

Status quo der Bewässerung in Deutschland

Jacob Jeff Bernhardt, Nataliya Stupak, Sebastian Neuenfeldt, Franziska Potts

Thünen Working Paper 258

Jacob Jeff Bernhardt, M.Sc.; Dr. Franziska Potts

Thünen-Institut für Lebensverhältnisse in ländlichen Räumen

Dr. Nataliya Stupak

Thünen-Institut, Stabsstelle Klima, Boden, Biodiversität

Sebastian Neuenfeldt, M.Sc.

Thünen-Institut für Betriebswirtschaft

Johann Heinrich von Thünen-Institut

Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei

Institut für Ländliche Räume

Bundesallee 64

D-38116 Braunschweig

Tel.: 0531 596 5271

Fax: 0531 596 5599

E-Mail: jacob-jeff.bernhardt@thuenen.de

Thünen Working Paper 258

Braunschweig/Deutschland, Januar 2025

Zusammenfassung

Der Klimawandel verändert die Anbaubedingungen der Landwirtschaft in Deutschland. Spätestens seit den Dürrejahre 2018–2022 ist deutlich geworden, dass die klimatischen Veränderungen weitreichende Auswirkungen auf die Wasserverfügbarkeit und -nutzung bedeuten. Diese Entwicklung führt lokal zu Wasserknappheiten – mit Einschränkungen für die private und landwirtschaftliche Wassernutzung – sowie zu regionalen Konflikten zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft. Das Thema „Landwirtschaftliches Wassermanagement“ ist nicht zuletzt durch die „Nationale Wasserstrategie“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) in den politischen Fokus gerückt.

Die Bedeutung von Bewässerung in der Landwirtschaft wird voraussichtlich weiter zunehmen. Um politische Maßnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung und das Wassermanagement fundiert bewerten zu können, sind jedoch ausreichende Daten unerlässlich. Hier zeigt sich eine deutliche Diskrepanz zwischen der Verfügbarkeit relevanter Daten in Deutschland und dem steigenden Bedarf für politische und wissenschaftliche Fragestellungen. Am Thünen-Institut hat sich dieser Bedarf im Rahmen zahlreicher Projekte und Gremienarbeiten deutlich manifestiert. Aufgrund der Heterogenität der Landwirtschaft in Deutschland und regionalen Unterschieden der Einflussfaktoren ist eine detaillierte, kleinräumige und zeitlich hochaufgelöste Untersuchung des gesamten Bundesgebiets erforderlich. Eine flächendeckende Analyse liefert entscheidende Informationen und schafft die Grundlage, um zukünftig Nutzungskonflikten effektiv zu begegnen.

Eine zentrale Informationsquelle zur räumlichen Verteilung von Bewässerungsmerkmalen ist die Agrarstatistik. Im Rahmen der Landwirtschaftszählung (Vollerhebung) und der Agrarstrukturerhebung (Stichprobenerhebung) werden Daten zur Lage, Rechtsform, Bodennutzung, zu Viehbeständen und auch zur Bewässerung landwirtschaftlicher Betriebe erhoben. Die Aussagekraft dieser statistischen Erhebungen unterscheidet sich jedoch erheblich in Erhebungsmethode, erfassten Merkmalen und Erhebungsfrequenz.

Die vorliegende Studie wertet bundesweite Daten der Landwirtschaftszählungen und Agrarstrukturerhebungen im Zeitraum 2009–2023 aus, um den Status quo der Bewässerung in Deutschland zu beschreiben. Die hierfür beim Forschungsdatenzentrum (Statistikamt Nord / Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein in Kiel) angeforderten Daten wurden durch eine Clusteranalyse gruppiert, um den Vorgaben des Bundesstatistikgesetzes zum Statistikgeheimnis und der Geheimhaltung betrieblicher Informationen gerecht zu werden. Auf Grundlage dieser Daten wurden Entwicklungen der Bewässerungsflächen und weitere Merkmale (z. B. verwendete Techniken, bewässerte Kulturen) seit 2009 analysiert.

Neben einem Überblick über die Bewässerungslandwirtschaft in Deutschland thematisiert die Studie die Herausforderungen der Datenerhebung, Unsicherheiten in den statistischen Ergebnissen und die Grenzen der Interpretierbarkeit agrarstatistischer Daten.

Abschließend werden Empfehlungen zur Verbesserung der statistischen Erhebungen gegeben, darunter:

- Erfassung der Bewässerung von Kulturen unter Glas und der Frostschutzberechnung sowie des Wasserverbrauchs bei der Bewässerung einzelner Kulturgruppen
- Festlegung und Definition von Bewässerungsmerkmalen, räumlicher Auflösung und Regelmäßigkeit der jeweiligen Datenerhebungen in Abstimmung mit den relevanten Nutzerinnen und Nutzern dieser Daten
- detaillierte Erläuterung bzw. Beschreibung der Merkmale zur Verringerung des Interpretationsspielraums der Befragten
- regelmäßige Erfassung festgelegter Merkmale

Diese Maßnahmen sollen die Qualität und Verlässlichkeit der Agrarstatistiken nachhaltig verbessern.

Schlüsselwörter: Landwirtschaft, Bewässerung, Wassermanagement, Dürre, Klimawandel, Agrarstatistik, Umweltstatistik, Deutschland

JEL-Codes: Q15, Q25, Q54, C10

Summary

Climate change is altering the growing conditions for agriculture in Germany. At the very least since the drought years of 2018–2022, it has become clear that the climatic changes have consequences for water use. The results of this development are local water scarcity and restrictions on private or agricultural water use. This leads to temporal regional water use conflicts between water management and agriculture. As a result, the topic of agricultural water management has also moved up the political agenda.

Due to the heterogeneity of agriculture in Germany, and the spatial differences in the factors that determine irrigation agriculture, it is necessary to analyse the entire country at the smallest possible scale, and with a high temporal resolution. This comprehensive regional analysis provides the necessary data, and a decision-making basis, to counter future conflicts of interest related to water use. However, this contrasts with the actual availability of data on irrigation in Germany. A discrepancy exists between data availability and the data requests that has been made to the Thünen-Institute in the course of numerous projects and committee work.

Agricultural statistics are an important source of information on the actual spatial distribution of irrigation characteristics. In the agricultural census (full survey) and the agricultural structure survey (sample survey), data is collected from agricultural holdings on the location, legal form, land use, livestock and also on irrigation. The informative value of both statistical surveys differs considerably due to the survey method, the characteristics recorded and the frequency of the survey.

This report provides a description of irrigation in Germany and presents, interprets and discusses area-wide data from the agricultural censuses (German: "Landwirtschaftszählung") and agricultural structure surveys (German: "Agrarstrukturerhebung") for the period 2010–2023. The data was requested especially for this report from the German Research Data Centre (German: "Forschungsdatenzentrum – Statistikamt Nord / Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein in Kiel ") and was grouped using a cluster analysis to comply with the statistical confidentiality and privacy of the surveyed farms as stipulated in the Federal Statistics Act (German: "Bundestatistikgesetz"). Information on various variables (irrigation areas and volumes, crops irrigated, techniques used, the origin of water for irrigation as well as economic characteristics) is used to draw conclusions on the development of irrigated areas from 2010 to 2020. The regional distributions (at NUTS-3 or district level) are mapped and interpreted.

In addition to a description and an overview of irrigated agriculture in Germany, the challenges of data collection, uncertainties in statistical results and the limits of interpretability of agricultural statistical data are discussed and recommendations are made. In particular, the following measures to improve data quality and reliability are proposed:

- Recording of the irrigation of crops under glass and frost protection irrigation as well as water consumption for the irrigation of individual crop groups
- Specification and definition of irrigation characteristics as well as the spatial resolution and regularity of the respective data surveys in coordination with the principal users of these data
- Detailed explanation or description of the characteristics studied to reduce the respondents' scope for interpretation
- Regular recording of defined characteristics

Keywords: Agriculture, Irrigation, Water management, Drought, Climate Change, Agricultural statistics, Environmental statistics

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	i
Summary	ii
Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund und Problemstellung	1
1.2 Zielstellung und allgemeine Vorgehensweise	2
1.3 Entwicklung der Bewässerungslandwirtschaft vor 2009	4
2 Datengrundlagen und Methodik	7
2.1 Datengrundlagen	7
2.1.1 Agrarstrukturerhebung und Landwirtschaftszählung	7
2.1.2 Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	9
2.2 Aufbereitung von Daten aus der Agrarstatistik (FDZ-Anfrage)	11
2.3 Ermittlung von Schwerpunktgebieten der Bewässerung in Deutschland	13
3 Möglichkeit zur Bewässerung und potenziell bewässerbare Fläche	15
3.1 Bundes- und Landesebene (2009–2022)	16
3.2 Regionale Beschreibung für die Jahre 2009 und 2019	18
3.3 Schwerpunktgebiete der Bewässerung in Deutschland	20
3.4 Änderung und Entwicklungstrends	23
4 Tatsächliche Bewässerung	26
4.1 Bundes- und Landesebene (2009–2022)	26
4.2 Regionale Beschreibung für die Jahre 2009 und 2019	28
4.3 Änderung der tatsächlichen Bewässerung	30
5 Anteil der Kulturarten an der bewässerten landwirtschaftlich genutzten Fläche	32
5.1 Bundes- und Landesebene (2009 und 2022)	35
5.2 Regionale Beschreibung für das Jahr 2009	38
5.2.1 Getreide zur Körnergewinnung	38
5.2.2 Körnermais	39
5.2.3 Silomais	40
5.2.4 Kartoffeln	41
5.2.5 Zuckerrüben	43
5.2.6 Raps und Rübsen	44
5.2.7 Gemüse (inkl. Erdbeeren)	45
5.2.8 Andere Kulturen auf dem Ackerland	47
5.2.9 Baumobst und Nüsse	48
5.2.10 Andere Kulturen außerhalb des Ackerlandes	49
5.2.11 Dauergrünland	50

6	Bewässerungsverfahren und Technik für die Bewässerung im Freiland	52
6.1	Bundes- und Landesebene (2009 und 2022)	53
6.2	Regionale Beschreibung für das Jahr 2009	54
6.2.1	Beregnungsanlagen (Sprinklerbewässerung)	54
6.2.2	Tropfbewässerung (in Bodennähe, auch Mikrosprinkler)	56
7	Wasserherkunft und Quelle des Bewässerungswassers	59
7.1	Bundes- und Landesebene (2022)	60
7.2	Regionale Beschreibung für das Jahr 2009	62
7.2.1	Bezug von Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen	62
7.2.2	Grundwasser (auch Quellwasser und Uferfiltrat)	63
7.2.3	Betriebseigenes Oberflächenwasser (z. B. Teiche, Staubecken)	64
7.2.4	Betriebsfremdes Oberflächenwasser (z. B. Flüsse, Seen)	65
7.2.5	Andere Herkunft (z. B. Brackwasser, aufbereitetes Wasser)	66
8	Verbrauchte Wassermenge und Wasserverwendung im Betrieb	68
8.1	Bundes- und Landesebene (2009 und 2022)	69
8.2	Regionale Beschreibung für das Jahr 2009	71
9	Kosten für das Bewässerungswasser	73
10	Technische Ausstattung der betriebseigenen Bewässerungssysteme	75
11	Durchführung von Wartungsarbeiten am Bewässerungssystem oder Leitungsnetz in den Jahren 2020, 2021 und 2022	78
12	Vorhandensein und Art von Wassermesssystemen	80
13	Art der Bewässerungssteuerung	82
14	Fazit und Empfehlungen für eine Verbesserung der Agrarstatistik	85
14.1	Fazit	85
14.2	Empfehlungen für eine Verbesserung der Agrarstatistik	87
	Literaturverzeichnis	89
	Anhang	97

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Fließschema zu den Arbeitspaketen der Studie.....	4
Abbildung 2:	Entwicklung der Bewässerungsfläche in Ost-, West- und Gesamtdeutschland von 1900 bis 2005.....	5
Abbildung 3:	Anteil der bewässerbaren Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland im Jahr 2009.....	19
Abbildung 4:	Anteil der bewässerbaren Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland im Jahr 2019.....	20
Abbildung 5:	Übersicht der Schwerpunktgebiete der Bewässerung in Deutschland.....	21
Abbildung 6:	Änderung des Anteils der bewässerbaren Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland zwischen den Jahren 2009 und 2019.....	25
Abbildung 7:	Klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperiode (April bis September) in Deutschland als langjähriger Mittelwert von 1991 bis 2020 sowie für die Kalenderjahre der agrarstatistischen Erhebungen 2009, 2012, 2015, 2019, 2022	28
Abbildung 8:	Anteil der tatsächlich bewässerten Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland im Jahr 2009	29
Abbildung 9:	Anteil der tatsächlich bewässerten Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland im Jahr 2019	30
Abbildung 10:	Änderung des Anteils der tatsächlich bewässerten Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland zwischen den Jahren 2009 und 2019.	31
Abbildung 11:	Prozentualer Anteil der Bewässerung von Getreide an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009.....	39
Abbildung 12:	Prozentualer Anteil der Bewässerung von Körnermais an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009.....	40
Abbildung 13:	Prozentualer Anteil der Bewässerung von Silomais an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009.....	41
Abbildung 14:	Prozentualer Anteil der Bewässerung von Kartoffel an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009.....	42
Abbildung 15:	Prozentualer Anteil der Bewässerung von Zuckerrüben an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009.....	44
Abbildung 16:	Prozentualer Anteil der Bewässerung von Raps und Rübsen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009.....	45
Abbildung 17:	Prozentualer Anteil der Bewässerung von Gemüse (inkl. Erdbeeren) an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009.....	47
Abbildung 18:	Prozentualer Anteil der Bewässerung von anderen Kulturen auf dem Ackerland an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009.....	48

Abbildung 19:	Prozentualer Anteil der Bewässerung von Baumobst und Nüssen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009.....	49
Abbildung 20:	Prozentualer Anteil der Bewässerung von anderen (Dauer-)Kulturen außerhalb des Ackerlandes an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009.....	50
Abbildung 21:	Prozentualer Anteil der Bewässerung von Dauergrünland an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009.....	51
Abbildung 22:	Unterschiedliche Bewässerungsverfahren (Bewässerungstechniken)	52
Abbildung 23:	Prozentualer Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die überwiegend Sprinklerbewässerung (Beregnungsanlagen) nutzen	56
Abbildung 24:	Prozentualer Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die überwiegend Tropfbewässerung in Bodennähe (auch Mikrosprinkler) nutzen	58
Abbildung 25:	Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die als Wasserquelle für die Bewässerung überwiegend Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen nutzen	62
Abbildung 26:	Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die als Wasserquelle für die Bewässerung überwiegend Grundwasser nutzen.....	64
Abbildung 27:	Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die als Wasserquelle für die Bewässerung überwiegend betriebseigenes Wasser nutzen	65
Abbildung 28:	Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die als Wasserquelle für die Bewässerung überwiegend betriebsfremdes Oberflächenwasser nutzen	66
Abbildung 29:	Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die als Wasserquelle für die Bewässerung überwiegend Wasser aus anderer Herkunft nutzen.....	67
Abbildung 30:	Entwicklung der Frischwassereinsatzes in Deutschland für die Wassernutzung „Beregnung oder Bewässerung“	70
Abbildung 31:	Verbrauchte Wassermenge für die Bewässerung in Kubikmetern als Summe aller Betriebe je Kreis im Jahr 2009	72
Abbildung 32:	Übersicht verschiedener Bewässerungssteuerungen.....	82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick zu den erhobenen Merkmalen der Bewässerungslandwirtschaft in Deutschland.....	9
Tabelle 2:	Übersicht der verwendeten statistischen Daten aus Berichten oder Tabellen	11
Tabelle 3:	Zusammenfassung von Kreisen aufgrund von Gebietsänderungen in Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen	13
Tabelle 4:	Klasseneinteilung für die Darstellung der landwirtschaftlich genutzten Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung der Jahre 2009 und 2019	15
Tabelle 5:	Klasseneinteilung für die Änderung der Größe der landwirtschaftlich genutzten Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung im Freiland für die Jahre 2009 und 2019	16
Tabelle 6:	Entwicklung der Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe mit Möglichkeit zur Bewässerung zwischen 2009 und 2022.....	17
Tabelle 7:	Entwicklung der landwirtschaftlichen Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung zwischen 2009 und 2022	18
Tabelle 8:	Einteilung von Kreisen in die Schwerpunktgebiete der Bewässerung in Deutschland	22
Tabelle 9:	Klasseneinteilung für die Darstellung der landwirtschaftlich genutzten Fläche, die 2009 und 2019 tatsächlich bewässert wurde	26
Tabelle 10:	Anteil der tatsächlich bewässerten landwirtschaftlichen Fläche an der Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung in Deutschland nach Bundesländern in den Jahren 2009, 2012, 2015, 2019 und 2022	27
Tabelle 11:	Übersicht und Änderungen der Merkmale zum „Anteil der Kulturarten an der bewässerten Fläche“ im Vergleich der Landwirtschaftszählung 2010 und der Agrarstrukturerhebung 2023	33
Tabelle 12:	Übersicht und Beschreibung der Merkmale „Anteil der Kulturarten an der bewässerten Fläche“ aus der Landwirtschaftszählung 2009.....	34
Tabelle 13:	Klasseneinteilung für die Darstellung der landwirtschaftlich genutzten Fläche, die 2009 tatsächlich bewässert wurde, differenziert nach Kulturarten	35
Tabelle 14:	Tatsächlich bewässerte landwirtschaftlich genutzte Fläche in Deutschland, differenziert nach Bundesländern und Kulturarten für das Jahr 2022, in Hektar	37
Tabelle 15:	Klasseneinteilung für den Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis, die das Bewässerungsverfahren „Beregnungsanlage (Sprinklerbewässerung)“ nutzen.....	53
Tabelle 16:	Klasseneinteilung für den Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis, die das Bewässerungsverfahren „Tropfbewässerung“ nutzen	53
Tabelle 17:	Anzahl der Betriebe je Bundesland in Deutschland, welche die unterschiedlichen Bewässerungsverfahren im jeweiligen Jahr überwiegend genutzt haben	54
Tabelle 18:	Klasseneinteilung für den Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, welche überwiegend eine entsprechende Wasserquelle für die Bewässerung nutzen	60
Tabelle 19:	Genutzte Wasserquelle für die Bewässerung im Jahr 2022, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland	61

Tabelle 20:	Wertespannen für die Anteile der „im Kalenderjahr 2009 verbrauchten Wassermengen“	68
Tabelle 21:	Verbrauchte Wassermenge für die Bewässerung im Freiland – Vergleich 2009 zu 2022	70
Tabelle 22:	Frischwassereinsatz für die Beregnung im Vergleich zum Gesamtfrischwassereinsatz je Bundesland in Deutschland aus der Erhebung der „Nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“	71
Tabelle 23:	Differenzierung der Kosten für das Bewässerungswasser, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland	74
Tabelle 24:	Vorhandensein von betriebseigenen Bewässerungssystemen, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland	77
Tabelle 25:	Durchführung von Wartungsarbeiten in den vergangenen drei Jahren am Bewässerungssystem oder Leitungsnetz, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland.....	79
Tabelle 26:	Vorhandensein und Art von Wassermesssystemen im Jahr 2022, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland	81
Tabelle 27:	Art der Bewässerungssteuerung im Jahr 2022, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland.....	84

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AgrStatG	Agrarstatistikgesetz
Anm.	Anmerkung
ASE	Agrarstrukturerhebung
BB	Brandenburg
BE	Berlin
BstatG	Bundesstatistikgesetz
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
DESTATIS	Statistisches Bundesamt
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
FDZ	Forschungsdatenzentrum – Statistikamt Nord / Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (Kiel)
ha	Hektar
HB	Bremen
HE	Hessen
HH	Hamburg
HID	Historical Irrigation Dataset
KWBv	Klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LZ	Landwirtschaftszählung
MV	Mecklenburg-Vorpommern
NI	Niedersachsen
NUTS	<i>Nomenclature des unités territoriales statistiques</i> / hierarchische Systematik zur eindeutigen Identifizierung und Klassifizierung der räumlichen Bezugseinheiten der amtlichen Statistik in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union
NW	Nordrhein-Westfalen
RP	Rheinland-Pfalz
SH	Schleswig-Holstein
SL	Saarland
ST	Sachsen-Anhalt
TH	Thüringen
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Problemstellung

Durch die Dürrejahre 2018–2022 rückt der Themenkomplex „Bewässerungslandwirtschaft“ zunehmend auf die politische und gesellschaftliche Agenda in Deutschland. Klimatische Änderungen werden spürbar. Eine zeitliche Verschiebung von Niederschlagsmengen, ansteigende mittlere Temperaturen sowie zunehmende Häufigkeit und Intensität von Extremwetterlagen führen zu häufigeren und länger anhaltenden Dürrephasen während der Vegetationsperiode in Deutschland (Pfeifer et al., 2020; Söder et al., 2022). Klimaszenarien prognostizieren eine Fortschreibung dieser Entwicklung bis zum Ende des Jahrhunderts. Für die landwirtschaftliche Produktion spielt die Wasserverfügbarkeit eine besondere Rolle. Studien weisen auf eine Abnahme der Wasserverfügbarkeit und einen Anstieg der Dauer von agrarischen Dürren in Abhängigkeit des Erwärmungsgrad hin (Zink et al., 2016; Samaniego et al., 2018; Thober et al., 2018), die durch den Klimawandel verstärkt werden (Hoegh-Guldberg et al., 2022). Dies hat Auswirkungen auf die Bewässerung als produktionstechnische Maßnahme zum Ausgleich von Niederschlagsdefiziten und zum Aufrechterhalten optimaler Bodenwassergehalte für das Wachstum landwirtschaftlicher Kulturen. Bewässerungsmaßnahmen dienen als Grundlage für Ertragsstabilität, begünstigen gute Qualitäten und machen Bewässerungsbetriebe zu verlässlichen Marktpartnerinnen und Marktpartnern (Fricke, 2023). Diese Vorteile der Bewässerung gelten auch für Deutschland und sind besonders dort am größten, wo die Ertrags- und Qualitätspotenziale durch ausbleibende Niederschläge in Kombination mit einer schlechten Wasserhaltefähigkeit der Böden begrenzt werden.

Die Notwendigkeit der Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Das standortspezifische Klima (Niederschlag, Verdunstung) bestimmt den **Bewässerungsbedarf**, welcher in Wechselwirkung mit den angebauten Kulturen, deren spezifischen Wasserbedarfen und dem Boden (insbesondere Wasserhaltefähigkeit) steht. Der Begriff „Zusatzwasserbedarf“, der im Rahmen der Beurteilung von Anträgen zur Entnahme von Wasser für die Bewässerung (DWA, 2022) verwendet wird, ist synonym zu verstehen. Darüber hinaus gibt es den Begriff „Bewässerungsbedürftigkeit“, der keine an die Bewässerung gekoppelte Wassermenge umfasst, sondern definiert, ob ein Standort bewässerungsbedürftig ist oder nicht – also ob ein Bewässerungsbedarf besteht, ohne diesen zu quantifizieren (Engel und Heumann, 2024).

Zusammen mit dem Bewässerungsbedarf bildet die **Bewässerungswürdigkeit** die Grundlage für die Entscheidung für bzw. Rechtfertigung von Bewässerungsmaßnahmen. Die Bewässerungswürdigkeit betrachtet dabei den Nutzen der Bewässerung aus einer ökonomischen Perspektive, beschreibt also grundlegend deren Wirtschaftlichkeit. Die Wirtschaftlichkeit von Bewässerungsmaßnahmen hängt von Standortfaktoren wie Wetter und Boden, der angebauten und beregneten Kultur, der Bewässerungstechnik und damit einhergehenden Kosten sowie den Erzeugerpreisen und den durch Beregnung vermiedenen Ertragsverlusten ab. Eine Bewässerung ist ökonomisch sinnvoll (bewässerungswürdig), wenn der Mehrerlös durch Ertrags- oder Qualitätssicherung die Mehrkosten übersteigt, die durch die Bewässerung anfallen (LTZ, 2024).

