasser ausgebracht wird, wenn es notwendig ist.

Ergänzend zu den Bodensensoren schätzen Verfahren zur Ermittlung der Verdunstung den Wasserbedarf der Pflanzenbestände auf Grundlage der klimatischen Wasserbilanz. Die am weitesten verbreitete Methode ist die Berechnung der täglichen Wasserbilanz (KWB) unter Verwendung der Referenz-Evapotranspiration (ET_0) und der Pflanzenkoeffizienten (K_c). Bei diesem Ansatz, der in Modellen wie FAO-56 [1] enthalten ist, wird die ET_0 für bestimmte Wachstumsstadien angepasst, um den genauen Wasserbedarf zu ermitteln. Diese Instrumente unterscheiden sich vor allem darin, wie sie Klimaparameter und aerodynamische Eigenschaften gewichten, was regionale Anpassungen und genaue Daten von Wetterstationen erfordert.

Beim dritten Ansatz der Bewässerungssteuerung, den Pflanzensignalen, wird der Wasserzustand von Pflanzen direkt gemessen. Zu den Techniken gehören die Bewertung des Wasserzustands des Gewebes durch Messung des Wasserpotenzials in Blättern oder Trieben und die Überwachung physiologischer Reaktionen durch spektrale Reflexion und Temperaturmessung. Diese Methoden geben einen direkten Einblick in den Wasserbedarf der Pflanzen und sind daher für eine präzise Bewässerungssteuerung von großem Nutzen.

Während die Ansätze mit Pflanzensignalen und Bodenfeuchtesensoren den Zeitpunkt des Bewässerungsbedarfs ermitteln, liefert die KWB zusätzlich die erforderliche Bewässerungsmenge. Diese drei traditionellen Ansätze weisen jeweils Vor- und Nachteile für eine effiziente IS aus, insbesondere weil sie bisher kaum miteinander sowie mit neuen Technologien kombiniert wurden.

Fortschritte bei IS für smarte und präzise Bewässerung

Jüngste technologische Fortschritte haben die IS erheblich verbessert, wodurch sie intelligenter und präziser wird. Um diese Fortschritte in Deutschland voll ausschöpfen zu können, müssen verschiedene Bedürfnisse und Anforderungen berücksichtigt werden.

Drahtlose Sensornetzwerke (*wireless sensor network*, WSN) stehen bei diesen Innovationen im Vordergrund. Bei WSN werden mehrere Sensoren großflächig eingesetzt, um repräsentative Daten zur Bodenfeuchtigkeit zu sammeln. Diese Sensoren kommunizieren über Technologien wie ZigBee und GPRS und übermitteln die Daten zur Analyse an zentrale Systeme. Diese Echtzeitüberwachung ermöglicht eine automatische Bewässerungssteuerung, die die Effizienz der Wassernutzung verbessert und den Arbeitsaufwand reduziert. Um das Potenzial von WSN voll ausschöpfen zu können, ist die politische Unterstützung der Infrastrukturentwicklung von entscheidender Bedeutung.

Fernerkundung und Proxysensoren bieten eine weitere Ebene der Komplexität. Technologien wie Satellitenaufnahmen liefern hochauflösende Daten über den Zustand von Pflanzen und Böden. Techniken wie Thermografie und Nahes-Infrarot-Spektroskopie werden zur Überwachung der Pflanzengesundheit und des Wasserstatus eingesetzt und ermöglichen eine Anknüpfung an eine teilflächenspezifische Bewässerung (*variable rate irrigation*, VRI). VRI ermöglicht standortspezifische Anpassungen der Bewässerungspraktiken und stellt sicher, dass jeder Teil des Feldes die optimale Menge an Wasser erhält. Diese Systeme passen die Bewässerungsraten auf der Grundlage von Echtzeitdaten an, optimieren den Wasserverbrauch und verbessern die Gesundheit der Pflanzen. Forschung und Entwicklung sind erforderlich, um VRI-Lösungen auf andere Bewässerungssysteme auszuweiten, was für eine breitere Anwendung in der Zukunft notwendig ist.

Intelligente Anbausysteme integrieren Datenerfassungs-, Analyse- und Entscheidungshilfesysteme (*decision support system*, DSS) zur Optimierung der IS. Diese Systeme nutzen Cloud Computing, Big Data und das Internet der Dinge (IoT), um große Datenmengen von verschiedenen Sensoren zu verarbeiten. Durch die Analyse dieser Daten können Smart-Farming-Systeme präzise und anpassungsfähige Bewässerungsentscheidungen treffen und so die Wassereffizienz und die Pflanzenproduktivität verbessern. Um *smart farming* im Gemüseanbau zu fördern, bedarf es Anreize für Produzierende, diese Systeme einzuführen, Schulungsprogramme anzubieten und die Entwicklung einer robusten Dateninfrastruktur zu unterstützen.

Entwicklungen mit KI und für teilflächenspezifische Bewässerung

Künstliche Intelligenz (KI) revolutioniert das Bewässerungsmanagement, indem sie fortschrittliche analytische Fähigkeiten und adaptive Steuerungssysteme bereitstellt. Künstliche neuronale Netze (ANNs) sind wichtige Algorithmen, die bei DSS für die IS eingesetzt werden. Diese Netzwerke werden mit Daten von Klima- und Bodensensoren trainiert, so dass sie komplexe, nichtlineare Bodenfeuchtigkeitsdynamiken modellieren können. ANNs können verschiedene Datenquellen integrieren, wodurch sie an unterschiedliche Bodentypen, Anbauphasen und klimatische Bedingungen angepasst werden können. Diese Anpassungsfähigkeit erhöht die Vorhersagegenauigkeit und die Effizienz der Bewässerung.

Schlussfolgerung

Die Integration fortschrittlicher Technologien und künstlicher Intelligenz in die Bewässerungsplanung ist vielversprechend, um die Effizienz der Wassernutzung im Gemüseanbau zu verbessern. Traditionelle IS-Methoden, kombiniert mit modernen Fortschritten bei WSN, Fernerkundung und intelligenten Anbausystemen, bieten einen robusten Rahmen für ein präzises und nachhaltiges Bewässerungsmanagement. KI-Technologien, einschließlich ANNs, verbessern diese Fähigkeiten weiter und ermöglichen eine teilflächenspezifische Bewässerung, die sich an die Echtzeitbedingungen anpasst. Kontinuierliche Forschung und interdisziplinäre

Zusammenarbeit sind unerlässlich, um technische Herausforderungen zu bewältigen und die praktische Anwendbarkeit dieser Innovationen zu gewährleisten.