Die **Verfügbarkeit von Wasser für die Bewässerung** ist ein weiterer wichtiger Aspekt für die Beantwortung von Fragestellungen rund um die Bewässerungslandwirtschaft in Deutschland und erleichtert die Interpretation räumlicher Muster. Die Verfügbarkeit von Bewässerungswasser bezieht sich auf die Menge und Qualität des Wassers, das für die landwirtschaftliche Bewässerung genutzt werden kann. Dabei sind das verfügbare Wasserdargebot, die potenzielle Quelle des Bewässerungswassers, die Wasserqualität und auch die gesetzlichen Rahmenbedingungen von Bund und Ländern (z. B. Wasserrechte, Wasserentgelte) zu berücksichtigen.

Mit diesem Dreiklang und der räumlichen Ausprägung der relevanten Standortfaktoren, die allesamt regionale und betriebsbezogene Unterschiede aufweisen, lassen sich die räumlichen Muster der Bewässerung in Deutschland beschreiben.

Schon heute führen die klimatischen Änderungen zu einem erhöhtem Wasserbedarf der Landwirtschaft, wodurch die Landwirtschaft neben Industrie, Gewerbe, privaten Haushalten, Bergbau und Umwelt als weiterer Wassernutzungssektor an Bedeutung gewinnt. Dies zeigen Studien für einzelne Bundesländer wie Bayern (Bernhardt et al., 2022), Nordrhein-Westfalen (Anter et al., 2018; Kreins et al., 2015) und Niedersachsen (Bug und Harders, 2024) oder auf Bundesebene (McNamara et al., 2024). Um vor diesem Hintergrund mögliche Interessenkonflikte zwischen Sektoren und innerhalb der Landwirtschaft zu identifizieren und diesen im Sinne der Nationalen Wasserstrategie¹ zu begegnen, sind Daten zur Bewässerung und deren Entwicklung notwendig. Die Landwirtschaft in Deutschland ist strukturell relativ heterogen und durch unterschiedliche klimatische Bedingungen geprägt. Entsprechend ist eine möglichst kleinräumige Betrachtung bzw. Datenerhebung notwendig.

Daten zur Bewässerung in Deutschland gibt es nur wenige. Sie stammen einerseits aus den Erhebungen der Agrarstatistik Landwirtschaftszählung (LZ), der Agrarstrukturserhebung (ASE) sowie der Erhebung der „Nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ als Teil der Umweltstatistik. Diese Daten stellen derzeit die verlässlichsten Quellen und die einzigen veröffentlichten Realdaten dar. Aufgrund des Datenschutzes der einzelnen Betriebe werden die Informationen räumlich stark aggregiert bzw. mit gesperrten Werten veröffentlicht. Die Aggregation erfolgt in der Regel auf Ebene der Bundesländer (NUTS-1). Außerdem erfolgen die Erhebungen der Agrarstatistik nicht jährlich fortlaufend. Daten mit einer höheren räumlichen Auflösung (z. B. NUTS-3) werden nicht flächendeckend für Deutschland, sondern nur für einzelne Bundesländer veröffentlicht. Nur die Studie „Wassermanagement in der Landwirtschaft“ (ZALF, 2015) zeigt einen Überblick der Bewässerung in Deutschland und nutzt dafür Daten der LZ 2010 auf regionaler (NUTS-)Ebene.

1.2 Zielstellung und allgemeine Vorgehensweise

In dieser Studie werden alle verfügbaren Daten mit einem thematischen Bezug zur Bewässerung, der Agrarstatistik (LZ und ASE) und Umweltstatistik („Nichtöffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“) ab dem Jahr 2009 auf Bundes-, Landes- und regionaler Ebene (NUTS-3) dargestellt und beschrieben, um den Status quo der deutschen Bewässerungslandwirtschaft zu beschreiben.

Dieses Ziel lässt sich wie folgt weiter untergliedern:

- (1) Beschreibung räumlicher Muster der Bewässerungslandwirtschaft in Deutschland auf regionaler Ebene (NUTS-3) anhand einer vergleichbaren Datenbasis und Ermittlung von Schwerpunktgebieten der Bewässerung
- (2) Analyse der Dynamik bzw. Veränderung der Ausprägung der Bewässerung (Flächengröße, Anzahl der Betriebe, Anteile an der landwirtschaftlich genutzten Fläche) über die Erhebungsjahre ab 2009 und Ableitung einer zeitlichen Entwicklung
- (3) Diskussion von Eignung, Unsicherheiten und Interpretationsmöglichkeiten der Informationen zur Bewässerung aus der Agrar- und Umweltstatistik und Ableitung von möglichen Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Informationslage

Zur Erreichung der Ziele lässt sich die Studie in fünf aufeinander aufbauende Arbeitspakete gliedern, die in Abbildung 1 dargestellt sind.

Arbeitspaket 1: Datenbeschaffung auf Aufbereitung

Im ersten Schritt erfolgte eine umfassende Daten- und Literaturbeschaffung. Dies umfasste neben der Erfassung statistischer Daten auch allgemeine Informationen zur Bewässerung in Deutschland. Daten und Literatur dienten

¹ BMUV (2023) – Nationale Wasserstrategie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV). Kabinettsbeschluss vom 15. März 2023.

als Grundlage für diese Studie und wurden entsprechend ausgewertet. Während ein Großteil der statistischen Informationen über das Statistische Bundesamt (DESTATIS) kostenfrei zugänglich war, musste für die Erfassung von regionalen Informationen eine Anfrage beim FDZ gestellt werden. Zum Teil wurden die dort abgefragten Informationen durch eine Clusteranalyse aufbereitet (siehe Kapitel 2.2), sodass sie datenschutzkonform analysiert werden konnten. Weiterführende Informationen zu den verwendeten Daten und deren Aufbereitung finden sich in Kapitel 2.

Arbeitspaket 2: Situationsbeschreibung der Bewässerung auf Bundes- und Landesebene

Im zweiten Arbeitspaket wurden Daten und Informationen zur Bewässerungslandwirtschaft auf Bundes- und Landesebene herangezogen, um überregionale Muster und grundlegende Tendenzen zu beschreiben. Dazu wurden die agrarstatistischen Bewässerungsmerkmale der LZ, der ASE sowie die Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung auf Bundeslandebene vergleichend gegenübergestellt.

Arbeitspaket 3: Analyse der Merkmale „Tatsächliche Bewässerung“ und „Möglichkeit zur Bewässerung“, Vergleich der Erhebungen der Kalenderjahre 2009 und 2019 und Ableitung von Schwerpunktgebieten der Bewässerung

Die statistischen Daten der LZ 2010 und 2020, die sich jeweils auf die Informationen des Vorjahres beziehen, wurden hinsichtlich der regionalen Flächenumfänge analysiert. Dabei kamen die statischen Merkmale „Tatsächliche Bewässerung“ und „Möglichkeit zur Bewässerung“ zum Einsatz, um räumliche Übereinstimmungen und Unterschiede zwischen den beiden Kalenderjahren auf Kreisebene (NUTS-3) zu untersuchen.

Im Anschluss dienten die Daten des Merkmals „Möglichkeit der Bewässerung“ zur Ermittlung sogenannter „Schwerpunktgebiete der Bewässerung“ (siehe Methodenkapitel 2.3). Die Schwerpunktgebiete (siehe Kapitel 3.3) fanden bei Bearbeitung der nächsten Arbeitspakete und für die gebietsbezogene Beschreibung der Bewässerungsgebiete Anwendung.

Die Veränderungen der Flächenanteile der Merkmale zwischen den beiden Erhebungen der LZ wurden verglichen und daraus räumliche Änderungen abgeleitet (siehe Kapitel 3.4).

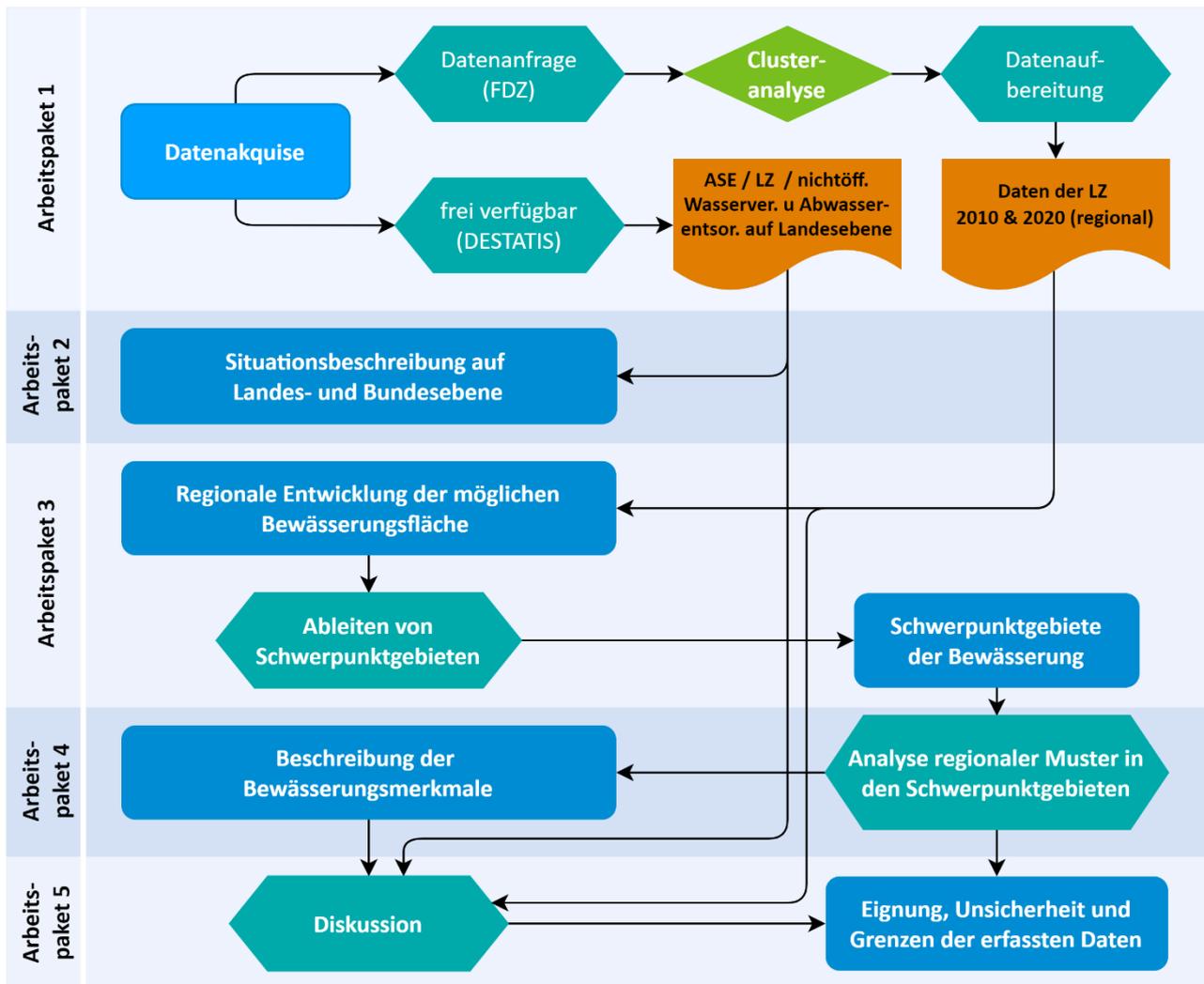
Arbeitspaket 4: Beschreibung und Analyse der Bewässerung anhand regionalisierter Daten

Die Schwerpunktgebiete der Bewässerung dienen anschließend als Orientierungspunkte für die Beschreibung und Analyse regionaler Muster der Bewässerung im Bundesgebiet auf Basis der LZ 2010. Die Erläuterungen und Beschreibungen der Merkmale sind in den Kapiteln 3 bis 13 aufgeführt. Jedes Kapitel startet mit einer Merkmalsbeschreibung, es folgen die Beschreibung auf Bundes- und Landesebene und anschließend – sofern die Daten vorliegen – eine regionale Beschreibung auf NUTS-3-Level.

Arbeitspaket 5: Diskussion

Abschließend wurden die Eignung, mögliche Unsicherheiten und Interpretationsmöglichkeiten der erfassten Daten und der Erhebungen zur Bewässerung in der Agrarstatistik im Allgemeinen diskutiert (siehe Kapitel 14).

Abbildung 1: Fließschema zu den Arbeitspaketen der Studie



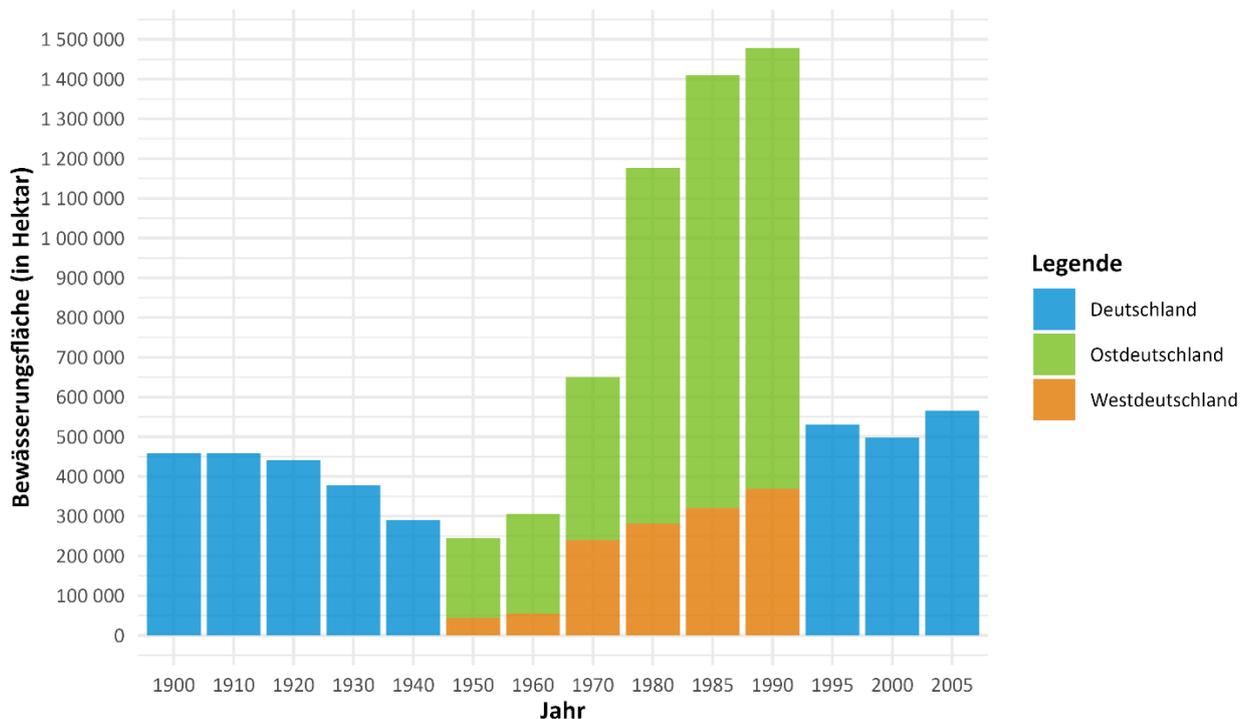
Quelle: Eigene Darstellung.

1.3 Entwicklung der Bewässerungswirtschaft vor 2009

Das Zusammenspiel aus Bewässerungsbedarf, Bewässerungswürdigkeit und der Verfügbarkeit von Wasser für die Bewässerung hat die Bewässerungswirtschaft in Deutschland und Mitteleuropa auch schon in der Vergangenheit geprägt. Leibundgut und Vonderstrass (2016) beschreiben die Entwicklung einer traditionellen Bewässerung, die mit der Sesshaftigkeit in der Jungsteinzeit begann und anschließend durch die Griechen und Römer weiterentwickelt wurde. Ihre Blütezeit erlebte sie im Hoch- und Spätmittelalter, befördert durch maurisches Wissen und klösterliche Innovationen. Im 20. Jahrhundert verdrängten der agrartechnologische Fortschritt und die Mechanisierung der Landwirtschaft die traditionellen Methoden zugunsten moderner Bewässerungstechniken.

Die Entwicklung der Landwirtschaft im 20. Jahrhundert in Deutschland unterlag umfangreichen Veränderungen. Es gab Innovationen in der Technik, politische Reformen und starke Umbrüche durch die Weltkriege und durch die anschließende Teilung Deutschlands. Eine einzigartige Datenreihe der historischen Entwicklung der Bewässerungsflächen von 1900 bis 2005 in Deutschland wurde von Siebert et al. (2014) im „Historical Irrigation Dataset (HID)“ zusammengetragen. Dieser Datensatz wird im Folgenden für die Beschreibung genutzt. Die Entwicklung der Bewässerungsflächen in Deutschland von 1900 bis 2005 ist in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2: Entwicklung der Bewässerungsfläche in Ost-, West- und Gesamtdeutschland von 1900 bis 2005



Anm.: Die Anteile der landwirtschaftlichen Flächen, die mit Bewässerung ausgestattet sind, wurden von Siebert et al. (2014) für die dargestellten Jahre interpoliert, wenn keine Daten vorlagen. Die Primärquellen der vorhandenen Datensätze sind: 1912 (Kaiserliches Statistisches Amt, 1913); 1927 (Statistisches Reichsamt, 1930); 1936 (Statistisches Reichsamt, 1936); 1952 und 1963 (Kappes, 1990; Meißner, 1991; Wolff et al., 1996); 1975, 1983, 1986 und 1989 (Simon, 2009); 1995 (Roth et al., 1995); 2001 (Fricke und Heidorn, 2004); 2009 (DESTATIS, 2011d).

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von Siebert et al. (2014).

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts betrug die bewässerte Fläche in Deutschland insgesamt 459.000 Hektar (ha) und bleibt im nächsten Jahrzehnt relativ konstant. In den folgenden Jahrzehnten zeigte sich jedoch ein allmählicher Rückgang der Bewässerungsfläche. Dieser Abwärtstrend hat sich bis in die 1940er Jahre fortgesetzt, als die Bewässerungsfläche noch 289.936 ha betrug.

Mit dem Ende des Zweiten Weltkriegs und der daraus resultierenden Teilung Deutschlands änderte sich das Bild sowohl in West- als auch in Ostdeutschland. In Westdeutschland lag die bewässerte Fläche im Jahr 1950 bei 44.000 ha, während sie in Ostdeutschland mit 201.141 ha wesentlich größer war. In den folgenden Jahrzehnten nahm die bewässerte Fläche in beiden Teilen Deutschlands stark zu. Bis 1960 stieg sie in Westdeutschland auf 55.000 ha und in Ostdeutschland auf 250.354 ha an.

Die Zunahme setzte sich sowohl in Ost- als auch in Westdeutschland fort. Im Jahr 1970 konnten in Ostdeutschland 410.000 ha landwirtschaftlich genutzte Flächen bewässert werden. Im gleichen Jahr belief sich die bewässerte Fläche in Westdeutschland auf vergleichsweise geringe 239.788 ha, wobei der relative Anstieg höher war als in Ostdeutschland. In den 1980er Jahren entwickelten sich die Bewässerungsflächen jedoch sehr unterschiedlich. In Ostdeutschland gab es einen weiteren starken Anstieg, wodurch die bewässerte Fläche bis 1980 auf 894.400 ha und bis 1985 auf 1.089.400 ha anwuchs. Auch in Westdeutschland nahm die bewässerte Fläche zu, erreichte jedoch mit 281.715 ha (1980) und 320.467 ha (1985) geringere Flächengrößen als in Ostdeutschland und relativ gesehen auch einen geringeren Anstieg.

Im Jahr 1989 war die Bewässerungsfläche in Ostdeutschland historisch gesehen am höchsten und nahm mit 1.150.800 ha rund 19 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche in Ostdeutschland (6.171.300 ha) ein (Simon, 2009). Nach der Wiedervereinigung kam es zu einer Zusammenführung der statistischen Erhebung und

zu einer gemeinsamen Berichterstellung. Die Bewässerungsfläche ist im Zuge der Wiedervereinigung massiv zurückgegangen. Im Jahr 1995 lag die bewässerte Fläche deutschlandweit bei 531.120 ha. Der fallende Trend setzte sich bis in das Jahr 2000 fort, wodurch die bewässerte Fläche auf 498.203 ha reduziert wurde. Bis 2005 stieg die Fläche jedoch wieder auf 565.274 ha.

Die historische Entwicklung der **Bewässerung in Ostdeutschland** ist komplex und für sich zu betrachten. Um die eigene landwirtschaftliche Produktion und damit die Eigenversorgung sicherzustellen, förderte die DDR den Ausbau der Bewässerung programmatisch. Dies erklärt den enormen Anstieg der Bewässerungsfläche in Ostdeutschland bis in die 1980er Jahre. Diese Politik zielte darauf ab, auch in Jahren mit extrem niedrigen Niederschlägen hohe Erträge zu gewährleisten und versuchte die landwirtschaftliche Produktion so unabhängig wie möglich von Importen zu halten. Die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen hat einen wesentlichen Beitrag dazu geleistet, dass die Selbstversorgung in der DDR weitestgehend erreicht wurde. Eine Besonderheit der damaligen Bewässerung war, dass neben einer klassischen Beregnung auch die sogenannte Staubewässerung genutzt wurde, die 1989 sogar den größeren Teil der Bewässerungsflächen abdeckte. Die Staubewässerung wurde in den Niederungen angelegt und ist eine flexible Methode zur Steuerung von Wasserständen auf und entlang von landwirtschaftlichen Flächen. Grundwasserstände konnten im Frühjahr absenkt werden, um die Befahrbarkeit der Flächen zu fördern. Im Sommer konnte der Grundwasserstand durch Staubauwerke im Vorfluter angehoben werden, um das Wasser über Gräben zu den landwirtschaftlichen Flächen zu leiten und dort Bodenfeuchte und den kapillaren Aufstieg zu fördern (Simon, 2009). Das Prinzip der Staubewässerung findet heutzutage in Deutschland nahezu keine Anwendung mehr, sodass die Bewässerungslandwirtschaft durch die Beregnung geprägt wird. Eine ausführliche Beschreibung der Bewässerungslandwirtschaft in der DDR enthält der Bericht „Die landwirtschaftliche Bewässerung in Ostdeutschland seit 1949 – Eine historische Analyse vor dem Hintergrund des Klimawandels“ von Simon (2009).

Neuere Zahlen zur Bewässerung werden durch die Agrarstatistik (LZ und ASE) erfasst. Seit der Nacherhebung der LZ 2009 gibt es regelmäßige statistische Erhebungen, welche die Grundlage für die Status-quo-Beschreibung der Bewässerung in Deutschland in dieser Studie bilden.

2 Datengrundlagen und Methodik

2.1 Datengrundlagen

2.1.1 Agrarstrukturerhebung und Landwirtschaftszählung

Die statistische Erhebung von Daten zur Landwirtschaft wird in Deutschland durch das Bundesstatistikgesetz (BstatG)² und das Agrarstatistikgesetz (AgrStatG)³ geregelt, in denen auch eine Auskunftspflicht für die Inhaberinnen und Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe festgelegt ist (§ 15 BstatG, § 93 Absatz 1 Satz 1 AgrStatG). Die Gesetze dienen der Umsetzung der europäischen Verordnung (EU) 2018/1091⁴ über integrierte Statistiken zu landwirtschaftlichen Betrieben und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 1166/2008⁵ und (EU) Nr. 1337/2011⁶ sowie der entsprechenden Durchführungsverordnung (EU) 2018/1874⁷. Die Erhebung von Daten zur Landwirtschaft soll regionale, statistische Daten liefern, die zur Unterstützung bei nationalen und europäischen Entscheidungen im Rahmen der Agrarpolitik dienen. Zudem liefern die Ergebnisse sachliche Informationen für aktuelle Diskussionen in Politik und Gesellschaft (DESTATIS, 2021b).

Es werden u. a. die Erhebungseinheiten, -art und -merkmale festgelegt. Die Erhebungseinheiten sind gemäß § 91 AgrStatG seit der letzten Anpassung vor der Erhebung 2010 alle landwirtschaftlichen Betriebe, die mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllen:

- 5 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche
- zehn Rinder
- 50 Schweine oder zehn Zuchtsauen
- 20 Schafe
- 20 Ziegen
- 1.000 Haltungsplätze für Geflügel
- 0,5 ha Hopfenfläche
- 0,5 ha Tabakfläche
- 1 ha Dauerkulturfläche im Freiland

² Gesetz über die Statistik für Bundeszwecke (Bundesstatistikgesetz – BStatG): Bundesstatistikgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2394), das zuletzt durch Artikel 14 des Gesetzes vom 8. Mai 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 152) geändert worden ist. .

³ Gesetz über Agrarstatistiken (Agrarstatistikgesetz – AgrStatG): Agrarstatistikgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Dezember 2009 (BGBl. I S. 3886), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. November 2022 (BGBl. I S. 2030) geändert worden ist. .

⁴ Verordnung (EU) 2018/1091 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juli 2018 über integrierte Statistiken zu landwirtschaftlichen Betrieben und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 1166/2008 und (EU) Nr. 1337/2011 (ABI L 200 S. 1–29). .

⁵ Verordnung (EG) Nr. 1166/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über die Betriebsstrukturerhebungen und die Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden sowie zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 571/88 des Rates (ABI L 321 S. 14–34).

⁶ Verordnung (EU) Nr. 1337/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2011 zu europäischen Statistiken über Dauerkulturen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 357/79 des Rates und der Richtlinie 2001/109/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (ABI L 347 S. 7–20). .

⁷ Durchführungsverordnung (EU) 2018/1874 der Kommission vom 29. November 2018 zu den für 2020 gemäß der Verordnung (EU) 2018/1091 des Europäischen Parlaments und des Rates über integrierte Statistiken zu landwirtschaftlichen Betrieben und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 1166/2008 und (EU) Nr. 1337/2011 hinsichtlich der Liste der Variablen und ihrer Beschreibung zu liefernden Daten (ABI L 306 S. 14–49).

- jeweils 0,5 ha Rebfläche, Baumschulfläche oder Obstfläche
- 0,5 ha Gemüse- oder Erdbeerfläche im Freiland
- 0,3 ha Blumen- oder Zierpflanzenfläche im Freiland
- 0,1 ha Fläche unter hohen begehbaren Schutzabdeckungen
- 0,1 ha Produktionsfläche für Speisepilze

Die Erhebungen von landwirtschaftlichen Daten in Deutschland setzt sich aus der *Landwirtschaftszählung (LZ)* und der *Agrarstrukturhebung (ASE)* zusammen. Die Landwirtschaftszählung erfolgt seit 1930 etwa alle zehn Jahre, seit 1975 wird zusätzlich in den Zwischenjahren (alle zwei Jahre bzw. seit 2007 alle drei bis vier Jahre) die Agrarstrukturhebung durchgeführt (DESTATIS, 2021b). Bis auf die ASE 2013 handelt es sich bei den Erhebungen um eine Kombination von Totalerhebung aller landwirtschaftlichen Betriebe über der Erfassungsgrenze von Merkmalsbereichen wie Lage, Rechtsform, Bodennutzung, Viehbestände und Bewässerung sowie Stichprobenerhebung von Merkmalsbereichen wie Haltungsformen, Wirtschaftsdünger, Arbeitskräften und Gewinnermittlung (DESTATIS, 2013b, 2011b, 2021b, 2018a; FDZ, 2022a). Bei der ASE 2013 handelt es sich um eine auf NUTS-2-Ebene (Regierungsbezirk) repräsentative Stichprobenerhebung, bei der maximal 80.000 Betriebe im gesamten Bundesgebiet befragt wurden. Die Stichprobenergebnisse werden hochgerechnet, wobei durch das Verfahren der freien Hochrechnung nicht mit einer Verzerrung der Ergebnisse zu rechnen ist (DESTATIS, 2013b). Es kann allerdings zu stichprobenbedingten Fehlern kommen, da nicht die gesamte Grundgesamtheit befragt wird und so Zufallsfehler auftreten können (DESTATIS, 2011b). Sowohl für die ASE als auch für die LZ bezieht sich das angegebene Jahr immer auf das Jahr der Veröffentlichung der Ergebnisse. Die Daten selbst beziehen sich in der Regel auf das Vorjahr. Die LZ 2010 wurde z. B. im Jahr 2010 veröffentlicht und enthält Ergebnisse, die sich auf das Jahr 2009 beziehen.

Zum Themenbereich Bewässerung erfolgt in allen Erhebungen die Abfrage der Merkmale potenziell bewässerbarer und tatsächlich bewässerter Flächen sowie der Anzahl der Betriebe mit Möglichkeit zur Bewässerung und mit tatsächlicher Bewässerung. Bei der LZ 2010 wurden die Merkmale in einer Nacherhebung zur Bewässerung deutlich erweitert und auch bei der ASE 2016 wurden weitere Merkmale abgefragt (DESTATIS, 2011b, 2018a). Für die ASE 2023 wurden, entsprechend der Durchführungsverordnung (EU) 2021/2286, die erhobenen Merkmale um weitere technische Parameter ergänzt. Die Bewässerungsmethode wurde nicht wie zuvor nach der überwiegend genutzten Methode, sondern nach Art und Fläche abgefragt (§ 27 AgrStatG, Anhang II Durchführungsverordnung [EU] 2021/2286⁸). Zudem wurden die Merkmale verändert, welche die tatsächlich bewässerte landwirtschaftliche Fläche nach Kulturen differenziert. Eine genaue Differenzierung der Unterschiede wird bei der Beschreibung der Merkmale in den Kapiteln 3 bis 13 dargestellt. Tabelle 1 gibt eine Übersicht zu allen Bewässerungsmerkmalen, die in den Erhebungen der ASE und LZ vorkommen und für diese Studie genutzt wurden.

Die Ergebnisse zur Bewässerung aus den Erhebungen seit 2009 sind miteinander vergleichbar, da sie auf denselben Erfassungsgrenzen basieren. Ergebnisse vor 2010 sind nur bedingt vergleichbar, da bis 2009 niedrigere Erfassungsgrenzen, abweichende Klassifikationen von Betrieben nach betriebswirtschaftlicher Ausrichtung und der Betriebsgröße sowie eine andere Berechnungsvorschrift für Arbeitskräfteeinheiten genutzt wurden (FDZ, 2022a). Deswegen beschränkt sich diese Studie auf die Beschreibung der Bewässerung in Deutschland auf Basis der agrarstatistischen Erhebungen seit 2009.

⁸ Durchführungsverordnung (EU) 2021/2286 der Kommission vom 16. Dezember 2021 zu den für das Referenzjahr 2023 gemäß der Verordnung (EU) 2018/1091 des Europäischen Parlaments und des Rates über integrierte Statistiken zu landwirtschaftlichen Betrieben zu liefernden Daten hinsichtlich der Liste der Variablen und ihrer Beschreibung sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1200/2009 der Kommission (ABl. L 458 S. 284–343)

Tabelle 1: Überblick zu den erhobenen Merkmalen der Bewässerungswirtschaft in Deutschland

Nutzcode	Merkmal	Erhebung				
		LZ ¹ 2010	ASE ² 2013	ASE ³ 2016	LZ ¹ 2020	ASE ² 2023
C2061	In den vergangenen drei Jahren durchschnittlich bewässerte landwirtschaftliche Fläche	X				X
C2062	Im Kalenderjahr bewässerte landwirtschaftlich genutzte Fläche im Freiland insgesamt ohne Frostschutzberegnung und ohne Haus- und Nutzgärten	X				
C2063–C2080 C2051–C2080	Bewässerte landwirtschaftliche Fläche nach Kulturen	X				X
C2091–C2092 C2058–C2059	Bewässerungsverfahren (Beregnungsanlage, Tropfbewässerung)	X		X		X
C2093	Überwiegend für die Bewässerung genutzte Wasserquelle	X		X		
C2081–C2085	Wasserherkunft im Kalenderjahr					X
C2099	Im Kalenderjahr verbrauchte Wassermenge	X ⁴				X
C2086	Kostengrundlage für das im Kalenderjahr verwendete Wasser					X
C2088	Vorhandensein eines betriebseigenen Wasserreservoirs					X
C2089	Durchführung von Wartungsarbeiten in den vergangenen drei Jahren am Bewässerungssystem oder Leitungsnetz					X
C2090	Vorhandensein einer betriebseigenen Pumpstation					X
C0291	Möglichkeit zur Bewässerung im Kalenderjahr	X	X	X	X	X
C0292	Potenziell bewässerbare Fläche im Kalenderjahr	X	X	X	X	X
C0293	Tatsächlich bewässerte Fläche im Kalenderjahr	X	X	X	X	X
C2094	Vorhandensein und Art eines betriebseigenen Wassermesssystems					X
C2095	Art der Bewässerungssteuerung					X
C2096	Nutzung von Fertigationssystemen ⁵					X

Anm.: ¹ Totale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung (Totalerhebung); ² repräsentative Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung (Stichprobenerhebung); ³ totale Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung; ⁴ teilweise über ein Imputationsverfahren geschätzt; Fertigation ist eine Methode in der Landwirtschaft, bei der Bewässerungssysteme gleichzeitig zur Ausbringung von Nährstoffen verwendet werden.

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2011b, 2013b, 2018a, 2024a) und (FDZ) (2022a, 2022b).

Die Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgt über das Statistische Bundesamt (DESTATIS) auf Ebene der Bundesländer (NUTS-1), über die statistischen Ämter der Länder erfolgen je nach Bundesland auch Veröffentlichungen auf einer höher aufgelösten Ebene bis zur Gemeindeebene (DESTATIS, 2021b). Die höher aufgelöste Veröffentlichung erfolgt allerdings nicht bundesweit flächendeckend.

Alle Daten und Berichte zur den Landwirtschaftszählungen und Agrarstrukturerhebungen, die in dieser Studie genutzt wurden, werden unter anderem in Tabelle 2 zusammengefasst.

2.1.2 Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Eine weitere Erhebung, welche die landwirtschaftliche Bewässerung bis 2007 miterfasst hat, war die Erhebung zur *Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in der Landwirtschaft* im Rahmen des Umweltstatistikgesetz

(UStatG)⁹ als Umsetzung der Verordnung (EG) Nr. 1893/2006¹⁰. Es wurden in einer Totalerhebung landwirtschaftliche Betriebe, Unternehmungen und Einrichtungen befragt, die eine Eigengewinnung von Wasser zur Bewässerung betreiben oder Abwasser in Untergrund oder Gewässer einleiten. Die Bewässerungsmengen aus Eigengewinnung und Fremdbezug wurden nach Herkunft (Grund-, Quell-, Oberflächenwasser, Uferfiltrat, aus dem öffentlichen Netz, von anderen Betrieben und Einrichtungen) und nach Verwendung (landwirtschaftliche, gärtnerische und Dauerkulturen) erfasst. Die Wasserverwendung wurde zusätzlich als Größe der bewässerten Fläche abgefragt. Zudem wurde die Abwasserbehandlung in eigenen Abwasserbehandlungsanlagen (Art und Menge) sowie die Einleitung in Oberflächengewässer oder Untergrund (mit wasserrechtlicher Genehmigung) erfasst (DESTATIS, 2005).

Seit 2007 ist die ehemalige Erhebung *Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in der Landwirtschaft* in die Erhebung der *Nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung* aufgenommen worden. Diese beruht ebenfalls auf dem UStatG als Umsetzung der Verordnung (EG) Nr. 1893/2006. Es werden Betriebe befragt, die entweder eine jährliche Eigengewinnung von mind. 2.000 m³, einen Fremdbezug von mind. 10.000 m³ oder eine Einleitung mind. 2.000 m³ Wasser/Abwasser in Gewässer oder Untergrund aufweisen. Durch die Aufnahme in die Erhebung kommt es zu einer konzeptionellen Anpassung der Erhebungsmerkmale und es erfolgt nur noch die mengenmäßige Erfassung des Wasserbezugs nach Herkunft (DESTATIS, 2009). Durch diese Veränderung und weitere Veränderungen in der Klassifikation von Wirtschaftszweigen (ab 2010) der Befragung aller nichtöffentlichen Betriebe (seit 2007) ist eine zeitliche Vergleichbarkeit nicht gegeben bzw. erst ab 2010 möglich (DESTATIS, 2018b). Die Vergleichbarkeit mit Ergebnissen der LZ oder ASE ist nicht möglich, da die Erhebungen mit unterschiedlichen Erfassungseinheiten arbeiten und auch die Erhebungsmerkmale unterschiedliche Definitionen aufweisen (DESTATIS, 2011b).

Durch die Erhebung werden wichtige Informationen zur Wasserverwendung in Betrieben unterschiedlicher Sektoren generiert (DESTATIS, 2023a):

- Belegschaftszwecke (Kantinen- und Sanitärzwecke und Ähnliches), Beregnung oder Bewässerung von Pflanzen
- Kühlung (von Produktions- und Stromerzeugungsanlagen)
- Produktions-, gewerbliche und sonstige Zwecke (z. B. Dampferzeugung, Staubbindung)
- in die Produkte eingehendes Wasser

Die Daten und Berichte der „Nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“, die für diese Studie genutzt wurden, sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

⁹ Umweltstatistikgesetz vom 16. August 2005 (BGBl. I S. 2.446), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. September 2021 (BGBl. I S. 4.363) geändert worden ist.

¹⁰ Verordnung (EG) Nr. 1893/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 zur Aufstellung der statistischen Systematik der Wirtschaftszweige NACE Revision 2 und zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 3037/90 des Rates sowie einiger Verordnungen der EG über bestimmte Bereiche der Statistik (ABl. L 393 S. 1–39).

Tabelle 2: Übersicht der verwendeten statistischen Daten aus Berichten oder Tabellen

Datensatz	Format	Quelle
Landwirtschaftszählungen (LZ)		
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bodenbearbeitung, Bewässerung, Landschaftselemente/Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden (ELPM). Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010.	.pdf .xlsx .csv	DESTATIS (2011c) DESTATIS (2011d) FDZ (2023a)
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bewässerung in landwirtschaftlichen Betrieben/Landwirtschaftszählung. Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2020.	.pdf .csv	DESTATIS (2021a) FDZ (2023b)
Agrarstrukturhebungen (ASE)		
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bewässerung in landwirtschaftlichen Betrieben / Agrarstrukturhebung. Ergebnisse der Agrarstrukturhebung 2013.	.pdf	DESTATIS (2014)
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei: Bewässerung in landwirtschaftlichen Betrieben / Agrarstrukturhebung. Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2016.	.pdf	DESTATIS (2017)
Landwirtschaftliche Betriebe – Bodennutzung. Berichtszeitraum 2023. Ergebnisse der Agrarstrukturhebung 2023	.xlsx	DESTATIS (2024c)
Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung		
Umwelt. Nichtöffentliche Wasserversorgung und nichtöffentliche Abwasserentsorgung 2010	.pdf	DESTATIS (2013a)
Umwelt. Nichtöffentliche Wasserversorgung und nichtöffentliche Abwasserentsorgung 2013	.pdf	DESTATIS (2016)
Umwelt. Nichtöffentliche Wasserversorgung und nichtöffentliche Abwasserentsorgung 2016	.pdf	DESTATIS (2018b)
Umwelt. Nichtöffentliche Wasserversorgung und nichtöffentliche Abwasserentsorgung 2019	.pdf	DESTATIS (2023b)

Quelle: Eigene Darstellung.

2.2 Aufbereitung von Daten aus der Agrarstatistik (FDZ-Anfrage)

Datenauswertung unter Berücksichtigung des Statistikgeheimnisses

Am FDZ liegen Daten zu bewässernden Betrieben und bewässerten Flächen vor. Diese stammen aus den im Kapitel 2.1.1 beschriebenen Landwirtschaftszählungen 2010 (FDZ, 2018) und 2020 (FDZ, 2022a, 2022b). Die Informationen beziehen sich jeweils auf Vorjahre, also die Kalenderjahre 2009 und 2019, und geben einen Hinweis zur Entwicklung der Bewässerung in Deutschland.

Auswertungen der Agrarstatistik und derer Freigabe hängen davon ab, ob die Geheimhaltung – auch Statistikgeheimnis genannt – sichergestellt werden kann. Bei der Bereitstellung von sogenannten Mikrodaten persönliche und sachliche Angaben über einen Merkmalsträger wie beispielsweise einen landwirtschaftlichen Betrieb unterliegen die FDZ der statistischen Geheimhaltung gemäß den Anforderungen des Bundesstatistikgesetzes. Die Gewährleistung der Geheimhaltung erfolgt nach festgelegten Kriterien. Geheimhaltung bedeutet für die FDZ, dass keine Ergebnisse veröffentlicht werden dürfen, die Rückschlüsse auf Einzelfälle erlauben. Aus diesem Grund prüfen die FDZ alle generierten Ergebnisse nach den für die jeweilige Statistik geltenden Kriterien auf Geheimhaltungsbedürftigkeit. Sollten einzelne Ergebnisse Rückschlüsse auf

Einzelfälle zulassen, sind diese zu sperren¹¹. Es kann durchaus vorkommen, dass so viele Werte gesperrt werden müssen, dass der Vorgang der Geheimhaltung durch Sperrung sehr umfangreich ist und durch die FDZ nicht zu stemmen ist. Dies könnte zur Folge haben, dass komplette Auswertungen nicht freigegeben werden.

Da teilweise gesperrte Werte zudem zur Unbrauchbarkeit für die weiteren Analysen führen, wurden für die Auswertungen Clusteranalysen genutzt oder die Daten in ordinale Klassen eingeteilt, sodass die Ergebnisse nutzbar sind und gleichzeitig die Geheimhaltung sichergestellt wurde.

Auswertung mithilfe einer Clusteranalyse

Die Clusteranalyse oder das Clustering hat die Aufgabe, eine Gruppe von Beobachtungen so zu gruppieren, dass die Beobachtungen in der gleichen Gruppe (genannt Cluster) einander (in gewissem Sinne) ähnlicher sind als die Beobachtungen in anderen Clustern. Zu den gängigen Vorstellungen von Clustern gehören Gruppen mit geringen Abständen zwischen den Clustermitgliedern. Der geeignete Clustering-Algorithmus und die Parametereinstellungen (einschließlich Parameter wie die zu verwendende Abstandsfunktion, ein Dichteschwellenwert oder die Anzahl der erwarteten Cluster) hängen von dem jeweiligen Datensatz und der beabsichtigten Verwendung der Ergebnisse ab. Die Clusteranalyse ist kein Selbstzweck, sie dient der Sicherstellung nutzwerter Auswertungen.

Es wurde das k-Means-Verfahren¹² benutzt und mit einer unterschiedlichen Anzahl an anvisierten Clustern durchgeführt. Das k-Means-Verfahren (MacQueen, 1967) stellt sicher, dass die Werte innerhalb eines Clusters möglichst homogen sind – und gleichzeitig die Werte zwischen den Clustern heterogen. Zudem wurde ein Cluster erstellt, welches die Nullwerte enthält. Dies ist notwendig, damit Kreise mit Werten „größer Null“ nicht mit Kreisen mit Werten „gleich Null“ vermischt werden. Dadurch wird eine genauere Abbildung der Auswertung möglich.

Die Vorteile der Vorgehensweise zur Erstellung der Auswertung liegen darin begründet, Sperrungen der Ergebnisse zu vermeiden und gleichzeitig nutzbare Informationen selbst auf Kreisebene (NUTS-3) zu erhalten. Die zu clusternden Informationen sind auf Kreisebene aggregiert, wodurch das Clustering dieser Informationen ebenfalls auf Ebene der Kreise stattfindet. Dies hat den Vorteil, dass Daten für jeden Kreis in Deutschland ermittelt werden können. Nachteilig ist, dass die so ermittelten Werte geschätzt sind (Mittelwerte). Ein Vergleich der Originalwerte und der Mittelwerte aus der Clusteranalyse am FDZ zeigt, dass die relative Abweichung sehr gering ist und die Verteilung sehr gut wiedergegeben wird. Der Informationsverlust durch Mittelwertbildung in den Clustern ist somit den vielfältigen Sperrungen oder gar einer Nicht-Freigabe der Auswertungen vorzuziehen. Außerdem werden alle Flächen eines Betriebes der administrativen Einheit des Betriebssitzes zugeordnet, auch wenn sich diese in einer anderen Gemeinde, einem anderen Kreis oder Regierungsbezirk oder in einem anderen Bundesland befinden (FDZ, 2022a). Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund der Zielstellung dieser Studie, einen flächendeckenden und vergleichbaren Datensatz für das gesamte Bundesgebiet zu bekommen. Die Ergebnisse der Clusteranalyse und die räumliche Interpretation dieser sind im Datensatz „Spatial Data on Irrigation in Germany: A Comprehensive Analysis of Agricultural Statistical Data the NUTS-3 Level for the Years 2009 and 2019“ von Bernhardt und Neuenfeldt (2024) zusammengefasst.

¹¹ Die genauen Kriterien der Geheimhaltung können unter <https://www.forschungsdatenzentrum.de/de/geheimhaltung> nachgelesen werden FDZ (2024).

¹² Das Ziel von k-Means besteht darin, den Datensatz in k-Gruppen zu unterteilen, sodass die Summe der quadrierten Distanzen der Datenpunkte zu den jeweiligen Clusterzentren minimiert wird (siehe MacQueen (1967)).

Anwendung der Clusteranalyse, Klasseneinteilung und Verschneidung mit räumlichen Informationen

Die Clusteranalyse wurde für die Bewässerungsmerkmale „bewässerte Kulturen“, „eingesetzte Bewässerungstechnik“ und „verbrauchten Wassermenge“ der LZ 2010 angewendet. Die gewonnenen Informationen durch diese Analyse beinhalten die Aggregation der betrieblichen Informationen auf der räumlichen Ebene der Kreise bzw. für das NUTS-3-Level für Deutschland. Durch die räumliche Aggregation mit dem amtlichen Kreisschlüssel werden die Bewässerungsinformationen mit den Geometrien der Kreise verknüpft. In Deutschland umfasst der Begriff „Kreise“ sowohl Landkreise als auch kreisfreie Städte.

Für die Merkmale „Möglichkeit zur Bewässerung“ und „Tatsächliche Bewässerung“, die neben der LZ 2010 auch für die LZ 2020 beim Forschungsdatenzentrum abgefragt wurden, wurde eine sperrungsfreie Abbildung durch eine reine Klasseneinteilung erreicht. Dabei wurden die auf NUTS-3-Level aggregierten Werte in festgelegte Wertspannen zusammengefasst. Aufgrund von Gebietsänderungen zwischen den Jahren 2009 und 2019 mussten für diese Analyse einige Kreise zusammengefasst werden, damit die Vergleichbarkeit zwischen den Jahren gewährleistet bleibt. Dies umfasst diverse Kreise in Mecklenburg-Vorpommern, die durch die Kreisgebietsreform 2011 in größere Kreise zusammengefasst wurden, sowie die Kreise Osterode und Göttingen, die 2016 fusioniert wurden. Eine Übersicht liefert Tabelle 3.

Tabelle 3: Zusammenfassung von Kreisen aufgrund von Gebietsänderungen in Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen

Kreise 2009	Kreise 2019, Kreisschlüssel
Osterröde, Göttingen	Göttingen (03159)
Demmin, Ostvorpommern, Müritzkreis, Mecklenburg, Neubrandenburg, Strelitz, Uecker-Randow	¹ Vorpommern-Greifswald und Mecklenburgische Seenplatte (13071+13075)
Bad Doberan, Güstrow	Rostock (13072)
Nordvorpommern, Rügen	Vorpommern-Rügen (13073)
Nordwestmecklenburg, Wismar	Nordwestmecklenburg (13074)
Ludwigslust, Parchim	Ludwigslust-Parchim (13076)

Anm.: ¹da nicht nur Kreise zusammengefasst wurden, sondern auch eine Verschiebung von Gemeinden in neue Kreise stattgefunden hat, wurden die neuen Landkreise Vorpommern-Greifswald und Mecklenburgische Seenplatte für diesen Kreis noch einmal zusammengefasst, damit die Vergleichbarkeit gegeben ist.

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Beschreibung der Klassengrenzen, die durch die Clusteranalyse bzw. die Klasseneinteilung entstanden sind, erfolgt in der Beschreibung der folgenden Kapitel.

2.3 Ermittlung von Schwerpunktgebieten der Bewässerung in Deutschland

Schwerpunktgebiete der Bewässerung sind einzelne Kreise oder deren Gruppierungen zu Gebieten, in denen vermehrt Bewässerungsmaßnahmen durchgeführt werden. Für die weitere Definition dieser Gebiete wird das durch die LZ 2010 und 2020 erfasste Merkmal „Größe der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland, die [2009 bzw. 2019] hätte bewässert werden können“ (siehe Kapitel 3) herangezogen.