Literatur

[1] Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M. (1998), Crop evapotranspiration—Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage, paper 56. 15 pp, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome. Online verfügbar unter http://www.fao.org/3/X0490E/X0490E00.htm.

3.3 Nachhaltiges Bewässerungsmanagement im Weinbau

Daniel Heßdörfer
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Institut für Weinbau und Oenologie

Den Deutschen Weinbaugebieten ist gemein, dass sie im Besonderen vom Klimawandel und Trockenheit betroffen sind. Probates Mittel gegen Trockenstress ist die zusätzliche Bewässerung von Reben. Die Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) forscht seit geraumer Zeit intensiv zur ressourcenschonenden Bewässerung und arbeitet dabei mit führenden Unternehmen im Bereich der Bewässerungstechnik zusammen.

In Israel ist die Wassertechnologie ein wichtiger Innovationsbereich, der darauf abzielt, Wasser zu verwalten, aufzubereiten und für die Nutzung bereitzustellen. Zu den Technologien gehören neben der Tropfbewässerung für einen effizienten und präzisen Einsatz der Ressource Wasser, digitale Lösungen zur Überwachung der Wasserverteilung und zur Erkennung von Leckagen.

Abbildung 1: Ein Wassersilo zur Zwischenspeicherung des „Blauen Goldes“ am Thüngersheimer Scharlachberg

Quelle: LWG

Die intensive Zusammenarbeit zwischen Israel und Franken besteht bereits seit einigen Jahren. Im Jahr 2016 wurde das erste gemeinsame Bewässerungsprojekt in der Weinlage „Thüngersheimer Scharlachberg“ als dezentrale Bewässerung mit Zwischenspeicherung von Wasser aus der abflussreichen Zeit gestartet (siehe Abb. 1).

2018 folgte die ressourcenschonende Frost- und Tröpfchenbewässerung am Versuchsstandort „Veitshöchheimer Wölflein“. 2019 – die Unterflurbewässerung am „Thüngersheimer Scharlachberg“ (siehe Abb. 2), die sich als effektivste Möglichkeit, die Ressource Wasser an der Kultur auszubringen, gezeigt hat. Durch diese Projekte konnte die ressourcenschonende Technik auf die Bedingungen vor Ort adaptiert und das Konzept der Antizyklischen Wasserentnahme aus dem Main und Zwischenspeicherung vor Ort ausgearbeitet werden.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen sollen in Pilotprojekten für den Weinbau auf effiziente Bewässerungssysteme und Wasserspeicher gesetzt werden, um Wasser in abflussreichen Zeiten (im Winter und Frühjahr) zurückhalten und in Trockenperioden zu verwenden. Mit dem Pilotförderprogramm des Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz sollen überbetriebliche und umweltgerechte Bewässerungsinfrastrukturen für landwirtschaftlich, gartenbaulich oder weinbaulich genutzte Gebiete aufgebaut werden.

Für die zukünftige Bewässerung der Weinbergslagen um Iphofen mit einer Gebietsgröße von insgesamt 262 ha soll Wasser aus dem Main in der abflussreichen Zeit entnommen, über eine 7,2 km lange Zuleitung nach Iphofen gepumpt und dort in einem Speichersee mit rund 195.000 m³ nutzbarem Speichervolumen zur Wasserbevorratung zwischengespeichert werden. Unmittelbar am Standort der Wasserentnahme am Main sollen hierzu ein Pumpwerk und eine Aufbereitungsanlage errichtet werden. Eine zweite Aufbereitungsanlage am Speichersee soll darüber hinaus die Betriebssicherheit der weiteren Verteilungsleitungen in die einzelnen Weinbergslagen gewährleisten.

Abbildung 2: Am Thüngersheimer Scharlachberg hat jede Zeile einen Wasseranschluss

Quelle: LWG

Für die nachhaltige Bewässerung der beiden Weinberggebiete Nordheim mit einer Gebietsgröße von 385 ha und Sommerach mit einer Gebietsgröße von 230 ha soll die vorhandene Infrastruktur genutzt und durch den Bau einer 365 Meter langen Verbundleitung miteinander vernetzt werden. Der jährliche Wasserbedarf soll aus dem Mainkanal in der abflussstarken Jahreshälfte entnommen und in zwei Speicherseen mit insgesamt 294.000 m³ Speichervolumen zur Wasserbevorratung zwischengespeichert werden.

Trotz vielfältigster Vorteile müsste jedem Winzer bewusst sein, dass die ressourcenschonende Bewässerung mit einem erheblichen Arbeits- und Kostenmehraufwand verbunden ist und nicht als Allheilmittel angesehen werden kann. Für die erfolgreiche Bewältigung benötigen wir im Weinbau komplementäre Strategien zur Anpassung und Abschwächung der Klimawandel bedingten Auswirkungen auf den Rebenanbau.

Der effiziente Wassereinsatz spielt bei der Produktion qualitativ hochwertiger Weine eine zunehmende Schlüsselrolle. Unverändert dessen trägt das Bodenmanagement, die Wahl der richtigen Unterlagsreben-Pfropfreben-Kombination und das Laubwandmanagement eine beträchtliche Rolle bei der Anpassung des Weinbaus an die Klimawandelfolgen bei.

4 Rechtliche und Förderrechtliche Rahmenbedingungen

Das Wassermanagement stellt eine neue Herausforderung nicht nur für die gartenbaulichen Betriebe dar, sondern auch für die Wasserbehörden, die für das regionale Wassermanagement mitverantwortlich sind. Die Wasserbehörden sind für die Erteilung der wasserrechtlichen Erlaubnisse sowie für das Monitoring und die Kontrolle der Wassernutzungen zuständig, und das unter den Bedingungen einer unzureichenden Datenverfügbarkeit zum Wasserdargebot und zu den tatsächlichen Wassernutzungen. Einige der rechtlichen Instrumente, die den Wasserbehörden zur Verfügung stehen, sorgen für Zielkonflikte mit der gartenbaulichen Produktion. Dies ist besonders der Fall bei der Befristung der Wasserentnahmegenehmigungen: seitens der Wasserbehörden ist zunehmend die Tendenz zu kürzeren Befristungen zu beobachten, welche die Flexibilität der Wasserbehörden bei der Verwaltung der begrenzten Ressource erhöht. Für die gartenbaulichen Betriebe bedeuten kürzere Befristungen von wasserrechtlichen Gestattungen signifikante Einschränkungen bei der Erarbeitung der Anpassungsstrategien, der Umsetzung von Infrastrukturprojekten sowie bei der Anbauplanung und Vermarktung von Produkten. Eine Differenzierung der Befristung von wasserrechtlichen Gestattungen je nach Zeitpunkt der Wasserentnahmen und je nach Wasserquelle könnte eine mögliche Lösung für diesen Interessenkonflikt darstellen.