Als ein Schwerpunktgebiet der Bewässerung werden Kreise und Kreisgruppierungen definiert, in denen im Kalenderjahr 2019 auf mehr als 2 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) eine Möglichkeit zur Bewässerung bestand. Für die Übersichtlichkeit und die einfache Beschreibung der Schwerpunktgebiete werden die zugehörigen Kreise zusammengefasst. Das geschieht, indem auf Grundlage von Erwähnungen in der Literatur zusammenhängende Bewässerungsregionen räumlich identifiziert und benannt werden können. Die bayerischen Schwerpunktgebiete werden beispielsweise auf Grundlage des Bayerischen Landtags (2020) und Bernhardt et al. (2022) festgelegt. Gebiete mit einer Möglichkeit zur Bewässerung > 2 % der LF, die in der Literatur keine Nennung finden, werden anhand regionaler Einteilungen der Bundesländer zusammengefasst und benannt. In Baden-

Württemberg wird beispielsweise eine Karte des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus herangezogen (MWAT-BW, 2023). Durch eine Orientierung an administrativen oder regionalen Grenzen der Bundesländer werden die Bewässerungsgebiete entsprechend nicht über Bundeslandgrenzen hinaus zusammengefasst und die entstehenden Gebiete lassen sich so bundeslandspezifisch abgrenzen und beschreiben. Die Schwerpunktgebiete (Kreise mit einem Anteil der Möglichkeit zur Bewässerung > 2 % der LF) werden im Weiteren für die Beschreibung der Bewässerungslandwirtschaft in den Kapiteln 3 bis 13 genutzt.

3 Möglichkeit zur Bewässerung und potenziell bewässerbare Fläche

Das Merkmal „Möglichkeit zur Bewässerung im Kalenderjahr“ gibt an, ob der Betrieb aufgrund von „technischen Anlagen und der Verfügbarkeit von Wasser im Kalenderjahr [...] die Möglichkeit hatte [...] die [...] bewirtschafteten Flächen zu bewässern“ (DESTATIS, 2011b: S. 14). Das Merkmal „Potenziell bewässerbare Fläche“ beschreibt daran anknüpfend die „Größe der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland, die [im Kalenderjahr] hätte bewässert werden können“ (DESTATIS, 2011b: S. 14). Dabei werden die Möglichkeit zur Frostschuttberegnung und die Bewässerung von Haus- und Nutzgärten sowie von Kulturen unter Glas nicht berücksichtigt. Aus diesen statistischen Merkmalen können das Vorhandensein von Bewässerungstechnik und -infrastruktur sowie gegebenenfalls das Vorhandensein einer Wasserentnahmeerlaubnis abgeleitet werden. Im Vergleich mehrerer Erhebungsjahre können darüber hinaus Rückschlüsse zur flächenmäßigen Entwicklung abgeleitet werden. Die „Möglichkeit zur Bewässerung“ bzw. die „Potenziell bewässerbare Fläche“ sind Informationen, die auf das mittel- bis langfristige Durchführen von Bewässerungsmaßnahmen rückschließen lassen und sind damit stabile Parameterwerte, die nicht von klimatisch bedingten jährlichen Schwankungen geprägt sind, wie es die „Tatsächliche Bewässerung“ ist (siehe Kapitel 4).

Mit dem Ziel, die über die FDZ-Anfrage erfassten Daten (siehe Kapitel 2.2) auf regionaler Ebene darstellen und räumlich interpretieren zu können, wird die potenziell bewässerbare Fläche mit der Summe der LF (Merkmal C0240) je Kreis ins Verhältnis gesetzt. Dieser relative Anteil gibt an, auf wie viel Prozent der LF eines Kreises die Möglichkeit der Bewässerung bestand. Die Klassen mit den entsprechenden Spannen des Anteils an der LF sind in Tabelle 4 dargestellt. Diese decken die Varianz der Daten gut ab und liefern sperrungsfreie Auswertungen. Die Daten aus beiden Erhebungen der LZ (2010 und 2020) sind in diese Klassen unterteilt und somit miteinander vergleichbar.

Tabelle 4: Klasseneinteilung für die Darstellung der landwirtschaftlich genutzten Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung der Jahre 2009 und 2019

Klasse	Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF)	verbale Beschreibung
1	≤ 1 %	Keine
2	> 1 bis 2 %	Sehr gering
3	> 2 bis 4 %	Gering
4	> 4 bis 6 %	Mittel
5	> 6 bis 10 %	Bedeutend
6	> 10 bis 20 %	Hoch
7	> 20 bis 30 %	Sehr hoch
8	> 30 %	Besonders hoch

Quelle: Eigene Darstellung.

Änderung der Möglichkeit zur Bewässerung

Um die Veränderungen zwischen beiden Erhebungen zu analysieren, wurde eine Auswertung der Änderungen durchgeführt. Dazu wurde die Differenz der Flächenanteile zwischen den Jahren 2009 und 2019 gebildet und in Klassen (vgl. Tabelle 5) eingeteilt. Im Rahmen der Datenanfrage beim FDZ wird diese Differenz in einer separaten Clusteranalyse ermittelt (siehe Kapitel 2.2).

Tabelle 5: Klasseneinteilung für die Änderung der Größe der landwirtschaftlich genutzten Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung im Freiland für die Jahre 2009 und 2019

Klasse	Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF)	verbale Beschreibung
1	≤ -5 %	sehr starke negative Änderung
2	> -5 bis -3 %	starke negative Änderung
3	> -3 bis -1 %	mittlere negative Änderung
4	> -1 bis -0,5 %	geringe negative Änderung
5	> -0,5 bis 0,5 %	sehr geringe Änderung
6	> 0,5 bis 1 %	geringe positive Änderung
7	> 1 bis 3 %	mittlere positive Änderung
8	> 3 bis 5 %	starke positive Änderung
9	> 5 %	sehr starke positive Änderung

Quelle: Eigene Darstellung.

3.1 Bundes- und Landesebene (2009–2022)

Laut der aktuellsten Ergebnisse der ASE 2023 hatten im Kalenderjahr 2022 deutschlandweit nur 6,8 % der landwirtschaftlichen Betriebe (vgl. Tabelle 6) auf 4,8 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche die Möglichkeit zur Bewässerung (vgl. Tabelle 7). Die Anzahl der Betriebe mit Möglichkeit zur Bewässerung variiert stark zwischen den Bundesländern. Die Bundesländer mit den meisten Betrieben mit Möglichkeit zur Bewässerung im Jahr 2022 sind Niedersachsen (4.727), gefolgt von Baden-Württemberg (3.480), Bayern (2.710) und Nordrhein-Westfalen (2.630) (vgl. Tabelle 6).

Die Ergebnisse der LZ 2010 und 2020 sowie der ASE 2013, 2016 und 2023 zeigen keine deutliche Tendenz für die Entwicklung der Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe mit Möglichkeit zur Bewässerung. In einigen Bundesländern nimmt die Anzahl der mit Bewässerungsinfrastruktur ausgestatteten Betriebe mit der Zeit ab, was zum Teil durch landwirtschaftlichen Strukturwandel und die Tendenz zur Zunahme der durch einen Betrieb bewirtschafteten Fläche erklärt werden kann. Auch ein Abbau der Bewässerungsinfrastruktur oder Änderungen (Kürzungen) der Wasserentnahmerechte sind weitere plausible Erklärungen für eine solche Dynamik.

Tabelle 6: Entwicklung der Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe mit Möglichkeit zur Bewässerung zwischen 2009 und 2022

Bundesland	Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe mit Möglichkeit zur Bewässerung				
	2009 ¹	2012 ²	2015 ³	2019 ¹	2022 ²
BW	2.598	3.400	3.540	3.328	3.480
BY	2.216	3.400	2.950	2.884	2.710
BE	.	10	10	10	10
BB	461	500	420	456	430
HB	.	-	-	3	0
HH	395	400	310	278	220
HE	952	900	750	740	700
MV	181	200	190	217	200
NI	4.727	5.300	4.520	4.733	4.610
NW	2.801	2.900	2.340	2.758	2.630
RP	1.079	1.100	960	937	890
SL	38	38	40	36	30
SN	339	300	310	306	290
ST	265	300	270	334	300
SH	888	900	620	714	660
TH	105	100	100	132	120
DE	17.067	19.700	17.330	17.866	17.280

Anm.: „.“ Zahlenwert geheim zu halten; „-“ nichts vorhanden; ¹ totale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung (Totalerhebung);

² repräsentative Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung (Stichprobenerhebung); ³ totale Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung

Quelle: DESTATIS (2011c, 2014, 2017, 2021a, 2024c).

Neben der Anzahl der Betriebe mit Möglichkeit zur Bewässerung lässt sich aus der Agrarstatistik auch die bewässerbare Fläche, also die Fläche mit einer Möglichkeit zur Bewässerung ableiten. Die LF mit Möglichkeit zur Bewässerung ist in Deutschland ungleichmäßig verteilt. Mit rund 47 % (369.900 von 791.800 ha) lagen im Jahr 2022 fast die Hälfte aller bewässerbaren Flächen in Niedersachsen (vgl. Tabelle 7). In Nordrhein-Westfalen waren es 12 %, gefolgt von Bayern mit 7 % und Brandenburg mit 6 %. Der direkte Vergleich der Anzahl der Betriebe und der entsprechenden Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung je Bundesland in Tabelle 6 und Tabelle 7 zeigt deutliche Unterschiede in den Größenklassen der Betriebe. Während die durchschnittliche Betriebsgröße der potenziell bewässernden Betriebe im Jahr 2022 beispielsweise in Baden-Württemberg bei 10,3 ha (3.480 Betriebe und 35.900 ha bewässerbare Fläche) liegt, hat der durchschnittliche Betrieb in Niedersachsen 80,2 ha bewässerbare Fläche. Diese Unterschiede verdeutlichen die Heterogenität der Bewässerung in Deutschland. Mögliche Gründe dafür sind beispielsweise die Anzahl von Ackerbau- und Gemüsebaubetrieben oder die durchschnittliche Betriebsgröße dieser Betriebe und die angebaute Kulturen. Auf die Relevanz und Unterschiede bei den bewässerten Kulturen wird in Kapitel 5 detailliert eingegangen.

Bei der Entwicklung der bewässerbaren Fläche ist eine Tendenz zur Zunahme der mit Bewässerungsinfrastruktur ausgestatteten LF zwischen 2009 und 2022 sowohl in Deutschland als auch auf Ebene einzelner Bundesländer zu beobachten (vgl. Tabelle 7). Sowohl für Deutschland als auch für mehrere Bundesländer fällt dabei insbesondere das Jahr 2015 durch Varianz der bewässerbaren Fläche im Vergleich sowohl zu 2012 als auch zu 2019 auf. Dies kann durch das Extrapolationsverfahren bei der Datenerhebung in der Agrarstrukturerhebung erklärt werden. Außerdem kann in einzelnen Bundesländern die Abschaffung veralteter und Wiederanschaffung neuer Infrastruktur nicht ausgeschlossen werden.

Tabelle 7: Entwicklung der landwirtschaftlichen Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung zwischen 2009 und 2022

Bundesland	landwirtschaftliche Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung, in Hektar					Anteil der Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung an landwirtschaftlich genutzter Fläche im jeweiligen Bundesland				
	¹ 2009	² 2012	³ 2015	¹ 2019	² 2022	¹ 2009	² 2012	³ 2015	¹ 2019	² 2022
BW	26.668	31.300	33.400	32.891	35.900	1,9 %	2,2 %	2,3 %	2,3 %	2,6 %
BY	38.204	55.600	52.800	55.674	56.100	1,2 %	1,8 %	1,7 %	1,8 %	1,8 %
BE	·	0	100	·	0	·	4,6 %	5,0 %	·	0,0 %
BB	38.960	38.100	39.300	49.619	51.400	2,9 %	2,9 %	3,0 %	3,8 %	4,0 %
HB	·	-	-	·	/	·	0,0 %	0,0 %	·	/
HH	1.508	1.500	1.600	2.107	2.300	10,5 %	10,5 %	11,1 %	14,5 %	16,4 %
HE	32.244	33.400	30.900	32.205	32.000	4,2 %	4,4 %	4,0 %	4,2 %	4,2 %
MV	30.408	32.400	34.400	40.590	42.300	2,3 %	2,4 %	2,6 %	3,0 %	3,1 %
NI	313.693	330.500	322.200	358.776	369.900	12,2 %	12,7 %	12,4 %	14,0 %	14,3 %
NW	61.384	67.500	59.500	84.568	91.700	4,2 %	4,7 %	4,1 %	5,7 %	6,2 %
RP	32.032	31.100	32.700	33.380	33.500	4,5 %	4,5 %	4,6 %	4,8 %	4,7 %
SL	179	300	200	260	300	0,2 %	0,4 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %
SN	11.794	12.000	12.700	10.961	11.300	1,3 %	1,3 %	1,4 %	1,2 %	1,3 %
ST	24.447	28.200	31.400	35.785	34.200	2,1 %	2,4 %	2,7 %	3,1 %	3,0 %
SH	21.904	32.200	20.000	24.612	24.000	2,2 %	3,3 %	2,0 %	2,5 %	2,5 %
TH	5.502	6.100	5.300	6.748	6.800	0,7 %	0,8 %	0,7 %	0,9 %	0,9 %
DE	639.030	691.300	676.400	768.317	791.800	3,8 %	4,1 %	4,1 %	4,6 %	4,8 %

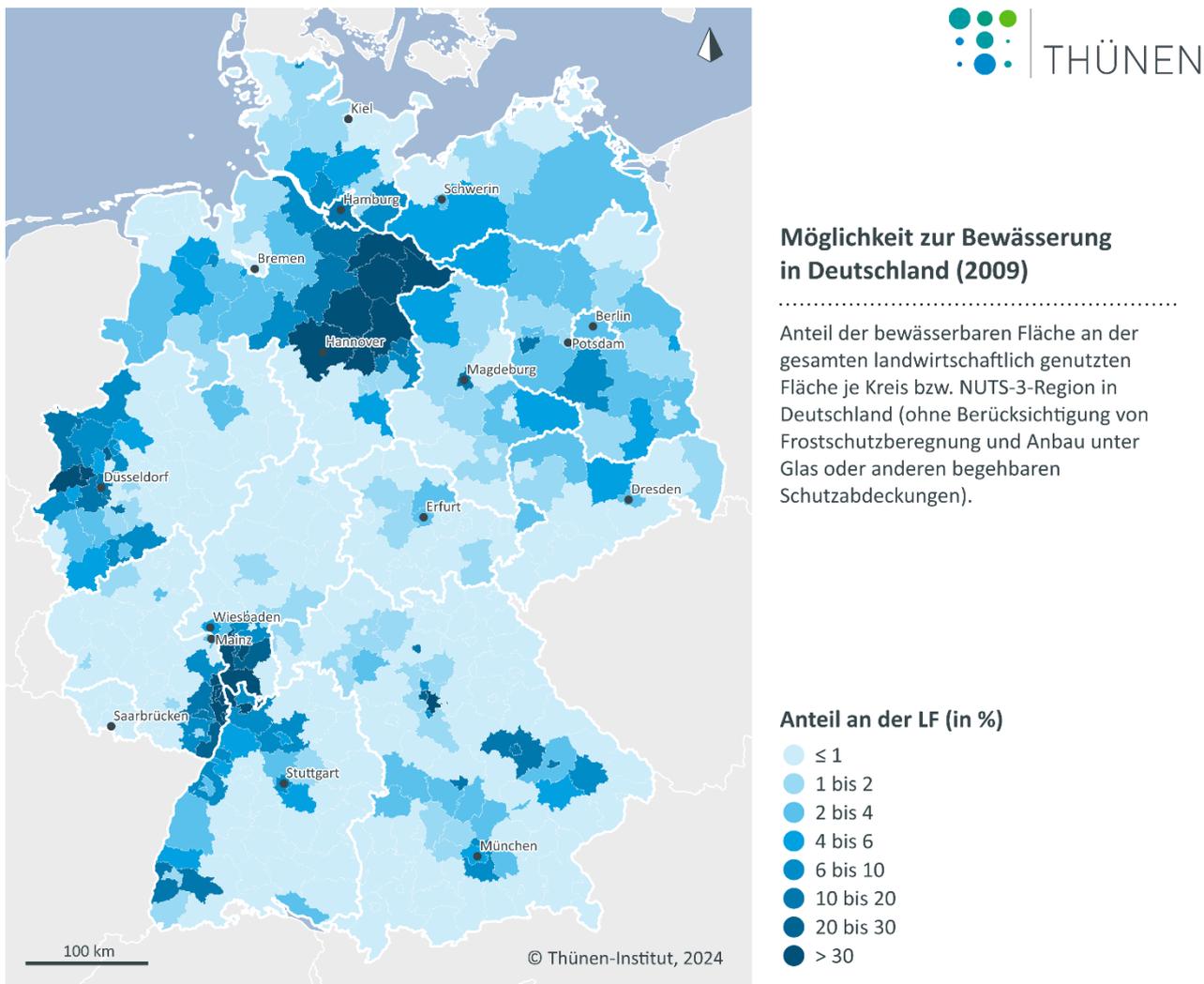
Anm.: „·“ Zahlenwert geheim zu halten; „-“ nichts vorhanden; „/“ Keine Angaben, da Zahlenwert nicht sicher genug (relativer Standardfehler größer als 15 %); ¹Totale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung (Totalerhebung); ² Repräsentative Ergebnisse der Agrarstrukturhebung (Stichprobenerhebung); ³ Totale Ergebnisse der Agrarstrukturhebung

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2011c, 2014, 2017, 2021a, 2024c).

3.2 Regionale Beschreibung für die Jahre 2009 und 2019

Die bundes- und landesweiten Trends lassen sich durch die im Rahmen dieser Studie aufbereiteten Daten zudem auf kleinerer räumlicher Ebene darstellen. Die „Möglichkeit der Bewässerung“ für 2009 ist in Abbildung 3 als Anteil der LF regional auf Ebene der Kreise dargestellt. Bei dessen Betrachtung wird deutlich, dass es neben den Unterschieden zwischen den Bundesländern (siehe Kapitel 3.1) auch innerhalb ihrer Gebietsabgrenzungen starke regionale Unterschiede bei der möglichen Bewässerung bzw. der Bewässerungsintensität gibt.

Abbildung 3: Anteil der bewässerbaren Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland im Jahr 2009

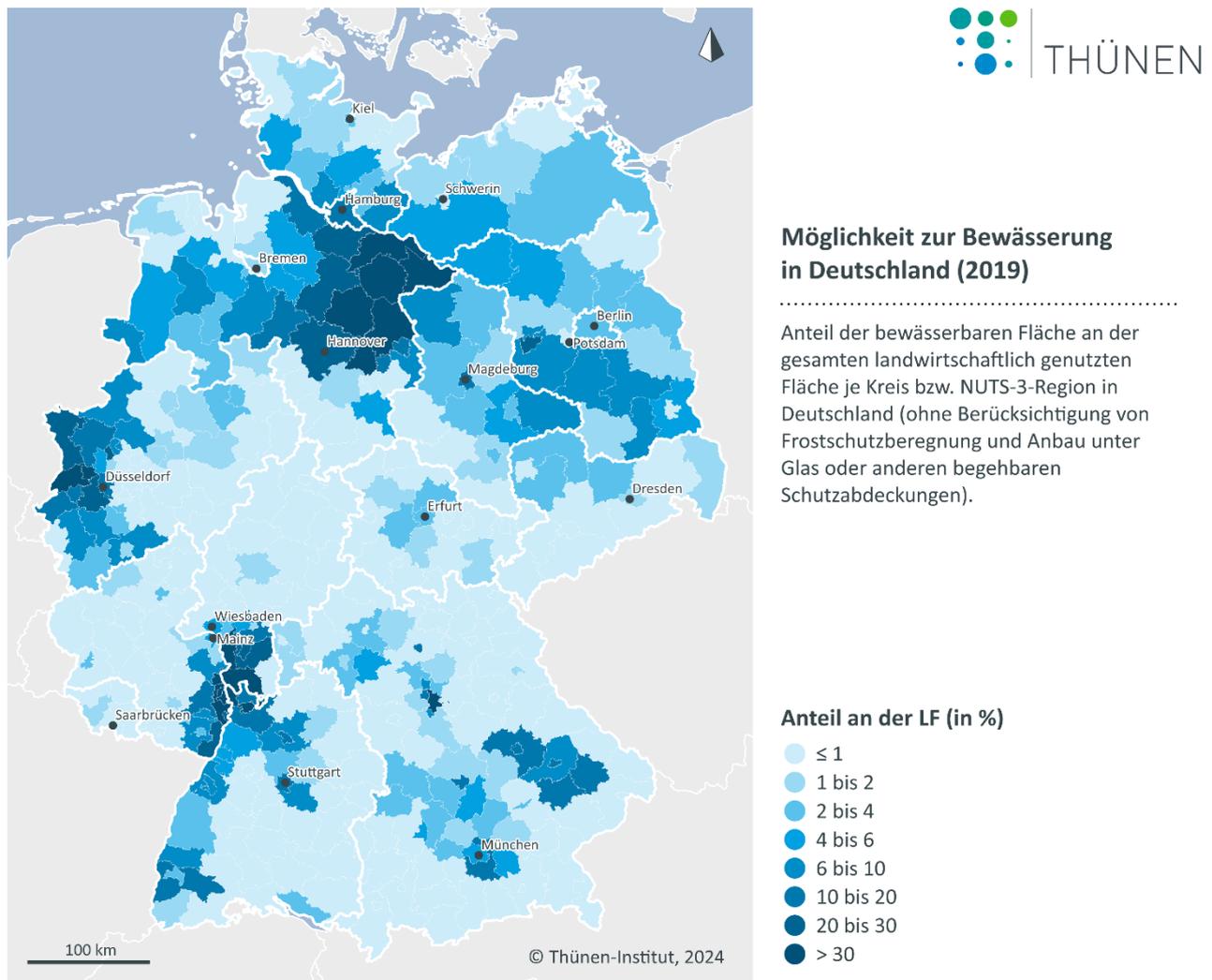


Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

Im überwiegenden Teil des Bundesgebiets ist die Bewässerungsinfrastruktur, also die Möglichkeit zur Bewässerung, nicht oder sehr gering (Anteil an der LF < 2 %) ausgeprägt. Dies betrifft vor allem die deutschen Mittelgebirge sowie die Alpen. Der größte Teil der Bewässerung findet vom Nordwestdeutschen Tiefland bis ins Nordostdeutsche Tiefland statt. Dies umfasst das westliche Nordrhein-Westfalen, große Teile Niedersachsens, Schleswig-Holsteins, Mecklenburg-Vorpommerns und Brandenburgs sowie die Gebiete Nord- und Ost-Sachsen-Anhalts und Nordsachsens. Im südlichen Teil von Deutschland bündelt sich die bewässerbare Fläche entlang der großen Flüsse Rhein, Main, Neckar, Donau und Isar. Im östlichen Teil von Rheinland-Pfalz, im südlichen Hessen sowie im Teil des oberen Rheingrabens von Baden-Württemberg und der anliegenden Region Stuttgart ist eine weitere Konzentration zu beobachten. In Bayern sind zusammenhängende Gebiete mit einem signifikanten Anteil potenziell bewässerbare Fläche punktuell zu erkennen und vor allem entlang der Donau und Isar sowie schwerpunktmäßig in Unter- und Mittelfranken gebündelt.

Die Erhebung der „Möglichkeit zur Bewässerung“ der LZ 2020 bestätigt diese grobe Beschreibung der Gebiete mit erhöhtem Aufkommen bewässerbare Flächen in Deutschland (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 4: Anteil der bewässerbaren Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland im Jahr 2019



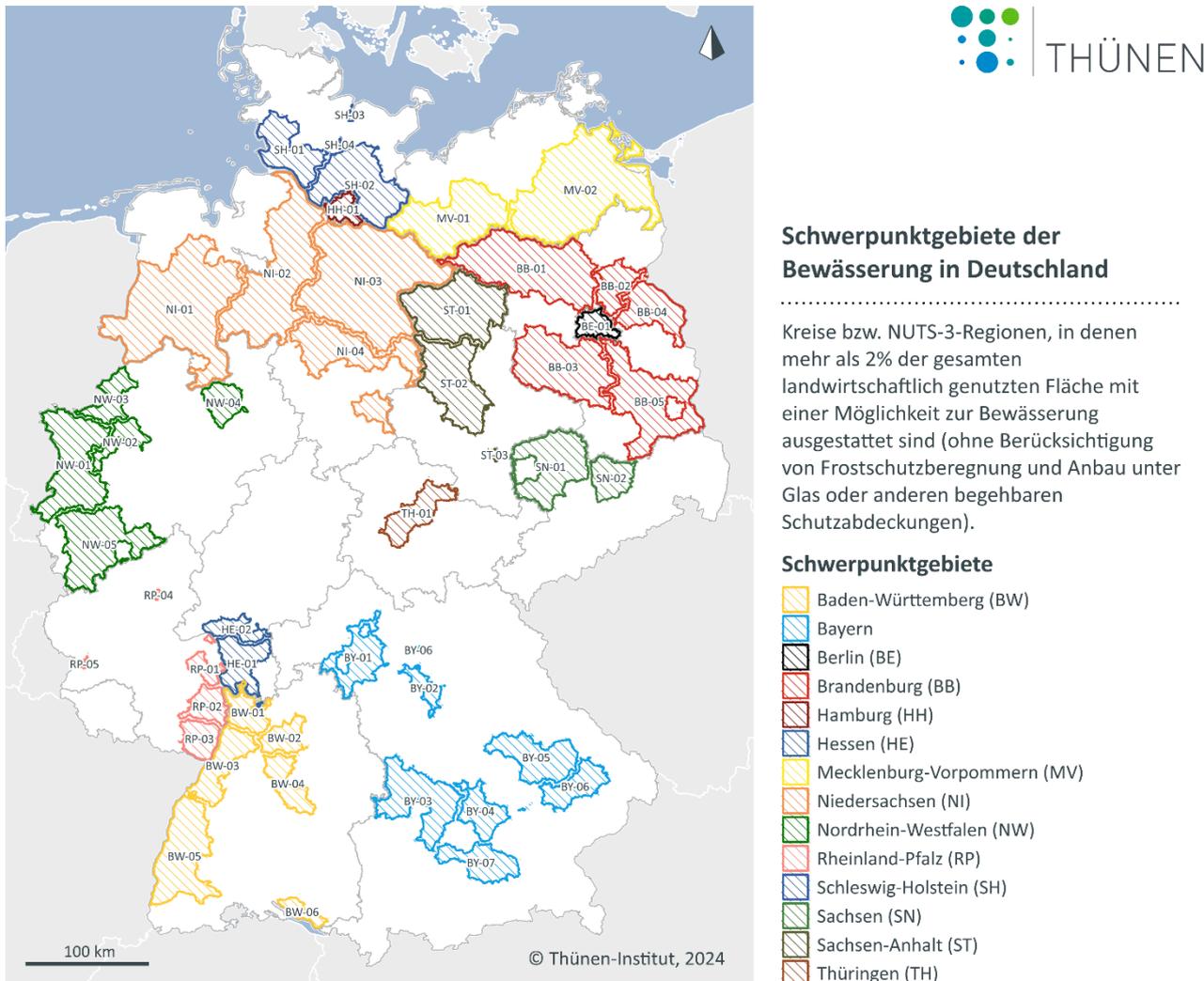
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023b) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

3.3 Schwerpunktgebiete der Bewässerung in Deutschland

Im Vergleich beider Erhebungen zeigen sich einerseits Unterschiede, die in Kapitel 3.4 weiter differenziert werden. Andererseits gibt es starke Übereinstimmungen in den räumlichen Mustern der Bewässerung, wodurch eine Einteilung in Bewässerungsregionen möglich ist. Um eine gebietsbezogene Beschreibung der regionalen Muster der Bewässerung in Deutschland vornehmen zu können, werden im Rahmen dieser Studie sogenannte „Schwerpunktgebiete der Bewässerung“ ermittelt. Die Methode und die Kriterien für das Festlegen der Gebiete werden in Kapitel 2.3 näher erläutert. In den Schwerpunktgebieten sind Kreise mit einem erhöhten Bewässerungsaufkommen zusammengefasst. Die Bewässerung ist „erhöht“, wenn im entsprechenden Kalenderjahr der Landwirtschaftszählung auf mehr als 2 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche eines Kreises die Möglichkeit zur Bewässerung bestand. Diese Einteilung der Gebiete sagt zunächst nichts über die Intensität der Bewässerung aus, sondern beschreibt ein Gebiet, in dem die technische Ausstattung und Wasserverfügbarkeit für Bewässerungsmaßnahmen vorhanden sind. Schwerpunktgebiete werden im Folgenden genutzt, um Änderungssignale, Entwicklungstrends und regionale Besonderheiten gezielt und mit einem räumlichen Bezug beschreiben zu können.

Abbildung 5 gibt einen kartografischen Überblick der Schwerpunktgebiete im Bundesgebiet. Über die Zahlencodierung in der Karte lassen sich, in Kombination mit Tabelle 8, die Benennung einzelner Gebiete sowie die Zuteilung der entsprechenden Kreise erfahren.

Abbildung 5: Übersicht der Schwerpunktgebiete der Bewässerung in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a, 2023b) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

Tabelle 8: Einteilung von Kreisen in die Schwerpunktgebiete der Bewässerung in Deutschland

Nr.	Benennung	Kreise (Landkreise und kreisfreie Städte)
Schleswig-Holstein		
SH-01	Südwestliches Schleswig-Holstein	Dithmarschen, Steinburg
SH-02	Südliches Schleswig-Holstein	Herzogtum Lauenburg, Pinneberg, Segeberg, Stormarn
SH-03	Kreise und kreisfreie Städte in Einzellage	Kiel
SH-04	Kreise und kreisfreie Städte in Einzellage	Neumünster
Hamburg		
HH-01	Hamburg	Hamburg
Niedersachsen		
NI-01	Nordwest- und Südwest-Niedersachsen	Oldenburg, Ammerland, Cloppenburg, Emsland, Grafschaft Bentheim, Osnabrück, Vechta
NI-02	Mittleres Niedersachsen	Diepholz, Nienburg (Weser), Rotenburg (Wümme), Stade, Verden, Delmenhorst
NI-03	Nordost-Niedersachsen	Gifhorn, Celle, Harburg, Lüchow-Dannenberg, Lüneburg, Heidekreis, Uelzen
NI-04	Südost-Niedersachsen	Braunschweig, Wolfsburg, Goslar, Helmstedt, Peine, Region Hannover
Nordrhein-Westfalen		
NW-01	Niederrhein	Düsseldorf, Krefeld, Mönchengladbach, Kleve, Rhein-Kreis Neuss, Viersen, Wesel, Heinsberg
NW-02	Westliches Ruhrgebiet	Duisburg, Essen, Oberhausen, Bottrop, Recklinghausen
NW-03	Südliches Münsterland	Borken
NW-04	Ostwestfalen	Bielefeld, Gütersloh
NW-05	Köln-Aachener Bucht	Köln, Leverkusen, Düren, Rhein-Erft-Kreis, Euskirchen, Rhein-Sieg-Kreis
Hessen		
HE-01	Hessisches Ried	Darmstadt, Bergstraße, Darmstadt-Dieburg, Groß-Gerau
HE-02	Untere hessische Mainebene	Frankfurt am Main, Wiesbaden, Main-Taunus-Kreis, Offenbach
Rheinland-Pfalz		
RP-01	Rheinhessen	Mainz, Worms, Alzey-Worms,
RP-02	Vorderpfalz	Frankenthal (Pfalz), Ludwigshafen am Rhein, Speyer, Rhein-Pfalz-Kreis, Neustadt an der Weinstraße, Bad Dürkheim
RP-03	Südpfalz	Landau in der Pfalz, Germersheim, Südliche Weinstraße
RP-04	Kreise und kreisfreie Städte in Einzellage	Koblenz
RP-05	Kreise und kreisfreie Städte in Einzellage	Trier
Baden-Württemberg		
BW-01	Rhein-Neckar	Heidelberg, Mannheim, Rhein-Neckar-Kreis
BW-02	Heilbronn-Franken	Stadt und Kreis Heilbronn
BW-03	Mittlerer Oberrhein	Stadt und Kreis Karlsruhe, Baden-Baden, Rastatt
BW-04	Region Stuttgart	Stuttgart, Esslingen, Ludwigsburg
BW-05	Südlicher Oberrhein	Freiburg im Breisgau, Breisgau-Hochschwarzwald, Emmendingen, Ortenaukreis
BW-06	Bodensee	Bodenseekreis

Nr.	Benennung	Kreise (Landkreise und kreisfreie Städte)
Bayern		
BY-01	Kitzigen / Schweinfurt / Würzburg	Stadt und Kreis Würzburg, Kitzingen, Schweinfurt
BY-02	Knoblauchland / Spalter Hopfenland / Fürth / Erlangen- Höchstadt	Stadt Erlangen, Erlangen-Höchstadt, Stadt Fürth, Nürnberg, Schwabach
BY-03	Nördliches Bayerisch-Schwaben	Neuburg-Schrobenhausen, Augsburg, Aichach-Friedberg, Dillingen a. d. Donau, Donau-Ries
BY-04	Hallertau / Jurahopfen	Ingolstadt, Freising, Pfaffenhofen a.d. Ilm, Stadt Landshut
BY-05	Regensburg + Straubing-Bogen	Straubing, Straubing-Bogen, Stadt und Kreis Regensburg
BY-06	Osterhofener Platte + Unteres Isartal + Vilstal	Deggendorf, Dingolfing-Landau
BY-07	Region München	Stadt und Kreis München, Ebersberg, Fürstenfeldbruck
BY-06	Kreise und kreisfreie Städte in Einzellage	Bamberg
Berlin		
BE-01	Berlin	Berlin
Brandenburg		
BB-01	Prignitz-Oberhavel	Oberhavel, Ostprignitz-Ruppin, Prignitz
BB-02	Uckermark-Barnim	Barnim
BB-03	Havelland-Fläming	Brandenburg an der Havel, Potsdam-Mittelmark, Teltow- Fläming
BB-04	Oderland-Spree	Frankfurt (Oder), Märkisch-Oderland
BB-05	Lausitz-Spreewald	Dahme-Spreewald, Oberspreewald-Lausitz, Spree-Neiße
Mecklenburg-Vorpommern		
MV-01	Ludwigslust-Parchim	Ludwigslust-Parchim
MV-02	Vorpommern-Greifswald	Vorpommern Greifswald
Sachsen		
SN-01	Leipzig-Westsachsen	Leipzig, Nordsachsen
SN-02	Oberes Elbtal / Osterzgebirge	Meißen
Sachsen-Anhalt		
ST-01	Altmark	Altmarkkreis Salzwedel, Stendal
ST-02	Magdeburg / Elbe-Börde-Heide	Magdeburg, Börde, Salzlandkreis
ST-03	Kreise und kreisfreie Städte in Einzellage	Halle (Saale)
Thüringen		
TH-01	Zentrales Thüringer Becken	Erfurt, Gotha, Sömmerda

Quelle: Eigene Darstellung.

3.4 Änderung und Entwicklungstrends

Die Darstellung der Änderungen der Möglichkeit zur Bewässerung in Abbildung 6 zeigt flächendeckende Veränderungen in Deutschland. Es zeigen sich jedoch regional starke Unterschiede in der Ausprägung der Veränderungen.

In einem Großteil des Bundesgebietes, vor allem außerhalb der Schwerpunktgebiete, sind überwiegend sehr geringe positive (< 0,5 %) und sehr geringe negative (> -0,5 %) Änderungen zwischen beiden Landwirtschaftszählungen erkennbar. Innerhalb der Schwerpunktgebiete der Bewässerung (siehe Kapitel 3.3) sind hingegen verschiedene Entwicklungstrends sichtbar. Besonders starke und sehr starke Zunahmen (+1 bis

+5 % der LF) gibt es beispielsweise in zusammenhängenden Gebieten von West- bis Nordost-Niedersachsen, über das nördliche und mittlere Sachsen-Anhalt und dem südlichen Brandenburg bis nach Sachsen. Hinzu kommen das westliche Nordrhein-Westfalen sowie Gebiete am Oberen Rheingraben (westliches Rheinland-Pfalz, südliches Hessen sowie nord- und südwestliches Baden-Württemberg) und in Ober- und Niederbayern.

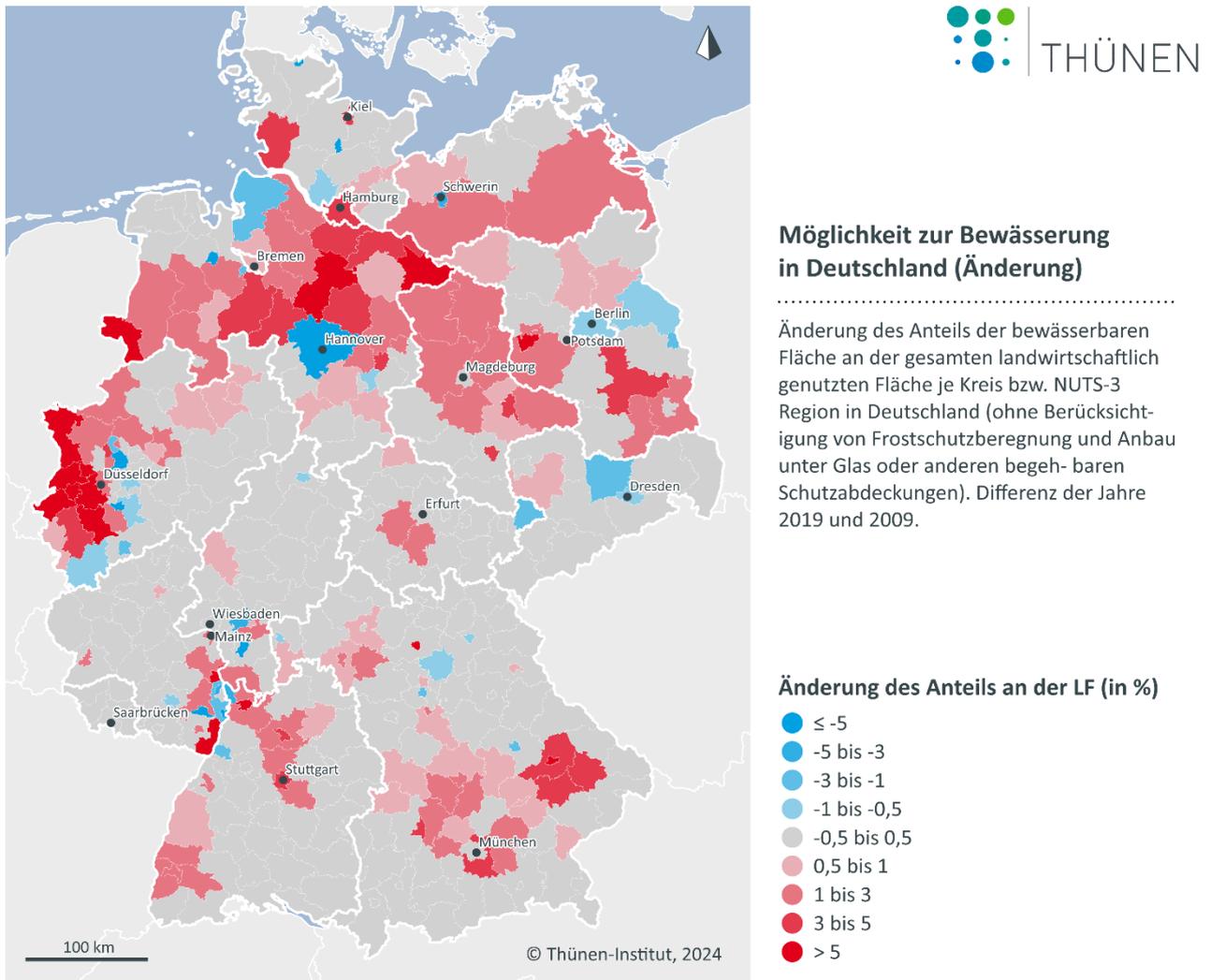
Eine mittlere bis starke Abnahme (-1 bis -5 % der LF), also ein Rückgang der Flächen mit einer Möglichkeit zur Bewässerung im Vergleich von 2009 und 2019, ist nur vereinzelt zu verzeichnen. Neben einigen zusammenhängenden Kreisen in der Vorderpfalz (südwestliches Rhein-Pfalz), im westlichen Ruhrgebiet und der Köln-Aachener-Bucht (westliches Nordrhein-Westfalen) ist ein Rückgang auch in der Region Hannover und dem Landkreis Meißen (nordwestlich von Dresden) erkennbar. Auffällig ist zudem die punktuelle Minderung in einigen kreisfreien Städten. Dazu zählen Flensburg, Schwerin, Bonn, Frankfurt am Main, Mannheim, Karlsruhe, Fürth und Regensburg.

Die Entwicklungstrends sind sehr spezifisch und das Ergebnis des Zusammenspiels komplexer betriebswirtschaftlicher Abwägungen einzelner Betriebe und den vorherrschenden Umwelteinflüssen (Klima, Boden etc.) einer Region, sodass zunächst eine reine Beschreibung der räumlichen Verteilung erfolgt.

Mögliche Gründe können hier nur genannt und nicht weiter analysiert werden:

- klimatische Änderungen (Klimawandel)
- betriebliche Gründe
 - Auslaufen oder Erweitern von Wasserrechten
 - Veränderungen der Bewässerungsinfrastruktur (Neuanschaffung oder Auslaufen von bisheriger Technik)
 - generelles Wegfallen von Bewässerungsbetrieben
- statistische Gründe, die durch die räumliche Aggregation der Ergebnisse in Kreisen oder durch Ungenauigkeit in der Erhebung entstehen können

Abbildung 6: Änderung des Anteils der bewässerbaren Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland zwischen den Jahren 2009 und 2019.



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a, 2023b) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

4 Tatsächliche Bewässerung

Das Merkmal „Größe der landwirtschaftlich genutzten Flächen, die [im Kalenderjahr] tatsächlich bewässert wurde“ umfasst die tatsächlich bewässerte LF je Kreis. Im Folgenden werden die Werte nicht direkt in Hektar, sondern als Prozentanteil der gesamten LF des Kreises dargestellt. Die tatsächliche Bewässerung unterliegt starken zeitlichen Schwankungen. Die Schwankungen hängen von einer Vielzahl von regionalen Standortparameter und betrieblichen Faktoren ab, z. B. der Anbauplanung (Fruchtfolgen) oder der zu erzielenden Qualität von Agrarprodukten. Zusätzlich bedingen jährlichen Schwankungen des Klimas (Niederschlag, Verdunstung) die raumzeitliche Verteilung der tatsächlichen Bewässerung.

Die in Tabelle 9 dargestellten Wertspannen decken die Varianz der Ergebnisse ab und liefern darüber hinaus sperrfreie – den Datenschutz berücksichtigende – Informationen, die im Folgenden für die Beschreibung der Bewässerungssituation in Deutschland genutzt werden.

Tabelle 9: Klasseneinteilung für die Darstellung der landwirtschaftlich genutzten Fläche, die 2009 und 2019 tatsächlich bewässert wurde

Klasse	Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF)	verbale Beschreibung
1	≤ 1 %	Keine
2	> 1 bis 2 %	Sehr gering
3	> 2 bis 4 %	Gering
4	> 4 bis 6 %	Mittel
5	> 6 bis 10 %	Mittel
6	> 10 bis 20 %	Hoch
7	> 20 bis 30 %	Sehr hoch
8	> 30 %	Besonders hoch

Quelle: Eigene Darstellung.

4.1 Bundes- und Landesebene (2009–2022)

Die Bewässerung der landwirtschaftlich genutzten Fläche Deutschlands hat sich in den vergangenen Jahren mengenmäßig verändert (vgl. Tabelle 10). Im Jahr 2009 lag der Anteil der tatsächlich bewässerten landwirtschaftlichen Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung – also dem Ausnutzungsgrad der Bewässerung – bei 58 %. Dieser Anteil hat sich im Laufe der Jahre immer wieder etwas verändert, erreichte aber im Jahr 2022 einen Höchststand von 70 %. In den Jahren dazwischen gab es Schwankungen, beispielsweise 2012 mit einem Anteil von 53 %. Dieser Anteil war in Jahren 2009 und 2012, die in der Vegetationsperiode vergleichsweise wasserreich waren (vgl. Abbildung 7), niedriger als in den Jahren 2019 und 2022, die von agrarischen Dürren geprägt waren. Neben dieser grundsätzlichen Erkenntnis sind deutliche Unterschiede zwischen den Bundesländern sichtbar, was durch die regionalen Varianzen der klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (KWBv) (vgl. Abbildung 7) erklärbar ist. Ein detaillierter Blick auf die Bundesländer zeigt signifikante Unterschiede in der Ausnutzung der Bewässerungsinfrastruktur.

Die Werte schwanken von 24 % in Hamburg im Jahr 2009 bis zu 82 % in Niedersachsen im Jahr 2022. In Niedersachsen war der Ausnutzungsgrad, also der Anteil der tatsächlich bewässerten Fläche an der Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung, z. B. dauerhaft hoch und stieg von 70 % im Jahr 2009 auf 82 % im Jahr 2022, was zudem den höchsten Anteil in Deutschland darstellt. In weiteren Bundesländern, wie beispielsweise Rheinland-Pfalz, Hamburg, Hessen, dem Saarland oder Sachsen-Anhalt, war dieser Anteil im Jahr 2022 relativ hoch. Die

Unterschiede zwischen den Bundesländern und in Jahren zeigen deutlich die klimatischen Unterschiede und deren Einfluss auf die tatsächliche Nutzung der vorhandenen Bewässerungsinfrastruktur.