Die Umsetzung von technischen Lösungen zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit – z. B. Beantragung von Wasserentnahmeerlaubnissen, Neubau oder Ausbau der Bewässerungsinfrastruktur usw. – ist mit einem hohen Investitionsbedarf und wesentlichen Transaktionskosten verbunden. Um diese zu reduzieren, ist die Organisation gartenbaulicher Betriebe in Interessengemeinschaften (Vereinen) oder Verbänden sinnvoll. In einigen Bundesländern sind Verbandsstrukturen als Organisationsform erforderlich, um Förderung beantragen und erhalten zu können. Trotz der Vorteile zögern viele Betriebe, einen Wasser- und Bodenverband zu gründen oder sich einem bestehenden Verband anzuschließen. Vor allem der zeitliche Aufwand und die Verantwortung zusätzlich zur Führung des eigenen Betriebes, aber auch die erforderlichen Führungs- und Projektmanagementfähigkeiten, können Hemmnisse darstellen. Von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern wurde ein klarer Bedarf an einem Austausch zu den Erfahrungen und Erkenntnissen von langfristig erfolgreichen Verbänden formuliert.

Die Förderlandschaft für die Finanzierung der Bewässerungs- und Wasserspeicherungsprojekte unterscheidet sich stark zwischen einzelnen Bundesländern, u. a. in Bezug auf die Inanspruchnahme der Förderung im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK). Das Agrarinvestitionsförderungsprogramm (AFP) des GAK-Förderbereichs 2 „Förderung landwirtschaftlicher Unternehmen“ sieht für 2024-2027 die Förderung von Investitionen in Bewässerungsanlagen vor, wenn dadurch Wassereinsparung von mindestens 15 % erreicht wird. Bei Neuanschaffungen ist ausschließlich die Förderung von wassersparender Technik möglich. Die Förderung von überbetrieblichen Wasserspeicherungsanlagen ist im Rahmen der Maßnahme 2 „Andere wasserwirtschaftliche Maßnahmen“ des GAK-Förderbereichs 7 „Wasserwirtschaftliche Maßnahmen“ möglich. Aus der Bundesländerperspektive ist die GAK ein wichtiges Förderinstrument, um die Umsetzung technischer Anpassungsmaßnahmen zu ermöglichen. Entsprechend, wurde der Wunsch geäußert, den Förderrahmen fortzuführen und auch die Förderung von Wasserspeicherungsinfrastruktur als Maßnahme wieder aufzunehmen. Anderseits kann die potenzielle Förderung wegen der Zuwendungsvoraussetzungen nicht immer und im vollen Umfang in Anspruch genommen werden. Zum einen ist die Kofinanzierung von Infrastrukturvorhaben wegen der zeitlichen Begrenzung der Förderung problematisch. Zum anderen wird die Finanzierung der ausschließlich wassersparenden Infrastruktur, die für den Gartenbau nicht immer passend ist (siehe Kapitel 1), kritisiert. Für die Förderung auf der Länderebene wurde der Wunsch geäußert, einzelbetriebliche Förderungen von Infrastrukturvorhaben zuzulassen.

4.1 Die mengenmäßige Grundwasserbewirtschaftung durch untere Wasserbehörden: Empirische Bezüge

Felix Klickermann
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Leipzig

Problemstellung

Durch die Zunahme von Dürren und Wasserknappheit in Deutschland zeichnet sich eine Häufung von Nutzungskonkurrenzen und Zielkonflikten in Bezug auf die knapper werdende verfügbare Wassermenge ab[5,6] [1]. Die voranschreitende globale Erwärmung führt zu einer Häufung von Dürre-Ereignissen [2], wobei massive Landnutzungsveränderungen wie Waldrodung, Entwässerung und Versiegelung diese Entwicklung bedeutsam verstärken [3]. Es stellen sich mitunter die Fragen, welche Bewirtschaftungsinstrumente im europäischen und im deutschen Recht zur absoluten Mengenbeschränkung des Wasserverbrauchs existieren [4], wie das Recht in der Bewirtschaftungspraxis von UWB unter Berücksichtigung ihres Bewirtschaftungsermessens vollzogen wird und welche Anpassungsbedarfe es bei der Bewirtschaftungspraxis und beim bestehenden Recht zur verbesserten Bewältigung von Wassernutzungskonflikten gibt.

Methode

Zum Zwecke der Untersuchung des wasserrechtlichen Vollzugs im Bereich Grundwasserbewirtschaftung auf Ebene der unteren Wasserbehörden (uWB) wurde ein Fragebogen mit 50 Fragen entwickelt. Im Laufe der Erhebungsphase (05/22 – 04/23) nahmen 30 uWB und eine obere Wasserbehörde aus zwölf Bundesländern an der Untersuchung teil.[7] Der Fragebogen ist in zehn Themenblöcke unterteilt, darunter: Personal und Arbeitsmittel, Vergabe- und Überwachungspraxis sowie Wasserverteilung. Die beteiligten Behördenangehörigen wurden aufgrund ihrer Positionen und ihres Erfahrungsschatzes im wasserrechtlichen Vollzug als ExpertInnen bzw. InformantInnen interviewt [5]. Offene Befragungen in Form von ExpertInnen-Interviews wurden als Ergänzung zu den Daten der Fragebögen geführt, sodass eine freie Beantwortung möglich war und die Grenzen zwischen qualitativen und quantitativen Methoden verschwammen [6]. Schließlich folgte die Analyse, Kommentierung und Interpretation der Erhebung (Realisierungsphase).

Ausgewählte Erhebungsteile und Kontextualisierung

Sämtliche Teilnehmende, die sich zur Personalsituation äußerten (aus insg. 26 Behörden), gaben unzureichende Personalbesetzungen und Arbeitsmittelausstattungen zur Durchführung ihrer Aufgaben an. Vereinzelt wurde eine strukturelle Politisierung des Vollzugs zum Nachteil wasserrechtlicher Zielsetzungen bemängelt [7]. Die daraus resultierenden, sich auf das Management von Nutzungskonflikten auswirkenden [8], Vollzugsdefizite sollten mit verschiedenen Instrumenten wie erneute Personalbedarfsermittlung, Flexibilisierung von Zulagen auf kommunaler Ebene, Geltendmachung der Verletzung des Konnexitätsprinzips und verstärkte interkommunale Zusammenarbeit zur Verbreitung progressiver Bewirtschaftungspraktiken adressiert werden.