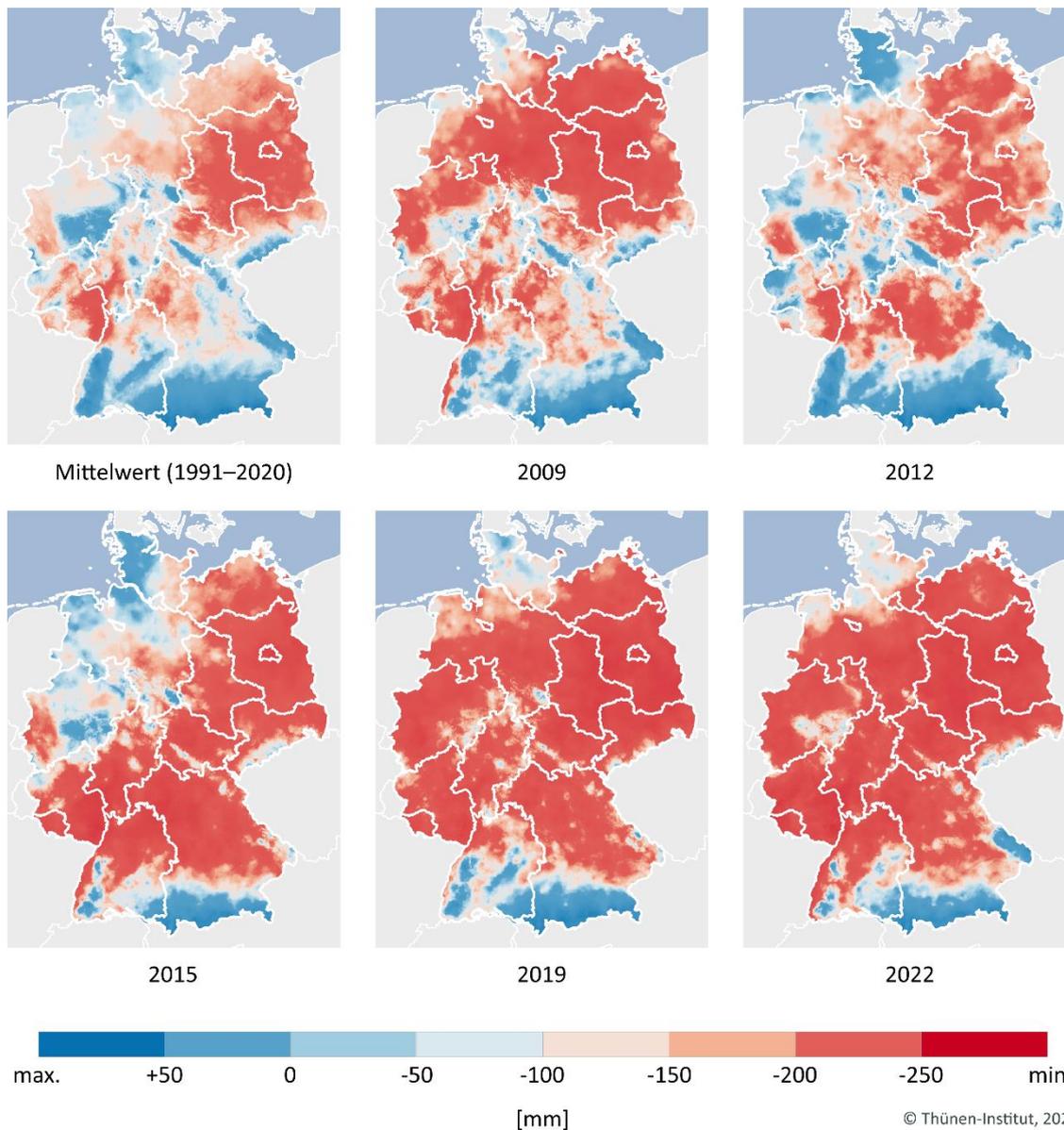
Tabelle 10: Anteil der tatsächlich bewässerten landwirtschaftlichen Fläche an der Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung in Deutschland nach Bundesländern in den Jahren 2009, 2012, 2015, 2019 und 2022

Ausnutzungsgrad der Flächen mit Möglichkeit zur Bewässerung (Anteil tatsächliche bewässerte LF und LF mit Möglichkeit zur Bewässerung)					
Bundesland	¹ 2009	² 2012	³ 2015	¹ 2019	² 2022
BW	53,1 %	48,6 %	64,1 %	58,4 %	63,5 %
BY	37,6 %	30,2 %	53,2 %	48,0 %	49,2 %
BE	·	/	/	·	0,0 %
BB	54,1 %	54,9 %	62,1 %	64,6 %	60,1 %
HB	·	/	/	·	0,0 %
HH	23,5 %	46,7 %	50,0 %	65,3 %	69,6 %
HE	48,4 %	42,8 %	72,5 %	50,9 %	67,8 %
MV	48,0 %	58,6 %	63,4 %	53,4 %	58,9 %
NI	69,8 %	62,6 %	75,2 %	77,5 %	81,7 %
NW	46,0 %	39,4 %	55,5 %	62,2 %	64,3 %
RP	62,0 %	55,9 %	70,0 %	63,6 %	70,1 %
SL	76,0 %	33,3 %	50,0 %	63,1 %	66,7 %
SN	27,6 %	39,2 %	43,3 %	48,4 %	47,8 %
ST	50,8 %	53,9 %	61,8 %	58,5 %	65,2 %
SH	31,8 %	16,5 %	36,0 %	31,3 %	38,8 %
TH	38,5 %	39,3 %	47,2 %	42,7 %	36,8 %
DE	58,3 %	52,9 %	66,8 %	65,9 %	70,0 %

Anm.: „·“ Zahlenwert geheim zu halten; ¹ Totale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung (Totalerhebung); ² Repräsentative Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung (Stichprobenerhebung); ³ Totale Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2011c, 2014, 2017, 2021a, 2024c).

Abbildung 7: Klimatische Wasserbilanz der Vegetationsperiode (April bis September) in Deutschland als langjähriger Mittelwert von 1991 bis 2020 sowie für die Kalenderjahre der agrarstatistischen Erhebungen 2009, 2012, 2015, 2019, 2022



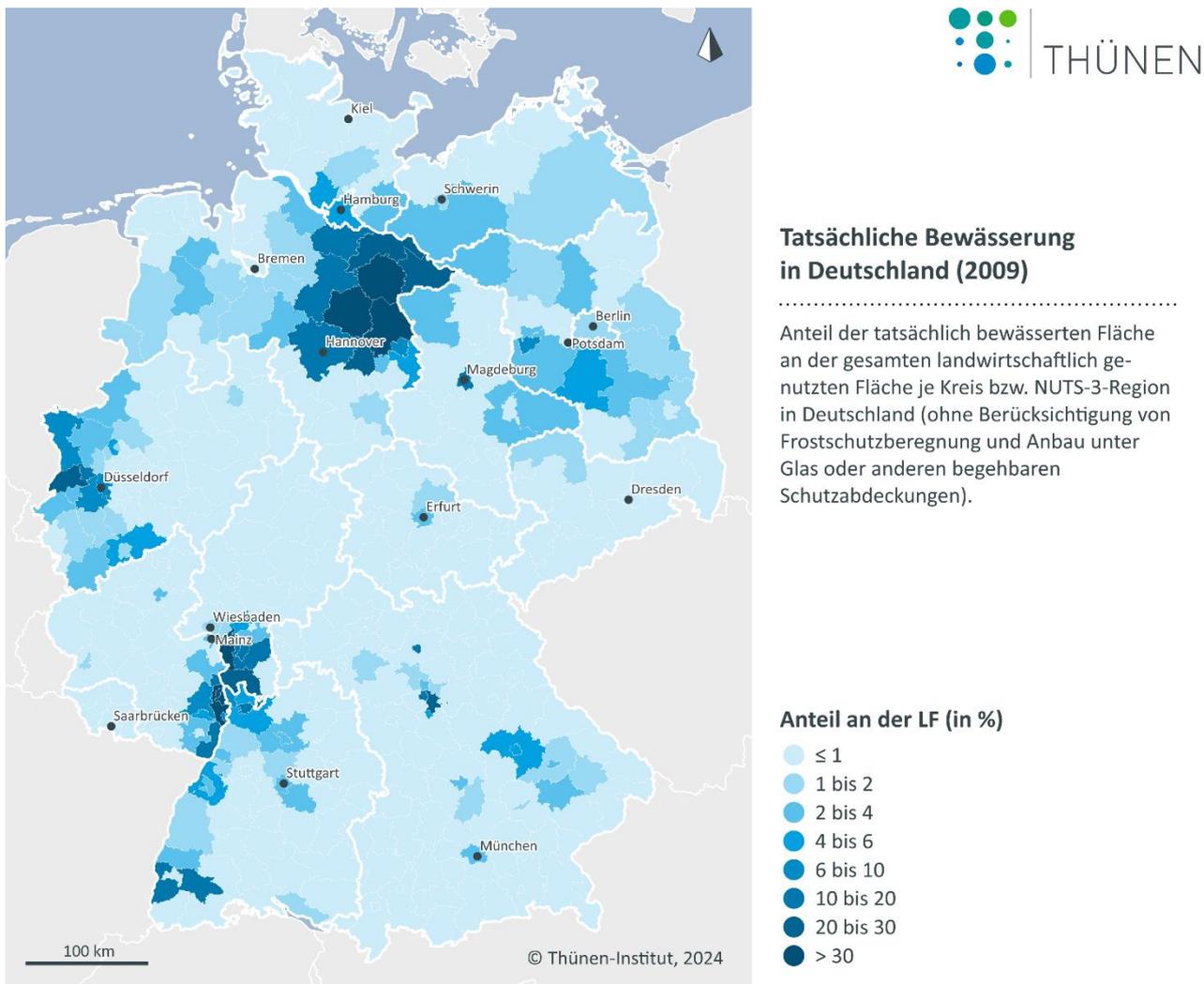
Anm.: Die Klimatische Wasserbilanz (KWB) ergibt sich aus der Differenz von Niederschlag und potenzieller Verdunstung. Bezogen auf die Vegetationsperiode von 1. April bis 30. September eines Jahres, stellt die KWB für sich einen ersten Indikator für Trockenheit und eine mögliche Bewässerung dar.

Quelle: Eigene Darstellung von Grundlage von DWD (2024a, 2024b).

4.2 Regionale Beschreibung für die Jahre 2009 und 2019

Die regionale Ausprägung der tatsächlichen Bewässerung unterscheidet sich im Wesentlichen nicht von denen der möglichen Bewässerung (siehe Kapitel 3.2). Im relativ feuchten Jahr 2009 wurde die Bewässerungskapazität vor allem in den Bewässerungsschwerpunktgebieten ausgenutzt (vgl. Abbildung 8). Anteile mit 20–30 % und > 30 % der LF, die tatsächlich bewässert wurden, finden sich in Nordost- und Südost-Niedersachsen, dem Niederrhein und dem oberen Rheingraben.

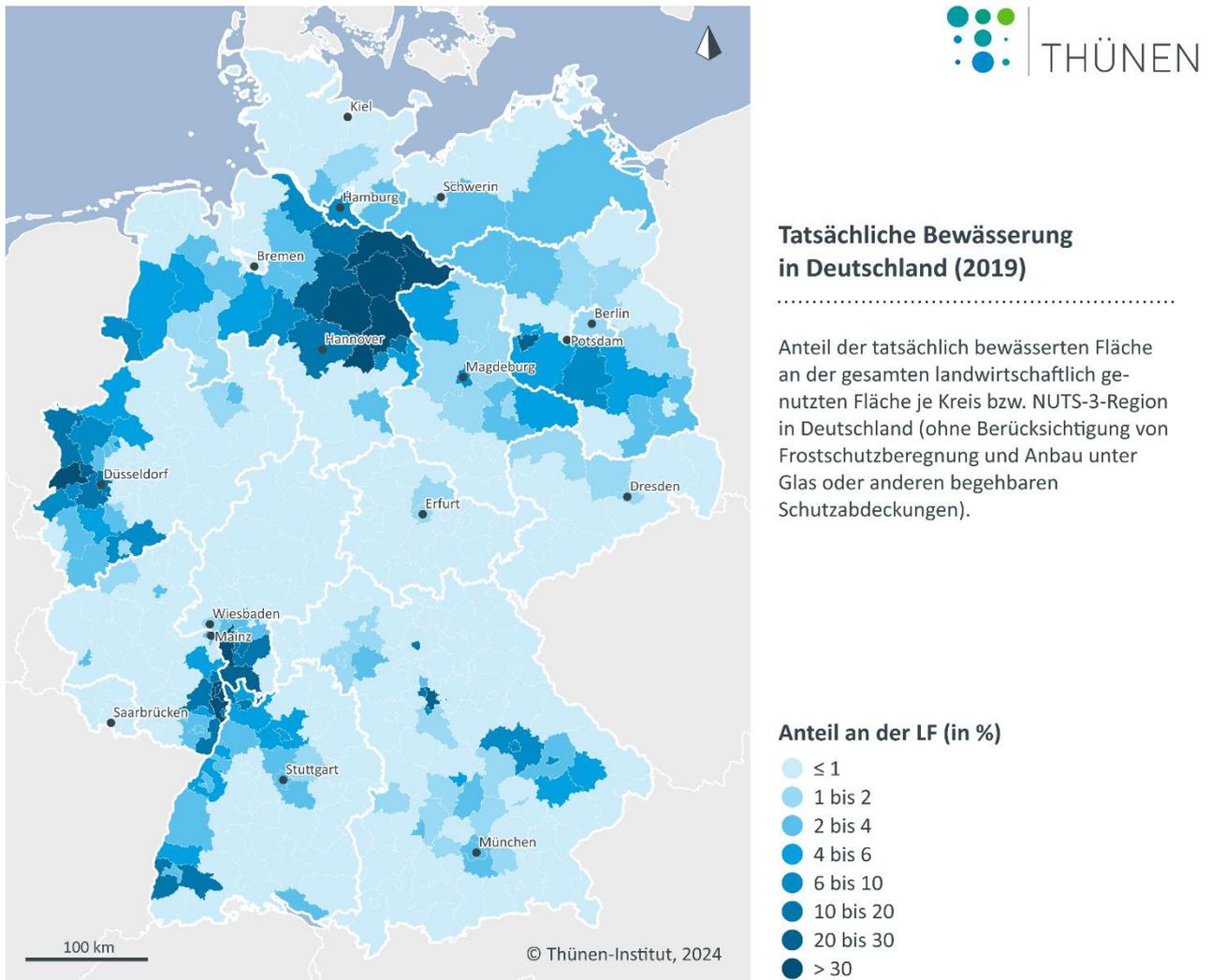
Abbildung 8: Anteil der tatsächlich bewässerten Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland im Jahr 2009



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

Im Jahr 2019 sind die räumlichen Muster vergleichbar mit dem Jahr 2009 (vgl. Abbildung 9), jedoch wird deutlich, dass insgesamt mehr Kreise in die höheren Klassen fallen, also tendenziell mehr Flächen tatsächlich bewässert wurden. Dies lässt sich mit der Tatsache erklären, dass die klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode tendenziell geringer war und 2019 damit grundsätzlich als trockener gilt (vgl. Abbildung 7). In einem Großteil der Kreise hat sich die tatsächliche Bewässerung an die mögliche Bewässerung angenähert und das, obwohl die Flächen mit Möglichkeit zur Bewässerung ebenfalls angestiegen sind (siehe Kapitel 3.4), was für eine starke Beanspruchung der Bewässerungsinfrastruktur im Jahr 2019 spricht.

Abbildung 9: Anteil der tatsächlich bewässerten Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland im Jahr 2019

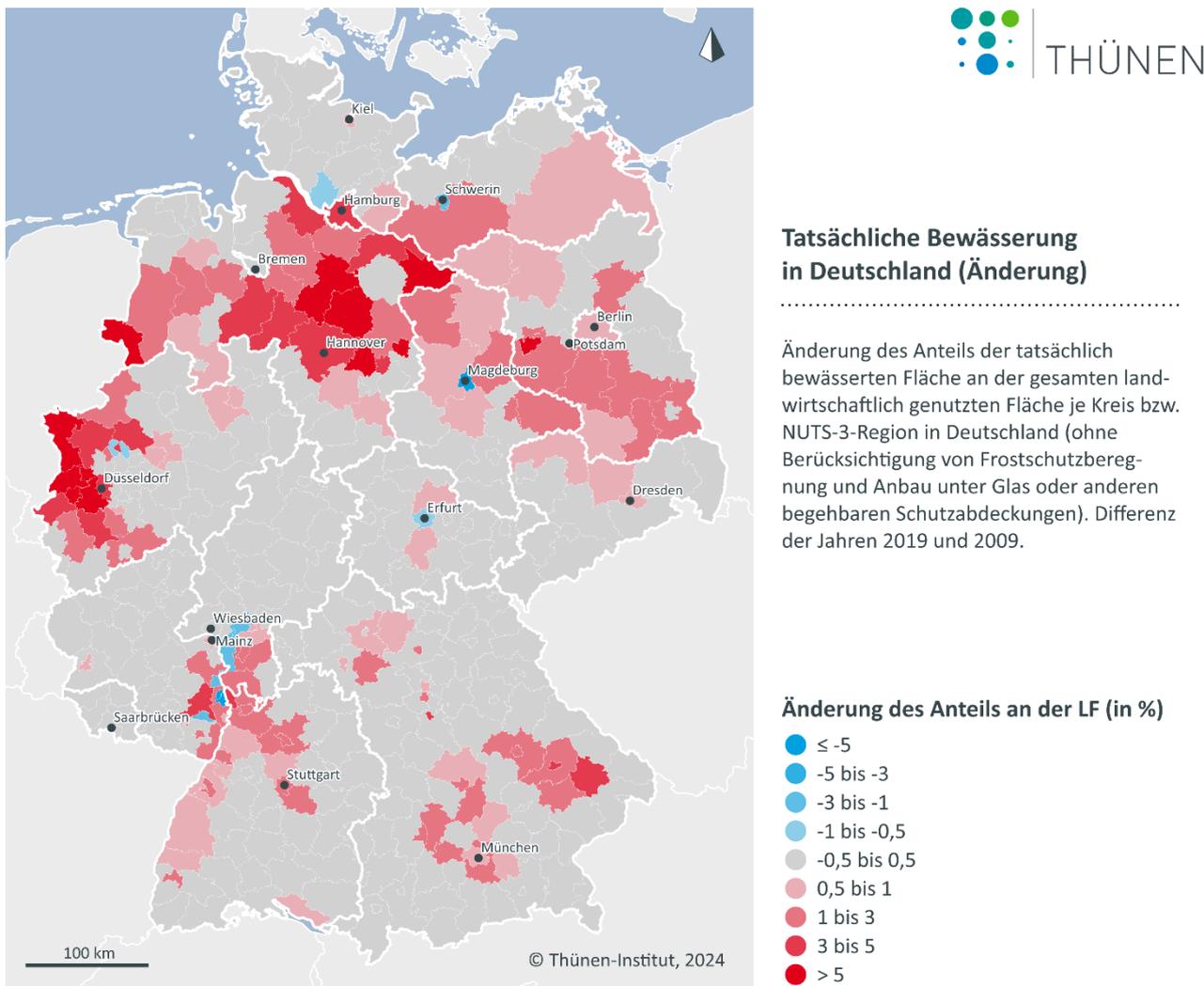


Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023b) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

4.3 Änderung der tatsächlichen Bewässerung

Anders als bei der Möglichkeit zur Bewässerung steigt der Anteil der tatsächlich bewässerten Fläche an der LF in Deutschland von 2009 bis 2019 bis auf wenige Ausnahmen an. Ein solcher Anstieg ist in allen Schwerpunktgebieten der Bewässerung zu erkennen (vgl. Abbildung 10). Besonders starke Zunahmen sind in Niedersachsen, am Niederrhein und entlang des oberen Rheingrabels in Südhessen, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg sichtbar. Aber auch in den brandenburgischen und bayerischen Schwerpunktgebieten sind mittlere bis starke Zunahmen zu erkennen.

Abbildung 10: Änderung des Anteils der tatsächlich bewässerten Fläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland zwischen den Jahren 2009 und 2019.



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a, 2023b) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

Die zunehmende Bewässerung ist eine Reaktion auf die Notwendigkeit, in den Jahren mit Trockenheit die Erträge zu sichern und die Qualität der Erzeugnisse zu gewährleisten. Bei Interpretation der beschriebenen Änderungen von 2009 zu 2019 ist zu beachten, dass die prozentualen Änderungen durch das vergleichsweise niederschlagsarme Jahr 2019 und ein eher feuchteres Jahr 2009 geprägt sind. Hervorzuheben ist jedoch, dass sich grundsätzlich auch die Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung erhöht hat (siehe Kapitel 3), sodass der beschriebene Anstieg der tatsächlichen Bewässerung nicht ausschließlich auf die unterschiedlichen klimatischen Rahmenbedingungen der Jahre 2009 und 2019 zurückzuführen ist.

5 Anteil der Kulturarten an der bewässerten landwirtschaftlich genutzten Fläche

Ob und in welcher Intensität landwirtschaftliche Kulturen bewässert werden, ist von vielen Standortfaktoren und grundsätzlich von der betrachteten Kultur abhängig. Kulturspezifische Faktoren, welche die Bewässerung beeinflussen, sind z. B. Durchwurzelungstiefen, die phänologische Entwicklung (Aussaat, Wachstumsstadien, Ernte) sowie die Wassernutzungseffizienz. Einige dieser Faktoren stehen darüber hinaus in Wechselwirkung mit den Boden- und Klimabedingungen, die wiederum einer zeitlichen Varianz unterliegen. Darüber hinaus bestimmen auch betriebswirtschaftliche Gründe (z. B. Anbauplanung, Vorhandensein von Technik etc.) und ökonomische Faktoren (z. B. Produktpreise) die Bewässerungswürdigkeit einer Kultur.

Die bewässerten Anteile der landwirtschaftlich genutzten Fläche nach Kulturarten basieren auf den Merkmalen C2063–C2080 der LZ 2010 bzw. C2051–C2080 der ASE 2023 (vgl. Tabelle 11). Diese geben die Größe der bewässerten LF für verschiedene Kulturarten an, die im entsprechenden Kalenderjahr tatsächlich bewässert wurden. Die einzelnen Merkmale repräsentieren Aggregate aus mehreren Kulturen, sogenannte Kulturaggregate, deren Aufschlüsselung in Anhang 1 dargestellt ist.

Im Zuge der ASE 2023 wurde die Zuordnung von Kulturen zu den Merkmalen verändert, wodurch diese Merkmale zwischen der LZ 2010 und der ASE 2023 nicht mehr direkt verglichen werden können. Tabelle 11 zeigt die Merkmalsbezeichnung, die jeweilige Benennung und entsprechende Erläuterungen der Qualitätsberichte der LZ 2010 (DESTATIS, 2011b) und der ASE 2023 (DESTATIS, 2024a). Es lassen sich anhand der Kulturbezeichnungen und der Merkmal-Codes folgende Änderungen zusammenfassen:

- Das Merkmal C2051 „Pflanzen zur Grünernte [...]“, das mit der ASE 2023 eingeführt wurde, umfasst die Merkmale C2065 und C2074 der LZ 2010 und nennt zudem Leguminosen, die in der LZ 2010 nicht explizit genannt wurden.
- Die Merkmale C2052 „Gemüse und Erdbeeren [...] im Wechsel mit landwirtschaftlichen Kulturen“ und C2054 „Gemüse und Erdbeeren [...] im Wechsel mit anderen Gartengewächsen“ der ASE 2023 differenzieren das frühere Merkmal C2072 „Gemüse und Erdbeeren (einschl. Spargel, ohne Pilze) im Freiland“.
- Das neue Merkmal C2053 „Baum- und Beerenobst und Nüsse“ fasst die Merkmale C2076 „Baumobstanlagen und Nüsse“ und C2077 „Beerenobstanlagen (ohne Erdbeeren)“ der LZ 2010 zusammen.
- Das Merkmal C2075 wurde mit der ASE 2023 von „Andere Kulturen auf dem Ackerland“ in „Andere Kulturen“ umbenannt. Zudem lässt die Erläuterung zu den Merkmalen (siehe Anmerkungen zu Tabelle 11) erkennen, dass sich die berücksichtigten Kulturen innerhalb des Merkmals verändert haben. Das Merkmal C2071 der LZ 2010 wurde in C2075 der ASE 2023 integriert. Zudem wurden die „Flächen anderer Pflanzen zur Grün- und Ganzpflanzenernte“ aus dem Aggregat entfernt und im neuen Merkmal C2051 integriert.

Tabelle 11: Übersicht und Änderungen der Merkmale zum „Anteil der Kulturarten an der bewässerten Fläche“ im Vergleich der Landwirtschaftszählung 2010 und der Agrarstrukturerhebung 2023

Bezeichnung	Code	LZ 2010	ASE 2023
Pflanzen zur Grünernte (z. B. Silomais/Grünmais, Getreide oder Leguminosen zur Ganzpflanzenernte, Feldgras/Grasanbau)	2051		X
Gemüse und Erdbeeren (einschl. Spargel, ohne Pilze) im Wechsel mit landwirtschaftlichen Kulturen	2052		X
Baum- und Beerenobst und Nüsse	2053		X
Gemüse und Erdbeeren (einschl. Spargel, ohne Pilze) im Wechsel mit anderen Gartengewächsen	2054		X
Getreide zur Körnergewinnung (ohne Mais) einschließlich Saatguterzeugung	2063	X	X
Körnermais/Mais zum Ausreifen (einschl. Corn-Cob-Mix) einschließlich Saatguterzeugung	2064	X	X
Silomais/Grünmais einschl. Lieschkolbenschrot (LKS)	2065	X	
Kartoffeln	2066	X	X
Zuckerrüben (auch zur Ethanolerzeugung) ohne Saatguterzeugung	2067	X	X
Hülsenfrüchte zur Körnergewinnung einschließlich Saatguterzeugung und Mischkulturen	2068	X	X
Raps und Rüben zur Körnergewinnung einschließlich Saatguterzeugung	2069	X	X
Sonnenblumen zur Körnergewinnung einschließlich Saatguterzeugung	2070	X	X
Anderer Ölfrüchte zur Körnergewinnung einschl. Saatguterzeugung (z. B. Öllein, Senf, Mohn, Sojabohnen)	2071	X	
Pflanzen zur Fasergewinnung (z. B. Hanf, Flachs, Kenaf)	2072	X	X
Gemüse und Erdbeeren (einschl. Spargel, ohne Pilze) im Freiland	2073	X	
Feldgras/Grasanbau auf dem Ackerland (einschl. Mischungen mit überwiegendem Grasanteil)	2074	X	
Anderer Kulturen auf dem Ackerland ¹ / Anderer Kulturen ²	2075	X	X
Baumobstanlagen und Nüsse	2076	X	
Beerenobstanlagen (ohne Erdbeeren)	2077	X	
Rebflächen (Kelter- und Tafeltrauben)	2078	X	X
Dauergrünland ³	2079	X	X
Anderer Kulturen außerhalb des Ackerlandes ⁴	2080	X	X

Anm.: ¹ aus LZ 2010: (DESTATIS, 2011b): Hierzu gehören die Flächen anderer Pflanzen zur Grün- und Ganzpflanzenernte, anderer Hackfrüchte ohne Saatguterzeugung (z. B. Futter-, Runkel-, Kohlrüben, Futterkohl, -möhren), weiterer Handelsgewächse (z. B. Hopfen, Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen, Rollrasen), Blumen und Zierpflanzen im Freiland, Gartenbausämereien und Jungpflanzenerzeugung zum Verkauf, Saat- und Pflanzguterzeugung für Gräser, Hackfrüchte (ohne Kartoffeln) und Handelsgewächse (ohne Ölfrüchte) sowie sonstiger Kulturen auf dem Ackerland.; ² aus ASE 023 (DESTATIS, 2024a): Hierzu gehören die Flächen anderer Hackfrüchte ohne Saatguterzeugung (z. B. Futter-, Runkel-, Kohlrüben, Futterkohl, -möhren), anderer Ölfrüchte zur Körnergewinnung (z. B. Öllein, Senf, Mohn, Ölettich), weiterer Handelsgewächse (z. B. Hopfen, Tabak, Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen, Pflanzen zur ausschließlichen Energieerzeugung, Rollrasen), Blumen und Zierpflanzen, Gartenbausämereien und Jungpflanzenerzeugung zum Verkauf, Saat- und Pflanzguterzeugung für Gräser, Hackfrüchte (ohne Kartoffeln) und Handelsgewächse (ohne Ölfrüchte) sowie sonstiger Kulturen auf dem Ackerland. ³ Dazu zählen Wiesen mit hauptsächlicher Schnittnutzung, Weiden einschl. Mähweiden und Almen sowie ertragsarmes Dauergrünland (z. B. Hutungen, Heiden, Streuwiesen) und aus der Erzeugung genommenes Dauergrünland mit Beihilfe-/Prämienanspruch. ⁴ Hierzu gehören Baumschulen (ohne forstliche Pflanzgärten für den Eigenbedarf), Weihnachtsbaumkulturen (außerhalb des Waldes) und andere Dauerkulturen (z. B. Korbweidenanlagen) im Freiland.