Es zeigt sich ein hohes Maß an Variabilität bei der Verwaltungspraxis der Behörden in Bezug auf die untersuchten Aspekte Befristungen von wasserrechtlichen Gestattungen, Inhalts- und Nebenbestimmungen allgemein, Widerruf wasserrechtlicher Gestattungen sowie interkommunale Zusammenarbeit.

Bereits zum Aspekt der Befristung von wasserrechtlichen Gestattungen zur Entnahme von Grundwasser wurde eine große Bandbreite bei der Bewirtschaftungspraxis selbst innerhalb einzelner Bundesländer festgestellt. Die Entwicklungen zeigen, dass mehrere Behörden unter Berücksichtigung rechtlicher Vorgaben und klimatischer

---

[5] BMUV (2023): Nationale Wasserstrategie (Kabinettsbeschluss), 18-20, abgerufen am 28.08.2024 unter: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewaesser/nationale_wasserstrategie_2023_bf.pdf.

[6] BVerfG, Beschl. v. 24. März 2021, 1 BvR 2656/18, Rn. 26.

[7] Hinweis: Darüber hinaus erfolgte eine rechtsvergleichende Untersuchung in Dänemark durch Literatur- und Gesetzesrecherche sowie ein Interview mit Angehörigen der *Environmental Protection Agency* (EPA) im September 2023.

Veränderungen ihr wasserwirtschaftliches Bewirtschaftungsermessen nicht nur zunehmend dahingehend ausüben, Erlaubnisse mit (kürzeren) Befristungen zu versehen (§ 13 I WHG)[8] [9, 10], sondern auch die Befristung in Abhängigkeit der Effizienz der jeweiligen Gewässerbenutzung zur Incentivierung einer nachhaltigeren Gewässerbewirtschaftung einzelfallabhängig auszugestalten. 16 Behörden führten Ordnungswidrigkeitsverfahren (OWi-Verfahren) wegen Gewässerbenutzungen ohne Gestattung und der Missachtung von Inhalts- und Nebenbestimmungen durch (§§ 13, 103 I WHG), was sich u. a. aus generalpräventiven Gründen als wirksam für den Vollzug erwies. Teils werden OWi-Verfahren auch von anderen Methoden ergänzt oder ersetzt. Dazu gehören: Zwangsgeldandrohung, Konditionalität, Erinnerung, Anhörung und Androhung sowie Vollzug des Widerrufs von wasserrechtlichen Gestattungen (§ 18 WHG).

Teilnehmende aus mehreren Behörden äußerten, dass sie im Rahmen ihrer Bewirtschaftung bereits mit dem Zusammentreffen mehrerer Erlaubnis- oder Bewilligungsanträge, beabsichtigten Benutzungen oder konkurrierenden bestehenden Gewässerbenutzungen konfrontiert gewesen sind. Die Versagung aufgrund von für die öffentliche Wasserversorgung, den Naturhaushalt oder das Landschaftsbild nachteilhaften beabsichtigten Benutzungen (§ 12 I WHG) spielt eine zunehmende Rolle. Ebenso kam es bei einigen Behörden zum Ausgleich zwischen konkurrierenden Gewässerbenutzungen (§ 22 WHG) und (in seltenen Fällen) zur Anwendung landesrechtlicher Kollisionsnormen (Bsp. § 15 S. 1 WasG SH). Dabei bestehen Hinweise auf eine fehlerhafte Rechtsanwendung und eine rechtswidrige Ermessensunterschreitung durch schematische Anwendung von Prioritätskriterien (insb. Windhundprinzip), teils zurückzuführen auf die beschriebene Personalknappheit. Das Potenzial durch das in vielen Landesvorschriften bestehende Differenzierungskriterium der *Bedeutung der beabsichtigten Benutzung für das Wohl der Allgemeinheit* zur Bevorzugung von ressourcenschonenderen und grundwasserverträglicheren Vorhaben bleibt dabei ungenutzt.

Mindestens 13 der Behörden hatten bereits Allgemeinverfügungen gem. § 100 I S. 2 WHG zur Beschränkung der Wasserentnahmen bei (bevorstehender) anhaltender Trockenheit erlassen. Bei der Ausgestaltung der Allgemeinverfügungen besteht eine große Varianz, selbst zwischen Nachbarlandkreisen. Es empfiehlt sich daher ein verstärkter Austausch u. a. zur Erhöhung der Rechtssicherheit. In mehreren Fällen scheint die untere Schwelle der Verpflichtung nach § 100 I S. 2 WHG nicht mehr eingehalten.

Literatur

[1] UBA (2023): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, 69-73, abgerufen am 28.08.2024 unter: https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/monitoringbericht-2023.

[2] IPCC (2023): AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023, Policy Paper, 5 (A.2.1), 13 (B.1.4), abgerufen am 28.08.2024 unter: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf; UBA (2023): Monitoringbericht 2023 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, 26-31.

[3] Schwarzer, S. / Scheub, U. (2023): Aufbäumen gegen die Dürre. Wie uns die Natur helfen kann, den Wassernotstand zu beenden, 2023, 10, 12, 23, 49, 59, 114 ff., 224.

[4] Reese, M. (2023): Suffizienz – Rechtliche Aspekte und Perspektiven, in: Reese, M. / Köck, W. / Markus, T., Zukunftsfähiges Umweltrecht II: Suffizienz im Recht – Erfordernisse, Ansätze und Instrumente zur Begrenzung des gesamten Ressourcenverbrauchs, 2023, 10-63 (62 f.).

[5] Helfferich, C. (2019): Leitfaden- und Experteninterviews, in: Baur, N. / Blasius, J.: Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, 2. Aufl. 2019, 669-686 (680).

[6] Porst, R. (2019): Frageformulierung, in: Baur, N. / Blasius, J., Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung, 2. Aufl., 829-842 (831).

[7] Vgl. hierzu ebenso: Bogumil-Ucan, S. / Grohs, S. / Ebinger, F. (2022): Reformen der Umweltverwaltung und die Nachhaltigkeit von Vollzugsdefiziten – Das Beispiel Baden-Württemberg, ZfU 2022, 405-428 (409).