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2011b, 2024a).

Für die regionale Beschreibung (siehe Kapitel 5.2) auf Basis der LZ 2010 wurden die Merkmale ins Verhältnis zur LF des entsprechenden Kreises gesetzt, um den prozentualen Anteil der bewässerten Kultur an der Gesamt-LF des Kreises zu bestimmen.

Einige der Merkmale werden in der regionalen Beschreibung (siehe Kapitel 5.2) nicht weiter berücksichtigt, da sie aufgrund sehr geringer Flächenanteile vernachlässigbar sind bzw. eine untergeordnete Rolle bei der Bewässerung spielen. Dies gilt für die Bewässerung von Sonderkulturen wie beispielsweise Wein, deren Bewässerungsfläche allgemein gering ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der geringe Wert auch durch eine fehlende Berücksichtigung der Frostschutzberechnung in der Agrarstatistik zustande kommen kann. Der Grenzwert für die Berücksichtigung ist ein kulturspezifisch bewässerter Anteil der LF > 1 %. Tabelle 12 gibt eine Übersicht der Aggregate und ob sie im Folgenden bei der Beschreibung berücksichtigt werden.

Tabelle 12: Übersicht und Beschreibung der Merkmale „Anteil der Kulturarten an der bewässerten Fläche“ aus der Landwirtschaftszählung 2009

Merkmal	Beschreibung Bewässerung von ...	Berücksichtigung
C2063	Getreide zur Körnergewinnung (ohne Mais) einschl. Saatguterzeugung	Ja
C2064	Körnermais/Mais zum Ausreifen (einschl. Corn-Cob-Mix) einschl. Saatguterzeugung	Ja
C2065	Silomais/Grünmais einschl. Lieschkolbenschrot (LKS)	Ja
C2066	Kartoffeln	Ja
C2067	Zuckerrüben (auch zur Ethanolerzeugung) ohne Saatguterzeugung	Ja
C2068	Hülsenfrüchte zur Körnergewinnung einschl. Saatguterzeugung und Mischkulturen	Nein
C2069	Raps und Rübsen zur Körnergewinnung einschl. Saatguterzeugung	Ja
C2070	Sonnenblumen zur Körnergewinnung einschl. Saatguterzeugung	Nein
C2071	Andere Ölfrüchte zur Körnergewinnung einschl. Saatguterzeugung (z. B. Öllein, Senf, Mohn, Sojabohnen)	Nein
C2072	Pflanzen zur Fasergewinnung (z. B. Hanf, Flachs, Kenaf)	Nein
C2073	Gemüse und Erdbeeren (einschl. Spargel, ohne Pilze) im Freiland	Ja
C2074	Feldgras/Grasanbau auf dem Ackerland (einschl. Mischungen mit überwiegendem Grasanteil)	Ja
C2075	andere Kulturen auf dem Ackerland	Ja
C2076	Baumobstanlagen und Nüsse	Nein
C2077	Beerenobstanlagen (ohne Erdbeeren)	Nein
C2078	Rebflächen (Kelter- und Tafeltrauben)	Nein
C2079	Dauergrünland	Nein
C2080	Andere Kulturen außerhalb des Ackerlandes	Nein

Anm.: Die Spalte „Berücksichtigung“ gibt an, ob dem entsprechenden Merkmal nennenswerte Flächenanteile zugeordnet werden und ob das Merkmal somit für die weitere Betrachtung der regionalen Beschreibung relevant ist oder nicht.

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2011b).

Um eine räumliche Darstellung auf Kreisebene zu ermöglichen, wurden die Daten mittels Clusteranalyse (siehe Kapitel 2.2) klassifiziert. Die bewässerten kulturartspezifischen Anteile der LF werden durch Klassen (Wertspannen) abgebildet (vgl. Tabelle 13).

Tabelle 13: Klasseneinteilung für die Darstellung der landwirtschaftlich genutzten Fläche, die 2009 tatsächlich bewässert wurde, differenziert nach Kulturarten

Klasse	Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF)	verbale Beschreibung
1	≤ 1 %	Keine
2	> 1 bis 3 %	Sehr gering
3	> 3 bis 5 %	Gering
4	> 5 bis 10 %	Mittel
5	> 10 bis 15 %	Mittel
6	> 15 bis 20 %	Hoch
7	> 20 %	Sehr hoch

Quelle: Eigene Darstellung.

5.1 Bundes- und Landesebene (2009 und 2022)

Wegen der beschriebenen Änderungen bei der Erfassung der Merkmale zwischen der LZ 2010 und der ASE 2023 ist eine direkte Gegenüberstellung der Merkmale nicht ohne weitere Datenaufbereitung möglich. In Tabelle 14 werden deswegen nur die neusten Zahlen für das Jahr 2023 dargestellt und im Folgenden genutzt, um zu beschreiben, welche Kulturen in welchen Flächenumfängen in Deutschland und in den Bundesländern bewässert werden bzw. im Jahr 2022 wurden. Die kulturspezifische Differenzierung für das Jahr 2009 ist in Anhang 2 als zusätzliche Information bereitgestellt.

Im Jahr 2022 wurden in Deutschland 554.000 ha landwirtschaftlich genutzte Flächen tatsächlich bewässert. Die bedeutendste Kultur, gemessen an ihrem Anteil an der bewässerten Fläche, war dabei Getreide, das auf 141.900 ha bewässert wurde und damit 25,6 % der gesamten bewässerten Fläche ausmachte. Kartoffeln folgten mit einer bewässerten Fläche von 117.400 ha, was einem Anteil von 21,2 % entspricht. Gemüse und Erdbeeren im Freiland nahmen 76.000 ha ein, was 13,7 % der bewässerten Fläche ausmacht. Pflanzen zur Grünernte auf dem Ackerland, darunter fallen z. B. Silomais oder andere Pflanzen zur Ganzpflanzenernte, wurden auf 67.200 ha (13,7 %) bewässert. Körnermais bzw. Mais zum Ausreifen hingegen wurde auf 39.500 ha bewässert, was 7,1 % der Fläche ausmachte, während Zuckerrüben 40.800 ha beanspruchten, was einem Anteil von 7,4 % entspricht. Es ist anzumerken, dass die tatsächlich bewässerte Fläche unter einzelnen Kulturen keine Informationen über Bewässerungsintensität (Wassermenge in m³ pro ha) liefert. So ist zu erwarten, dass für die Kulturen, deren Anbau eine kleine bewässerte Fläche einnimmt (z. B. Gemüse und Erdbeeren im Freiland), deutlich höhere Wassermengen für Bewässerung eingesetzt werden als z. B. für Getreide mit der größten bewässerten Fläche.

- Niedersachsen besaß die größte bewässerte Fläche mit 302.100 ha. Getreide war die dominierende Kultur, die auf 107.300 ha bewässert wurde. Kartoffeln folgten mit 65.100 ha, Gemüse und Erdbeeren im Freiland belegten 14.900 ha, und Pflanzen zur Grünernte wurden auf 43.300 ha bewässert. Körnermais beziehungsweise Mais zum Ausreifen wurde auf 21.200 ha kultiviert.
- Nordrhein-Westfalen meldete 59.000 ha bewässerte Fläche. Hier waren Kartoffeln mit 16.700 ha führend, gefolgt von Gemüse und Erdbeeren im Freiland mit 14.000 ha. Zuckerrüben wurden auf 5.600 ha bewässert, Pflanzen zur Grünernte nahmen 5.500 ha ein, und Getreide wurde auf 4.600 ha angebaut.
- In Brandenburg wurden 30.900 ha bewässert. Pflanzen zur Grünernte nahmen 6.600 ha ein, Kartoffeln folgten mit 6.500 ha. Gemüse und Erdbeeren im Freiland machten 4.600 ha aus, während Getreide auf 3.900 ha bewässert wurde. Körnermais beziehungsweise Mais zum Ausreifen wurden auf 2.600 ha angebaut.
- Bayern verzeichnete eine bewässerte Fläche von 27.600 ha, wobei Kartoffeln mit 7.600 ha die größte Fläche einnahmen. Gemüse und Erdbeeren im Freiland belegten 8.800 ha, gefolgt von Zuckerrüben mit 2.400 ha. Rebflächen wurden auf 900 ha bewässert und Baum- und Beerenobstanlagen ebenfalls auf 900 ha.

- In Baden-Württemberg wurde eine Gesamtfläche von 22.800 ha bewässert. Die relevantesten Kulturen waren hier Gemüse und Erdbeeren im Freiland, die auf 6.500 ha bewässert wurden. Es folgten Körnermais beziehungsweise Mais zum Ausreifen mit einer Fläche von 4.900 ha. Baum- und Beerenobstanlagen nahmen eine Fläche von 2.500 ha ein, während Rebflächen 400 ha ausmachten.
- In Mecklenburg-Vorpommern wurden 24.900 ha landwirtschaftliche Fläche bewässert. Mit 6.000 ha nahmen Kartoffeln die größte bewässerte Fläche ein, gefolgt von Getreide mit 5.800 ha, Pflanzen zur Grünernte belegten 4.400 ha, Gemüse und Erdbeeren im Freiland wurden auf 2.500 ha bewässert, und Körnermais beziehungsweise Mais zum Ausreifen nahm 2.600 ha ein.
- Rheinland-Pfalz verzeichnete eine bewässerte Fläche von 23.500 ha. Der größte Anteil entfiel auf Gemüse und Erdbeeren im Freiland mit 12.100 ha. Kartoffeln wurden auf 4.900 ha bewässert. Zuckerrüben wurden auf 1.100 ha kultiviert, während Getreide auf 1.900 ha bewässert wurde. Baum- und Beerenobstanlagen nahmen 700 ha ein.
- Sachsen-Anhalt meldete 22.300 ha bewässerte landwirtschaftlich genutzte Fläche. Getreide war auch hier die vorherrschende Kultur mit einer bewässerten Fläche von 5.700 ha. Pflanzen zur Grünernte wurden auf 3.300 ha bewässert, während Gemüse und Erdbeeren im Freiland 2.700 ha einnahmen. Kartoffeln wurden auf 4.900 ha bewässerte Fläche angebaut, und Körnermais beziehungsweise Mais zum Ausreifen belegte 1.500 ha.
- Im Jahr 2022 betrug die bewässerte landwirtschaftlich genutzte Fläche in Hessen insgesamt 21.700 ha. Innerhalb dieser Fläche war Getreide die dominierende Kultur, die auf 7.100 ha bewässert wurde. Gemüse und Erdbeeren im Freiland folgten mit 6.200 ha. Kartoffeln wurden auf 1.400 ha bewässert, während Zuckerrüben eine Fläche von 2.400 ha einnahmen. Körnermais beziehungsweise Mais zum Ausreifen wurde auf 1.200 ha kultiviert.

In einigen Bundesländern wie Berlin und Bremen wurden keine bewässerten landwirtschaftlichen Flächen verzeichnet, was die fehlende Relevanz dieser Bundesländer in der Landwirtschaft widerspiegelt. Hamburg, mit einer vergleichsweise kleinen bewässerten Fläche von 1.600 ha, spielte ebenfalls keine bedeutende Rolle. Das Saarland meldete lediglich 200 ha bewässerte Fläche. Aufgrund vieler fehlender Werte bei fast allen Kulturen wurde die Beschreibung für die Bundesländern Berlin, Bremen, Hamburg und dem Saarland hier nicht vorgenommen. Für die Kulturarten „Zuckerrüben ohne Saatguterzeugung“, „Hülsenfrüchte“ und „Raps, Rübsen und Sonnenblumen“ fehlen auch in flächenmäßig größeren Bundesländern (z. B. Baden-Württemberg, Bayern oder Sachsen) ebenfalls einige Werte, sodass auch diese in der Beschreibung nicht berücksichtigt werden können.

Tabelle 14: Tatsächlich bewässerte landwirtschaftlich genutzte Fläche in Deutschland, differenziert nach Bundesländern und Kulturarten für das Jahr 2022, in Hektar

Tatsächlich bewässerte Fläche 2009									
<i>für die jeweilige Kultur:</i>									
	<i>gesamt, in ha</i>	Getreide 1, 2, 3	Körner- mais/Mais zum Ausreifen ^{2, 4}	Hülsen- früchte 2, 3, 5	Kartof- feln	Zucker- rüben 6, 7	Raps und Rübsen 1, 2	Sonnen- blumen 1, 2	Pflanzen zur Faser- gewinnung
BW	22.800	/	4.900	/	1.700	/	/	/	-
BY	27.600	/	/	/	7.600	2.400	/	0	/
BE	0	-	-	-	0	-	-	-	-
BB	30.900	3.900	2.600	1.400	6.500	600	700	/	-
HB	0	-	-	-	-	-	-	-	-
HH	1.600	200	0	0	0	-	0	-	-
HE	21.700	7.100	1.200	500	1.400	2.400	300	/	/
MV	24.900	5.800	2.600	500	6.000	900	/	/	/
NI	302.100	107.300	21.200	3.200	65.100	25.400	5.200	/	/
NW	59.000	4.600	3.000	700	16.700	5.600	/	-	-
RP	23.500	1.900	500	/	4.900	1.100	/	/	-
SL	200	-	-	-	/	-	-	-	-
SN	5.400	700	500	200	1.100	/	/	0	-
ST	22.300	5.700	1.500	500	4.900	1.500	300	300	-
SH	9.300	1.800	/	/	1.200	200	/	/	-
TH	2.500	100	100	100	300	300	-	0	-
DE	554.000	141.900	39.500	8.100	117.400	40.800	7.300	/	/

Tatsächlich bewässerte Fläche 2009								
<i>für die jeweilige Kultur:</i>								
	<i>gesamt in ha</i>	Pflanzen zur Grün- ernte auf dem Acker- land ⁸	Gemüse und Erd- beeren im Freiland ⁹	andere Kulturen auf dem Acker- land ¹⁰	Dauer- grünland	Baum- und Beerenobst- anlagen und Nüsse	Rebflächen (Kelter- und Tafel- trauben)	allen anderen Dauer- kultu- ren ¹¹
BW	22.800	/	6.500	/	/	3.000	2.500	400
BY	27.600	/	8.800	2.500	/	900	900	/
BE	0	-	0	0	-	0	-	0
BB	30.900	6.600	4.600	700	900	1.100	0	1.200
HB	0	-	0	-	-	-	-	-
HH	1.600	0	300	100	0	900	-	100
HE	21.700	800	6.200	1.100	/	300	100	/
MV	24.900	4.400	2.500	600	/	400	/	100
NI	302.100	43.300	14.900	4.300	/	5.600	-	2.600
NW	59.000	5.500	14.000	3.900	/	2.000	0	/
RP	23.500	/	12.100	/	/	700	1.100	/
SL	200	-	100	0	-	0	0	0
SN	5.400	800	1.000	/	100	500	0	100

Tatsächlich bewässerte Fläche 2009								
für die jeweilige Kultur:								
	<i>gesamt in ha</i>	Pflanzen zur Grün- ernte auf dem Acker- land ⁸	Gemüse und Erd- beeren im Freiland ⁹	andere Kulturen auf dem Acker- land ¹⁰	Dauer- grünland	Baum- und Beerenobst- anlagen und Nüsse	Rebflächen (Kelter- und Tafel- trauben)	allen anderen Dauer- kultu- ren ¹¹
ST	22.300	3.300	2.700	500	/	700	/	400
SH	9.300	1.500	1.900	/	/	200	-	1.300
TH	2.500	200	500	200	0	600	0	200
DE	554.000	67.200	76.000	16.600	5.800	16.800	4.800	10.000

Anm.: ¹ zur Körnergewinnung; ² einschließlich Saatguterzeugung; ³ ohne Mais; ⁴ einschließlich Corn-Cob-Mix; ⁵ und Mischkulturen; ⁶ auch zur Ethanolherzeugung; ⁷ ohne Saatguterzeugung; ⁷ einschließlich Mischungen mit überwiegendem Grasanteil; ⁸ z. B. Silomais/Grünmais, Getreide oder Leguminosen zur Ganzpflanzenernte, Feldgras/Grasanbau; ⁹ einschließlich Spargel, ohne Pilze; ¹⁰ Andere Hackfrüchte ohne Saatguterzeugung, anderer Ölfrüchte zur Körnergewinnung, weiterer Handelsgewächse, Blumen und Zierpflanzen, Gartenbausämereien und Jungpflanzenerzeugung zum Verkauf, Saat- und Pflanzguterzeugung sowie sonstiger Kulturen auf dem Ackerland; ¹¹ Baumschulen, Weihnachtsbaumkulturen außerhalb des Waldes, Korbweidenanlagen u. ä.; „/“ Zahlenwert geheim zu halten; „-“ nichts vorhanden

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2024c)

5.2 Regionale Beschreibung für das Jahr 2009

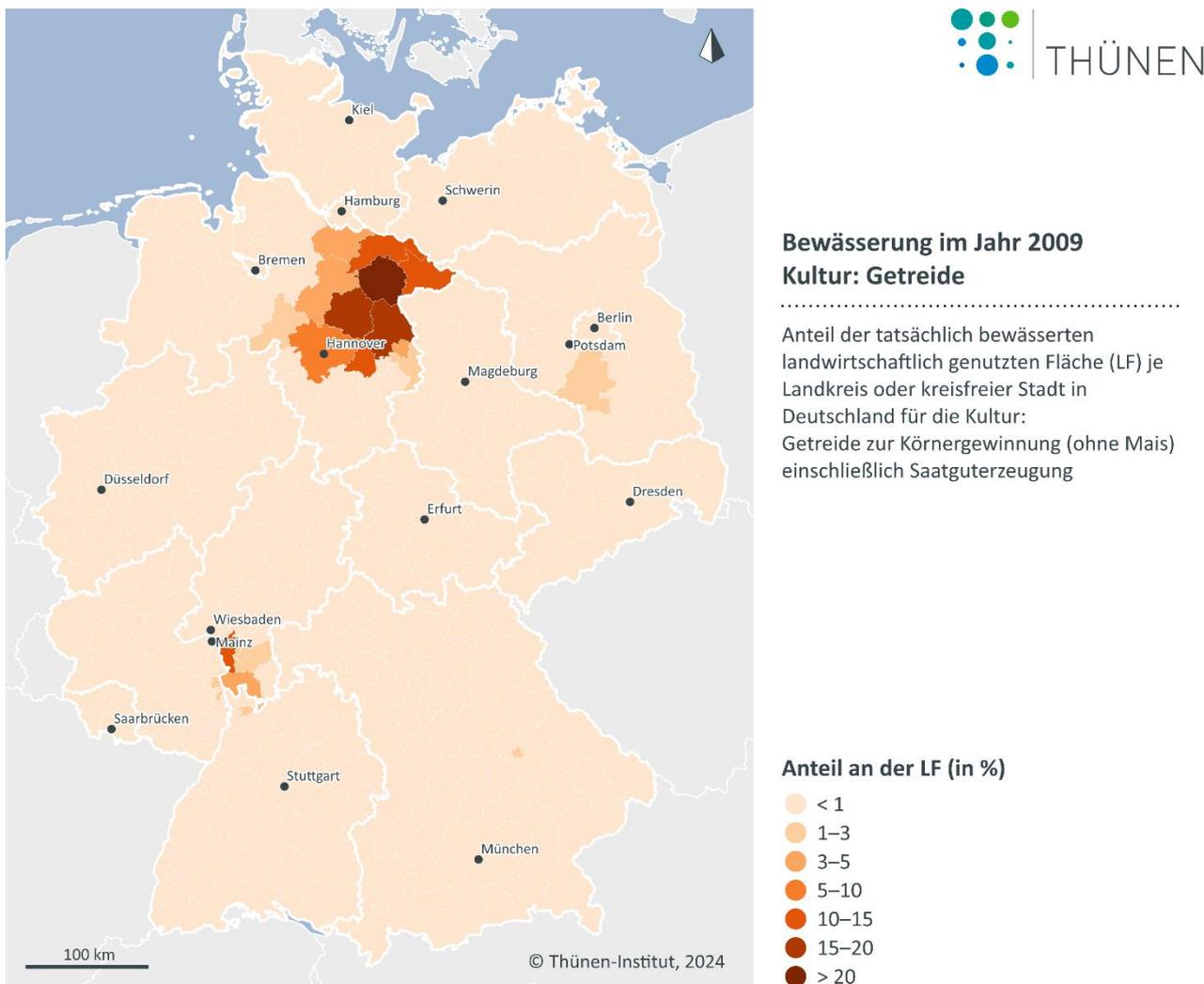
5.2.1 Getreide zur Körnergewinnung

Die Bewässerung von Getreide zur Körnergewinnung erfolgt in Deutschland hauptsächlich in zwei zusammenhängenden Gebieten (vgl. Abbildung 11). Der höchste Anteil an tatsächlich bewässelter landwirtschaftlich genutzter Fläche im Jahr 2009, der auf die Bewässerung von Getreide zurückzuführen ist, lag in den Schwerpunktgebieten Nordost-Niedersachsen und Südost-Niedersachsen. Besonders auffällig ist der Landkreis Uelzen mit einem Anteil größer als 20 % an der LF. Eine weitere Konzentration findet sich entlang von Rhein und Main im Länderdreieck von Hessen, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg. Der Großteil der Getreidebewässerung liegt dabei im Hessischen Ried. Mit Anteilen von 10–15 % sticht der Landkreis Groß-Gerau im Vergleich zu sonst eher geringen Anteilen von 1–3 % (Darmstadt-Dieburg, Stadt Darmstadt) und 3–5 % (Landkreis Bergstraße) hervor. Diese Region grenzt an die rheinland-pfälzischen Gebiete Rheinhessen und Vorderpfalz sowie an die Rhein-Neckar-Region im nördlichen Baden-Württemberg mit 1–3 % bewässerter Fläche. Im Landkreis Teltow-Fläming, in Brandenburg, lag der Anteil an bewässerten LF ebenfalls bei 1–3 %. Im restlichen Bundesgebiet erfolgt mit einem Anteil < 1 % nahezu keine Bewässerung von Getreide.