[8] DVGW (2023): Landwirtschaftliche Bewässerung und öffentliche Trinkwasserversorgung: Ansatzpunkte und Verfahren zum Management von Nutzungskonflikten, abgerufen am 30.08.2024 unter: https://www.dvgw.de/themen/forschung-und-innovation/forschungsprojekte/dvgw-forschungsprojekt-vertikal.

[8] BVerfG, Beschl. v. 24. März 2021, 1 BvR 2656/18.

[9] Czychowski, M. / Reinhardt, M. (2019): WHG, 13. Aufl., § 10 Rn. 16, 22.

[10] Reinhardt, M. (2022): Das wasserrechtliche Bewirtschaftungsermessen im Klimawandel – Funktion, Inhalt, planerische Steuerung, UWP 1/2022, 13-27 (24 f.).

4.2 Organisationsmöglichkeiten einer überbetrieblichen Wasserversorgung

Susanne Gronimus
Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz
Landesverband der Wasser- und Bodenverbände Rheinland-Pfalz

Die klimatischen Veränderungen, die sich in steigenden Temperaturen, einer veränderten Niederschlagsverteilung und sinkenden Grundwasserneubildungsrate äußern, haben Auswirkungen auf die zukünftige Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen. Die Bewirtschaftung der Ressource Wasser wird daher zukünftig eine zentrale Herausforderung für den Erhalt einer nachhaltigen Landwirtschaft mit ihren vielfältigen Funktionen sein. Diese neuen Herausforderungen machen Anpassungsstrategien wie bspw. klimaangepasste Anbausysteme, Zucht und Einsatz hitzetoleranter Kulturen, aber insbesondere nachhaltige Beregnungskonzepte sowie eine strukturelle Organisation einer Wasserversorgung erforderlich. Die wichtigsten Herausforderungen sind dabei die Herkunft des zusätzlich benötigten Wassers und seine Beschaffung.

Wasserrechtliche Verfahren

Beregnungswasser kann aus dem öffentlichen Trinkwassernetz, aus Oberflächengewässern oder aus Grundwasser bereitgestellt werden. Für eine Wasserentnahme aus dem Grund- oder Oberflächenwasser bedarf es einer wasserrechtlichen Erlaubnis der jeweils zuständigen Wasserbehörde. Die wichtigsten Bestandteile des Antrages sollten Angaben enthalten über den Standort, Katasterauszüge, Beregnungsflächen, Beregnungsart, Kulturen, Entnahmemengen und Entnahmezeitraum, Brunnenprofil und, ggf. weitere Gutachten.

Organisationsmöglichkeiten

Grundsätzlich empfehlenswert und auch von den Genehmigungs- und sonstigen Fachbehörden der Wasserwirtschaft gewünscht, ist eine Organisation der Wasserversorgung durch gemeinschaftliche Zusammenschlüsse. Dadurch können zusammenhängende Bewässerungsflächen hergestellt und Kosten reduziert werden. Weiterhin wird durch zentrale Ansprechpartner die Kommunikation zwischen Bewirtschaftern und der Genehmigungsbehörde vereinfacht. Dazu bieten sich folgende Möglichkeiten an:

Wasser- und Bodenverband

Wasser- und Bodenverbände sind dafür besonders geeignete Strukturen. Als Körperschaften des öffentlichen Rechts dienen sie nicht nur dem Wohl ihrer Mitglieder, sondern auch dem allgemeinen öffentlichen Interesse und verwalten sich im Rahmen der Gesetze selbst. Der Weg zur Etablierung eines Verbandes erfordert einen hohen Aufwand. Grundlage für die Einleitung eines Errichtungsverfahrens eines Wasser- und Bodenverbandes ist ein Antrag eines oder mehrerer Beteiligter an die zuständige Aufsichtsbehörde. Aus den Errichtungsunterlagen muss die Aufgabe, das Gebiet und der Umfang des Unternehmens ersichtlich sein.

Rechtsgrundlage für das Handeln des Verbandes ist neben dem Wasserverbandsgesetz und den jeweiligen Wassergesetzen die Satzung, die die Rechtsbeziehungen und -verhältnisse zu den Mitgliedern regelt. Sie enthält Ausführungen zu bspw. Aufgaben, Verbandsgebiet, Mitgliedschaft, Beiträgen und den Verbandsorganen. Von besonderer Bedeutung sind Fragstellungen bei Beregnungsverbänden zur Mitgliedschaft und zu Beiträgen. Wasser- und Bodenverbände haben den großen Vorteil, dass sie überbetriebliche finanzielle Förderungen zur Umsetzung ihrer Aufgaben erhalten können.

Interessengemeinschaften

Eine „einfachere“ Möglichkeit des Zusammenschlusses bietet sich mit Interessengemeinschaften. Hierbei handelt es sich i.d.R. um Vereine. Auch der Verein hat eine eigene Satzung mit Regelungen zum Zweck, zur

Mitgliedschaft, zu den Organen und zu Beiträgen. Ein wesentlicher Unterschied zu Wasser- und Bodenverbänden besteht darin, dass ein Verein bzw. eine Interessengemeinschaft keine Förderung als überbetriebliche Einrichtung für Beregnungszwecke erhält. Werden Leitungsverlegungen durch Fremdgrundstücke erforderlich, sind rechtliche Sicherungen wie bspw. Dienstbarkeiten notwendig.

Fazit

Der Klimawandel stellt die Landwirtschaft vor neue Herausforderungen, die neue Anpassungskonzepte verlangen. Eine zentrale Rolle dabei spielt die Wasserverfügbarkeit. Soweit abgestimmt ist, unter welchen Voraussetzungen der Wasserbedarf gedeckt werden kann ist eine Entscheidung über eine geeignete Organisationsform zu treffen. Eine Bewässerung organisiert vorzugsweise innerhalb von Wasser- und Bodenverbänden oder auch Interessengemeinschaften ist eine nachhaltige Anpassungsstrategie an den Klimawandel und sichert langfristig die landwirtschaftliche Produktion.

Wasser- und Bodenverbände haben den Vorteil, dass Förderungen für Maßnahmen in Anspruch genommen werden können. Zukünftig sind hierfür die förderrechtlichen Rahmenbedingungen für Wasserbaumaßnahmen in der Landwirtschaft auf EU-, Bundes- und Landesebene zu erhalten bzw. zu schaffen.

4.3 Förderung überbetrieblicher Bewässerungs- und Wasserspeicherungsinfrastruktur in Nordrhein-Westfalen

Janosch Grauthoff
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Die Bewässerungsrichtlinie

Aufgrund des Dürrejahres 2018, hat sich das Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW dazu entschieden, die überbetrieblicher Bewässerungs- und Wasserspeicherungsinfrastruktur in NRW zu fördern. Grundlage der Bewässerungsrichtlinie NRW ist die Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" (GAK), die das wichtigste nationale Förderinstrument zur Unterstützung der Land- und Forstwirtschaft darstellt. Die Zuwendung wird damit vom Bund und dem Land NRW gemeinsam getragen. Die Förderanträge werden vom Direktor der Landwirtschaftskammer NRW als Landesbeauftragten bearbeitet.

Was wird gefördert

Als Zuwendungsempfänger zugelassen sind Körperschaften des öffentlichen Rechts einschließlich Gemeinden und Gemeindeverbände. Zudem sind Wasser- und Bodenverbände berechtigt Anträge zu stellen. In NRW haben bisher nur Wasser- und Bodenverbände eine Förderung im Rahmen der Bewässerungsrichtlinie beantragt. Gefördert wird zum einen die Entnahme von Wasser. Dabei ist es unerheblich, ob Grundwasser über Brunnen gefördert wird oder Wasser von beispielsweise Talsperren ab Übergabepunkten übernommen wird. Zudem kann die Speicherung des Wassers gefördert werden. In NRW bisher immer in Form von offenen Speicherbecken. Insbesondere bei der Frostberegnung von Obstkulturen wird in kurzer Zeit viel Wasser benötigt. Zudem kann Wasser aus regenreichen Zeiten gespeichert und bei Bedarf wieder abgegeben werden. Die Zuleitung kann bis zum einzelbetrieblichen Übergabepunkt gefördert werden. Investitionen in einzelbetriebliche Anlagen (Bspl.: Tröpfchen-Beregnungsanlagen in der Kultur) ist nicht förderfähig.

Förderhöhe und -ausschluss

Die Förderung wird als Anteilsfinanzierung mit einem Zuschuss von bis zu 70 Prozent gefördert. Maximal dürfen 2,1 Millionen Euro Zuwendung je Vorhaben bewilligt werden. Die Zuwendungsempfänger können auch mehrere Vorhaben umsetzen, wobei jedes Vorhaben fürs sich funktionsfähig sein muss. Von der Förderung ausgeschlossen ist der Bau von Verwaltungsgebäuden, die Anschaffung von Kraftfahrzeugen und Geräten und der Grunderwerb, sofern er mehr als 10 Prozent der förderfähigen Gesamtausgaben ausmacht. In vielen Fällen konnte der Grunderwerb für die Speicherbecken und Pumpenhäuser mit gefördert werden.

Schwerpunktbereiche

Im Rahmen der Antragstellung zur Bewässerungsrichtlinie, haben sich zwei Schwerpunktbereiche herausgebildet, die ineinander übergehen. Der erste Schwerpunktbereich ist der Rhein-Erft-Kreis westliche von Köln und Bonn gelegen, in dem viel Kernobst angebaut und oftmals selbst vermarktet wird. Diese Region hat auf NRW gesehen die negativste Wasserbilanz in der Vegetationszeit. In vielen Fällen wird die Wasserbereitstellung sowohl für die Bewässerung als auch für die Frostberegnung verwendet.

Der zweite Schwerpunkt liegt weiter nördlich im Tagebaurevier. Auf den hier vorherrschenden Lösböden wird viel Gemüse, Kartoffeln und Rüben angebaut. Durch die künstliche Absenkung der Grundwasserspiegel in dieser Region, steht oftmals nicht ausreichend Wasser für die Pflanzen zur Verfügung. Durch die Grundwasserabsenkung ist es nicht möglich, den Wasserbedarf über neue Brunnen zu decken. Das benötigte Wasser wird von Talsperren der rechtrheinischen Seite oder den Energieerzeugern, über das Abpumpen von Grundwasser für die notwendige Absenkung des Grundwasserspiegels in den Tagebauten, zur Verfügung gestellt.

Bereits umgesetzte Vorhaben

Seit 2019 wurden 12 Vorhaben mit einer Beregnungsfläche von ca. 2.000 Hektar bewilligt. Davon 1.700 Hektar Gemüseanbau und 300 Hektar Obstbau. Insgesamt wurden von den Zuwendungsempfängern 20,5 Millionen Euro investiert, wovon 12,5 Millionen Euro als Förderung bereitgestellt wurde. Das entspricht durchschnittlichen Gesamtkosten von 1,7 Millionen Euro ja Vorhaben bzw. 1,05 Millionen Euro Zuwendung je Vorhaben. Es hat sich gezeigt, dass die Projekte nach Veröffentlichung der Richtlinie erst anlaufen mussten und die ersten Auszahlungen erst 2021 getätigt wurden. Die Förderung hat sich bei um die 5 Millionen Euro pro Jahr eingependelt, wobei ein leichter Rückgang der Antragstellung beobachtet werden kann. Dies liegt unter anderem an den hohen Baukosten und den gestiegenen Zinsen.

Herausforderungen vor der Antragstellung

Vor der Antragstellung sind viele Voraussetzungen zu erfüllen, um einen Antrag stellen zu können. So bestehen nicht in allen Gebieten von NRW bereits Wasser- und Bodenverbände. Diese müssten teilweise vor Antragstellung noch gegründet werden.

Die Wasserverfügbarkeit über Brunnen ist nicht überall gegeben. Oftmals sind Gutachten und Probebohrungen notwendig. Diese können anteilig mit gefördert werden. Muss auf Wasser aus Talsperren zurückgegriffen werden, sind Verhandlungen über die Kosten mit den Betreibern notwendig. Das Wasserdargebot muss für 12 Jahre gewährleistet sein. Entweder über langjährige (mind. 12 Jahre) Verträge mit den Talsperren-Betreibern oder einer entsprechend langen Wasserentnahmegenehmigung. Die Zwischenfinanzierung der Projekte muss gewährleistet sein. Es gilt das Ausgabeerstattungsprinzip. Die Investition muss vom Wasser- und Bodenverband getragen werden können. Es müssen entsprechende Einnahmen generiert und Rücklagen für die Instanthaltung gebildet werden.

Herausforderungen während der Umsetzung

Die größte Herausforderung während der Umsetzung stellt für die Zuwendungsempfänger die Einhaltung des öffentlichen Vergaberechts dar. Viele antragstellende Wasser- und Bodenverbände haben sich an die Vergabestellen der Landkreise gewandt und von diesen die Ausschreibungen vornehmen lassen. Es kam während der Umsetzung der Projekte oftmals zu Verzögerungen, da die Gewerke nicht fristgerecht gestartet sind oder Ausschreibung zu keinem Erfolg geführt haben und erneut durchgeführt werden mussten. Zudem konnten nicht alle Projekte den Kostenplan einhalten.

Fazit

Trotz der großen Herausforderungen, berichten die teilnehmenden Betriebe, dass sie froh sind, über die zusätzliche Ertragsabsicherung durch die Bewässerung. Auch Aufgrund der Förderung haben diese Betriebe nun langjährige Wasserentnahmegenehmigungen und eine moderne Absicherung gegen auftretende Spätfröste.

4.4 Förderung Gemeinschaftlicher Bewässerungsinfrastruktur in Baden-Württemberg

Fabio Manuele Busciacco
Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg

Das Förderprogramm "Gemeinschaftliche Bewässerungsinfrastruktur" wurde im Februar 2021 als Pilotvorhaben in Baden-Württemberg eingeführt und wird aus Landesmitteln finanziert. Adressaten sind öffentlich-rechtliche Körperschaften wie Gemeinden und Wasser- und Bodenverbände. Bisher existieren in Baden-Württemberg relativ wenig überbetriebliche Einrichtungen zur Wasserbereitstellung und -speicherung für die Bewässerung oder Frostschutzberegnung. Auch sind größere organisierte Wasser- und Bodenverbände wenig verbreitet. Zur Sicherung einer umweltgerechten Lebensmittelproduktion über eine planvolle, effiziente und nachhaltige Nutzung der Wasservorkommen können über das Programm Vorhaben zum Aufbau der notwendigen Infrastruktur von der Entnahmestelle bis zur Übergabestelle an das einzelbetriebliche Bewässerungsnetz unterstützt werden.

Extreme Trockenperioden mit Temperaturanstieg, eine zunehmende Spätfrostgefahr durch den immer früheren Vegetationsbeginn und eine Verschiebung der Sommerniederschläge in den Winter erfordern in Baden-Württemberg vielfach zusätzliche Bewässerung. Die betrifft insbesondere den etablierten Obst-, Wein- und Gemüsebau, auch in bislang nicht typischen Bewässerungsregionen. Die Bewässerung dient vorrangig der Vermeidung von Trockenstress oder als Schutzmaßnahme durch Beregnung bei Spätfrösten, um dadurch die Qualität und den Ertrag der jeweiligen Kultur zu sichern. Durch den klimatischen Wandel werden natürliche Wasservorkommen knapper, weshalb einzelbetriebliche Lösungen an ihre Grenzen kommen und es aufgrund notwendiger Entnahmeeinschränkungen neue Wasserquellen zu erschließen und sinnvoll zu kombinieren gilt.

Die Verwaltungsvorschrift sieht einen Zuschuss in Höhe von 50 % der Bemessungsgrundlage vor. Förderfähig sind Investitionen in die Neuerstellung oder Erweiterung überbetrieblicher Wasserinfrastrukturen, wie Anlagen zur Wasserentnahme, -speicherung und Zuleitungen, als auch die notwendigen Vor- und Planungsarbeiten. Nicht förderfähig sind einzelbetriebliche Maßnahmen, der Kauf gebrauchter Technik und der Bau von Verwaltungsgebäuden. Für notwendige umfangreichere Machbarkeitsstudien, die im Vorfeld von geplanten Investitionen als abgeschlossene Maßnahme erforderlich sind, kann ein Zuschuss bis zu 70 Prozent der förderfähigen Kosten gewährt werden.

Die Antragsstellenden haben eine detaillierte Projektbeschreibung, eine Wirtschaftlichkeitsberechnung und eine Kostenschätzung vorzulegen. Die Einrichtungen müssen ökologische Anforderungen erfüllen und alle für die Errichtung erforderlichen Genehmigungen vorliegen.

Zusammengefasst wurden über das Programm in drei Jahren bereits 18 Fördervorhaben bewilligt, die insgesamt 3,7 Millionen Euro förderfähige Kosten umfassen, wobei die Einzelprojekte zwischen 35.000 Euro für Machbarkeitsstudien und 1,2 Mio. Euro für größere Investitionen liegen. Rückblickend betrachtet zeigen die Erfahrungen, dass die Anforderungen an die notwendigen Vorplanungen und Genehmigungsprozesse wie auch die Etablierung von Wasser- und Bodenverbänden hoch sind, was für die Umsetzung von Projekten eine große Herausforderung darstellt. Die Zusammenarbeit und das Engagement aller Beteiligten sind entscheidend für den Erfolg des Förderprogramms, um den klimatischen Veränderungen durch ein angepasstes nachhaltiges Wassermanagement erfolgreich begegnen zu können.

Kontakt und weitere Informationen

Weitere Details und Informationen zur Verwaltungsvorschrift Gemeinschaftliche Bewässerungsinfrastruktur sind über die Website des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) abrufbar https://foerderung.landwirtschaft-bw.de/,Lde/Startseite/Foerderwegweiser/Foerderung+Gemeinschaftlicher+Bewaesserungsinfrastruktur.

5 Schlussfolgerungen

Eine zukunftssichere Wasserversorgung ist ein höchst aktuelles Thema für den Gartenbau und die Politik, da die Produktion von Gemüse und Obst stark von ausreichender Wasserversorgung abhängig ist. Die Bereitstellung von frischen regionalen Gartenbauprodukten stellt ein strategisches Ernährungsziel und damit eine gesellschaftliche Aufgabe dar. Es ist aber auch zu beachten, dass der Gartenbau nicht nur die Produktion von Lebensmitteln umfasst, sondern auch Baumschulen und den Anbau von Zierpflanzen, welche einen wichtigen Anteil der sektoralen Produktionswerte einnehmen.

Die zukunftssichere Wasserversorgung des Gartenbaus erfordert sowohl die Anpassung des betrieblichen Wassermanagements als auch den politischen Willen, die Rahmenbedingungen für die Betriebe zu gestalten. Das betriebliche Wassermanagement umfasst viele Facetten in Bezug auf die Minderung des Wasser- und des Bewässerungsbedarfs, die Verbesserung der Wassernutzungseffizienz und andere Ansätze, um die verfügbaren Wasserressourcen nachhaltig zu nutzen. Entsprechend stellt das betriebliche Wassermanagement eine Maßnahmenkombination dar, die standortspezifisch und betriebsindividuell zu entwickeln ist, um zum einen positive Effekte auf die Wasserversorgung und Planbarkeit der Wasserverfügbarkeit zu erzielen und zum anderen zu einer nachhaltigen Nutzung von Wasserressourcen beizutragen.

Gartenbaulichen Betrieben steht eine Vielfalt von pflanzenbaulichen und technischen Maßnahmen zur Verfügung. Die teilnehmenden Akteure betonen aber, dass für ihre Umsetzung eine Weiterentwicklung der rechtlichen und förderrechtlichen Rahmenbedingungen erforderlich ist. Diese seien so zu gestalten, dass sie betriebsindividuelle Anpassungslösungen mit maximal positiven Effekten für den Gartenbau, die Wasserwirtschaft und andere relevante Bereiche im Rahmen einer nachhaltigen Nutzung der verfügbaren Wasserressourcen ermöglichen und fördern. Die Produzenten betonen insbesondere, dass die Umsetzung verschiedener Maßnahmen grundsätzlich möglich sein soll. Solange eine nachhaltige Nutzung der verfügbaren Wasserressourcen nicht gefährdet sei, dürften keine Maßnahmen pauschal priorisiert oder abgelehnt werden, sondern ihr Potenzial, ihre Umsetzbarkeit und Auswirkungen sollten möglichst standort- und anbauspezifisch überprüft werden. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wiesen außerdem auf die Nutzung möglicher Synergien mit dem Hochwasserschutz, Energieerzeugung und ggf. Naturschutz hin, welche die Grundlage für innovative Förderkonzepte schaffen können. Die Bewilligungsverfahren für Infrastrukturprojekte sollten standardisiert, harmonisiert und vereinfacht werden, die multifunktionale Nutzung von technischen Anlagen, z. B Wasserspeicherbecken, sollte ermöglicht und einzelbetriebliche Förderung bei Maßnahmenumsetzung zugelassen werden.

In den Diskussionen während der Veranstaltung zeigte sich außerdem, dass auch an anderen Stellen die Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen möglich ist, zum Beispiel in Bezug auf die Qualitätsanforderungen für die Vermarktung von gartenbaulichen Erzeugnissen, was zu einem effizienteren Wassereinsatz für die Bewässerung und zur Vermeidung von Lebensmittelverlusten beitragen kann.

Es wurde deutlich, dass ein Ausbau der betrieblichen Wassermanagementberatung erforderlich ist, um einzelne Betriebe beim Design des standortspezifischen und effizienten Wassermanagements sowie bei seiner Verzahnung mit dem regionalen Wassermanagement zu unterstützen. Die Beratungsstellen tragen dabei weiterhin zur Verbreitung von Innovationen im Bereich des Wassermanagements und von Digitalisierung der Bewässerungssteuerung bei. Auch Wasser- und Bodenverbände könnten zu diesen Aufgaben beitragen. Eine noch offene Frage aus den Diskussionen ist, wie eine Strategie zur Stärkung dieser Strukturen entwickelt werden kann und wie erfolgreiche Konzepte und Lösungsstrategien in andere Betriebe und Regionen übertragen werden können.

Die Veranstaltung machte deutlich, dass das betriebliche Wassermanagement im Kontext des regionalen Wassermanagements zu betrachten und zu gestalten ist, da die Wasserverfügbarkeit und die in Frage kommenden Anpassungsoptionen für einzelne Betriebe durch das regionale Wasserdargebot und die regionale Wassernutzungen, auch außerhalb der Landwirtschaft, bestimmt werden. Infolge der Umsetzung der Nationalen

Wasserstrategie werden Leitlinien für regionale Wasserversorgungskonzepte (Aktion 47) und Leitlinien für lokale oder regionale Priorisierungsentscheidungen im Fall von Wasserknappheit (Aktion 6) erarbeitet. Es wurde herausgestellt, dass die Interessen des Gartenbaus bei diesen Prozessen berücksichtigt und die Vertreter des Sektors frühzeitig miteinbezogen werden sollten. Aus Sicht der Produzenten darf der Gartenbau bei diesen Entscheidungen nicht auf den letzten Platz der Prioritätenliste rücken. Die während der Veranstaltung herausgestellte Bedeutung für die Humanernährung und regionale Wertschöpfung unterstreicht diese Forderung. Es wurde deutlich, dass der Sektor für einen Dialog mit den Wasserbehörden und anderen Wassernutzern in der Lage sein muss, den sektoralen Wasserbedarf und seine Entwicklung, das Potenzial und die Grenzen unterschiedlicher Anpassungsmaßnahmen für die Erhöhung von Wasserverfügbarkeit und -nutzungseffizienz sowie mögliche Folgen einer unzureichenden Wasserversorgung aufzuzeigen.

Für die politische Ebene wurde während der Veranstaltung deutlich, dass bei der Umsetzung und Weiterentwicklung der unterschiedlichen politischen Strategien – insbesondere der Nationalen Wasserstrategie, der Ernährungsstrategie, der Bio-Strategie 2030, der Energiewende – auf Konsistenz und soweit möglich Komplementarität der angestrebten Ziele und Maßnahmen zu achten ist. Dabei sollten auch die Implikationen der Ziele und Maßnahmen auf andere, nicht direkt adressierte Sektoren in der Planung berücksichtigt und Potentiale für Synergien genutzt werden.

Bibliografische Information:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter www.dnb.de abrufbar.

Bibliographic information:
The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliographie; detailed bibliographic data is available on the Internet at www.dnb.de

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter www.thuenen.de

Volumes already published in this series are available on the Internet at www.thuenen.de

Zitationsvorschlag – *Suggested source citation:*

Stupak N, Augustin L, Baumann T, Broda, S, Busciacco FM, Ebers N, Fricke E, Frühauf C, Grauthoff J, Gronimus S, Heßdörfer D, Klickermann F, Ostermann U, Rubo S, Söder M, Weinheimer S, Zinkernagel, J (2025) Herausforderung Wasserverfügbarkeit und Anpassungsoptionen im Gartenbau: Tagungsband zur Tagung am 18./19.06.2024 in Berlin. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 39 p, Thünen Working Paper 269, DOI:10.3220/253-2025-45

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

The respective authors are responsible for the content of their publications.

THÜNEN

Thünen Working Paper 269

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

thuenen-working-paper@thuenen.de
www.thuenen.de

DOI:10.3220/253-2025-45
urn:nbn:de:gbv:253-2025-000079-6