Getreide zur Körnergewinnung umfasst eine Reihe von Kulturen (vgl. Anhang 1), die sehr unterschiedlich sind – sowohl aus der Perspektive des physiologischen Bewässerungsbedarfs als auch der Wirtschaftlichkeit der Bewässerung. Verschiedene Bewässerungsversuche in Deutschland (Lüttger et al., 2005; Pflieger et al., 2010; Schittenhelm et al., 2010; Fricke, 2014, 2022; LTZ Augustenberg, 2014; SMUL, 2014) haben ermittelt, dass vor allem Sommergerste und Winterweizen unter den Getreidekulturen die höchste Wasserausnutzung bei Bewässerung aufzeigen. Die Wirtschaftlichkeit der Bewässerung wird neben dem infolge der Bewässerung erzielten Mehrertrag auch durch die Marktpreise für landwirtschaftliche Erzeugnisse bestimmt. Da die Deckung der fixen Kosten der Bewässerung bei Getreide nicht immer möglich ist, wird in der Literatur darauf hingewiesen, dass Bewässerung von Getreide vor allem dann wirtschaftlich sein kann, wenn es in der Fruchtfolge mit einer bewässerungswürdigen Kultur – z. B. Kartoffeln – angebaut wird oder wenn ein anderer Betriebszweig vom Getreideanbau abhängig ist (Fricke, 2014; SMUL, 2014). Getreidekulturen zeigen bisher eine positive berechnungskostenfreie Leistung, wenn ausschließlich variable Kosten herangezogen werden (SMUL, 2014; Fricke, 2014, 2022). In diesem Zusammenhang sind die Ähnlichkeiten in den räumlichen Mustern zwischen der

Bewässerung von Getreide zur Körnergewinnung und der Bewässerung von Kartoffeln (siehe Kapitel 5.2.4) zu beobachten.

Abbildung 11: Prozentualer Anteil der Bewässerung von Getreide an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009

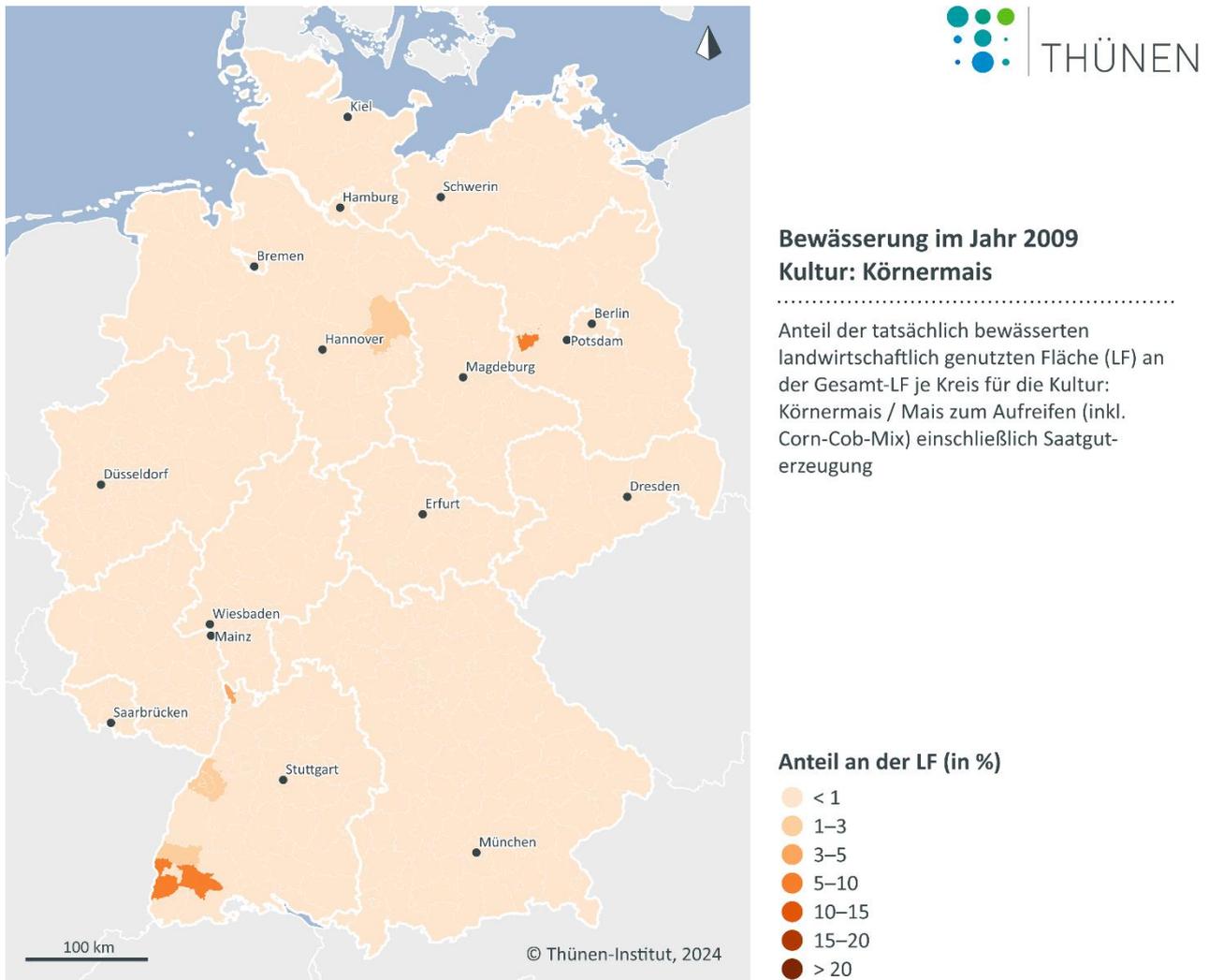


Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

5.2.2 Körnermais

Die Bewässerung von Körnermais nimmt flächenmäßig in Deutschland insgesamt nur einen geringen Anteil ein (vgl. Abbildung 12). Es gibt jedoch einige Gebiete mit höheren Anteilen. An vorderster Stelle steht die kreisfreie Stadt Brandenburg an der Havel im brandenburgischen Schwerpunktgebiet Havelland-Fläming, wo etwa 5–10 % der LF für die Bewässerung von Körnermais genutzt werden. Entlang des Oberrheins befinden sich weitere Schwerpunktgebiete. In der Region Südlicher Oberrhein, insbesondere in den Landkreisen Emmendingen und Breisgau-Hochschwarzwald, sowie in den Regionen Mittlerer Oberrhein (Landkreis Rastatt und Stadtkreis Baden-Baden) und Rhein-Neckar (mit Fokus auf Mannheim) liegen die Anteile zwischen 3–5 % und 5–10 %. Im Nordosten Niedersachsens weist der Landkreis Gifhorn mäßige Anteile von 1–3 % auf.

Abbildung 12: Prozentualer Anteil der Bewässerung von Körnermais an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009

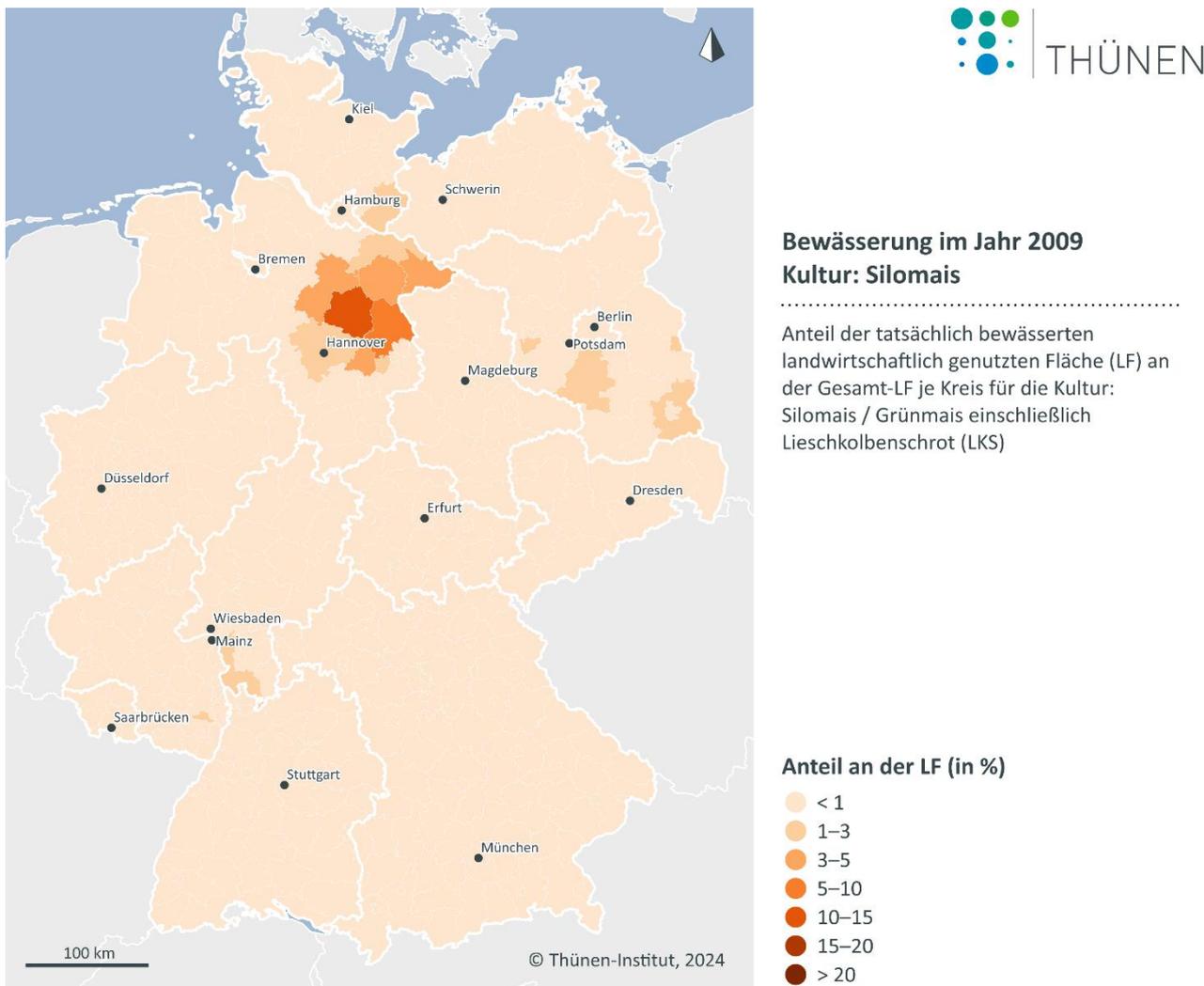


Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

5.2.3 Silomais

Ähnlich wie bei Getreide liegen die Hauptbewässerungsgebiete in Nordost- und Südost-Niedersachsen (vgl. Abbildung 13), wobei die höchsten Flächenanteile mit 10–15 % im Landkreis Celle und mit 5–10 % im Landkreis Gifhorn liegen. Weitere Landkreise wie Lüneburg, Heidekreis, Uelzen, Lüchow-Dannenberg, Region Hannover, Peine und die kreisfreie Stadt Braunschweig weisen eher geringe Anteile von 1–5 % auf. Weitere Gebiete in Deutschland mit einem geringen Anteil von 1–3 % der LF, in denen Silomais bewässert wurde, sind das Hessische Ried (Landkreis Groß-Gerau und Bergstraße), die Vorderpfalz (kreisfreie Stadt Neustadt an der Weinstraße), Havelland-Fläming (kreisfreie Stadt Brandenburg an der Havel und Landkreis Teltow-Fläming), Oder-Spree (kreisfreie Stadt Frankfurt an der Oder) und Lausitz-Spreewald (Landkreis Spree-Neiße).

Abbildung 13: Prozentualer Anteil der Bewässerung von Silomais an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

Silomais ist eine der Kulturen mit geringster Bewässerungswürdigkeit sowohl aus der Perspektive der Zusatzwasserausnutzung als auch der Wirtschaftlichkeit (Pfleger et al., 2010; SMUL, 2014; Fricke, 2022). Die mehrjährigen Versuche in Thüringen konnten keine signifikante Ertragssteigerung infolge der Bewässerung ermitteln (Pfleger et al., 2010). Die Zusatzwasserausnutzung vom Silomais wurde sowohl in Thüringen als auch in Sachsen als gering eingestuft (Pfleger et al., 2010; SMUL, 2014). Die Wirtschaftlichkeit der Bewässerung vom Silomais ist bei der Betrachtung fixer und variable Kosten nicht gegeben (SMUL, 2014; Fricke, 2022). In dem Zusammenhang wird diese Kultur mit hoher Wahrscheinlichkeit in einer Fruchtfolge mit einer bewässerungswürdigen Kultur (wie Kartoffeln) bewässert. Beim Vergleich mit Abbildung 13 zur Bewässerung von Silomais und der Abbildung 14 zur Bewässerung von Kartoffeln wird eine Ähnlichkeit bei den räumlichen Mustern deutlich. Auch kann Bewässerung von Silomais für die Betriebe mit weiteren auf Produktion von Silomais angewiesenen Betriebszweigen wie Biogasproduktion und Rinderhaltung interessant sein.

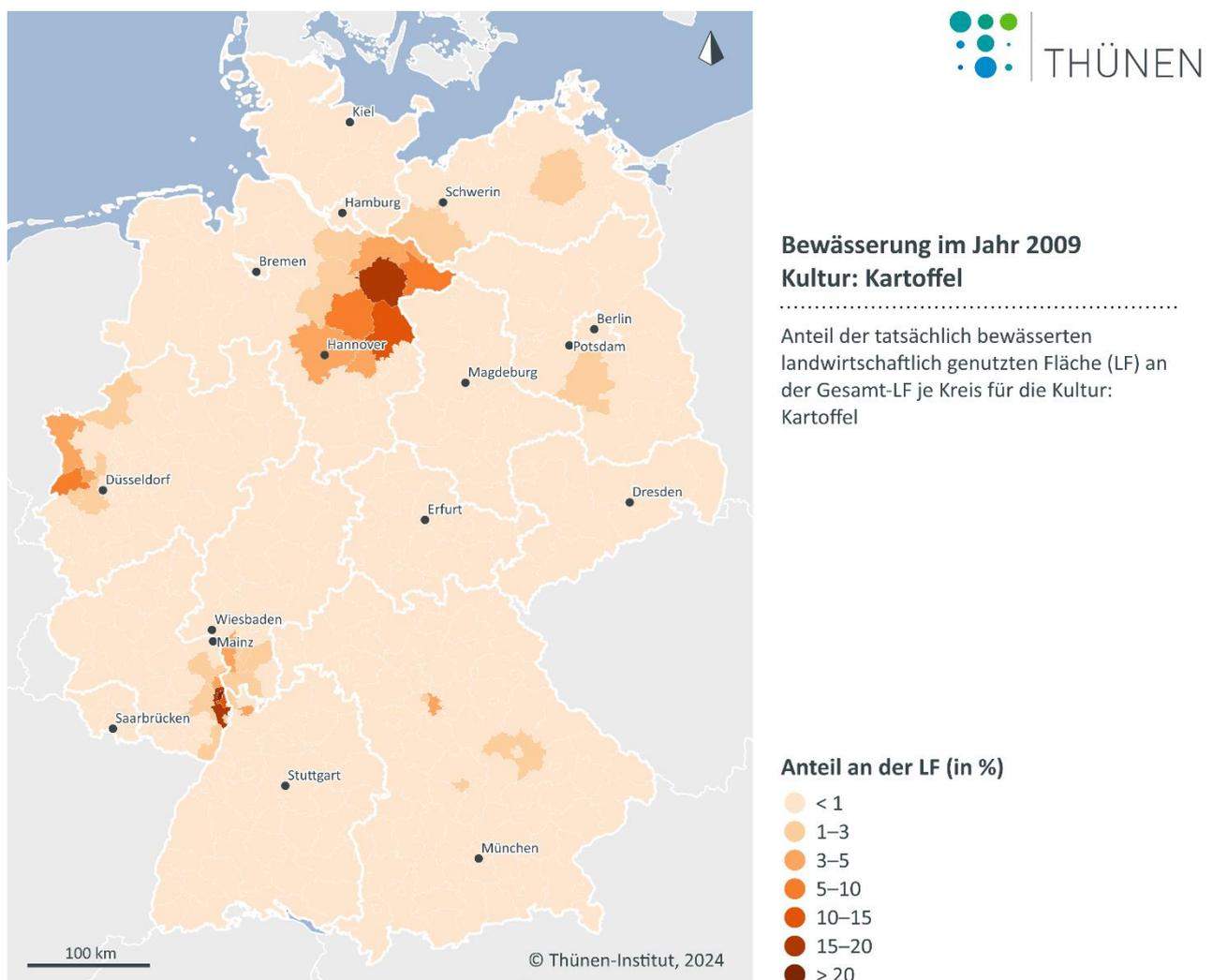
5.2.4 Kartoffeln

Die Bewässerung von Kartoffeln spielt in Deutschland hauptsächlich in den Schwerpunktgebieten eine große Rolle. Ähnlich wie bei Getreide und Mais ist ein besonderer Schwerpunkt in Nordost- und Südost-Niedersachsen zu erkennen (vgl. Abbildung 14). Mit 15–20 % tritt abermals der Landkreis Uelzen und mit 10–15 % der Landkreis

Gifhorn hervor. Aber auch in den umliegenden Kreisen gibt es großflächigere Kartoffelbewässerung. Mit eher geringen Anteilen von 1–3 % zieht sich das niedersächsische Gebiet über die Elbe bis nach Mecklenburg-Vorpommern (Landkreis Ludwigslust-Parchim). Eine weitere Schwerpunktregion ist der Niederrhein im westlichen Nordrhein-Westfalen mit dem Landkreis Viersen (5–10 % der landwirtschaftlichen Fläche) sowie die Landkreise Kleve und Krefeld mit 3–5 %. Daran angrenzend finden sich weitere Kreise mit geringen Anteilen. Im Länderdreieck Hessen, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg bündelt sich eine weitere Region, in der vermehrt Kartoffeln bewässert werden. Der Anteil im Hessischen Ried ist vergleichsweise gering (1–3 % und 3–5 %). Intensiver ist die Bewässerung von Kartoffeln in der Vorderpfalz. Dort sind vornehmlich der Rhein-Pfalz-Kreis (15–20 %), die kreisfreie Stadt Ludwigshafen am Rhein (10–15 %) und Frankenthal (Pfalz) mit mehr als 20 % zu nennen. In den umliegenden Gebieten von Rheinhessen, der Südpfalz sowie der Region Rhein-Neckar, in Baden-Württemberg, sind eher geringe Anteile von 1–5 % zu erkennen. Darüber hinaus ist ein bayerisches Schwerpunktgebiet in den kreisfreien Städten Fürth und Nürnberg am Rande des Knoblauchslands zu sehen.

Unter den Ackerkulturen zeigen Kartoffeln die höchste Bewässerungswürdigkeit. Bewässerungsversuche in deutschem Ackerbau haben für Kartoffeln eine hohe Zusatzwasserausnutzung ermittelt (Lüttger et al., 2005; Pflieger et al., 2010; Fricke, 2022). Aus wirtschaftlicher Perspektive erzielt die Bewässerung von Kartoffeln bisher die höchsten Mehrerlöse unter den Ackerkulturen infolge der Mehrerträge durch Zusatzwasser in Kombination mit hohen durchschnittlichen Preisen.

Abbildung 14: Prozentualer Anteil der Bewässerung von Kartoffel an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

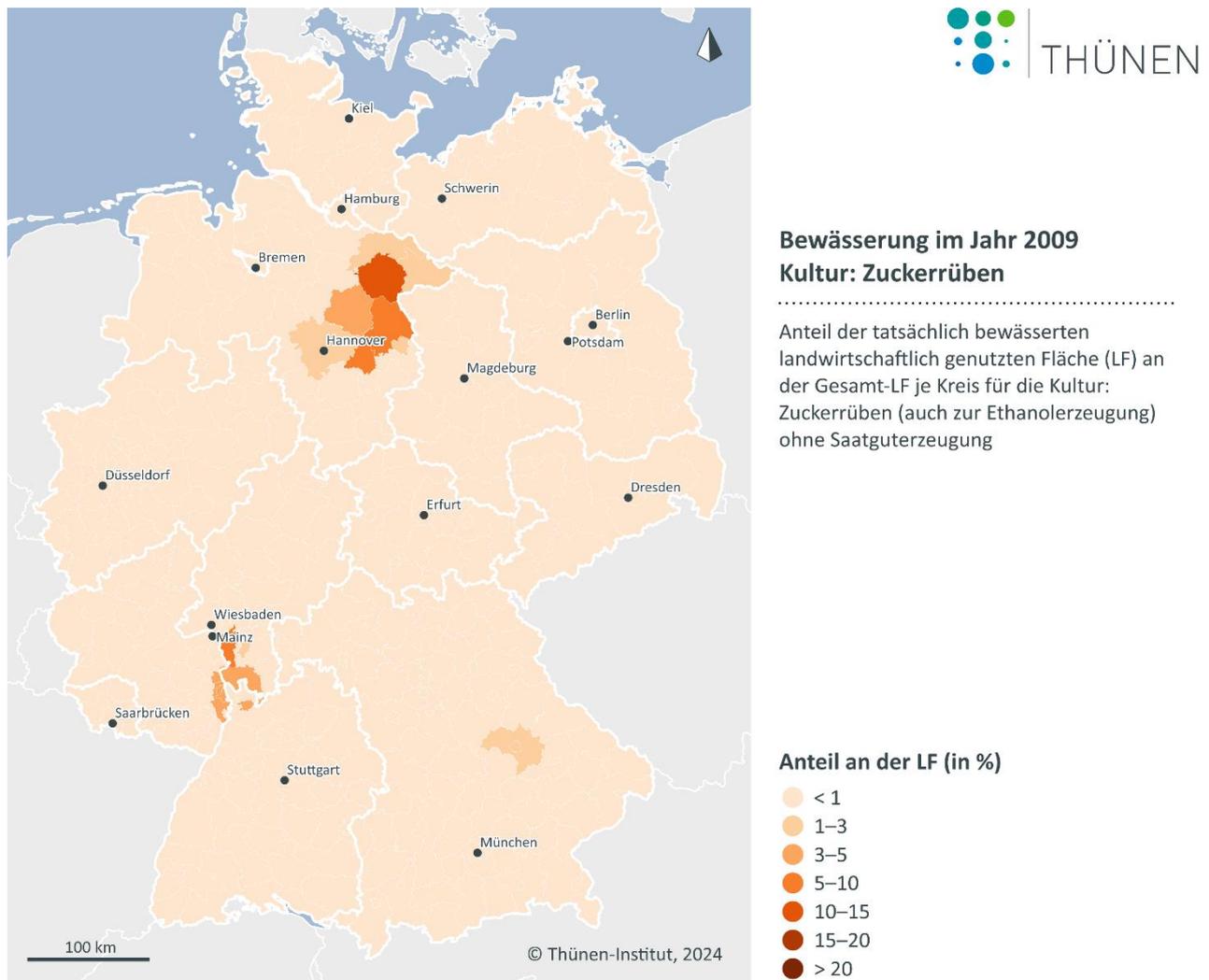
5.2.5 Zuckerrüben

Die Bewässerung von Zuckerrüben nimmt im Vergleich zu anderen Flächenkulturen insgesamt einen eher geringen Anteil im Gesamtbild der landwirtschaftlichen Anbauflächen ein. Der höchste Flächenanteil von 10–15 % ist im Landkreis Uelzen in Niedersachsen, einem Schwerpunktgebiet für Bewässerung in Nordost-Niedersachsen, erkennbar. In Verbindung mit Kreisen aus Südost-Niedersachsen bilden sich hier erneut Regionen mit hohen Anteilen an landwirtschaftlichen Flächen, auf denen Bewässerungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Auch das Hessische Ried, die Vorderpfalz und die Region Rhein-Neckar bilden im Zusammenhang mit der Bewässerung von Zuckerrüben zusammenhängende Schwerpunktgebiete. Trotz vergleichsweise geringer Flächenanteile von 1–3 % der landwirtschaftlichen Flächen sind in der kartografischen Darstellung (vgl. Abbildung 15) der Landkreis und die kreisfreie Stadt Regensburg auffällig.

Bewässerungsversuche in Thüringen und Brandenburg haben gezeigt, dass Zuckerrüben das Zusatzwasser sehr effektiv verwerten (Pfleger et al., 2010; Lüttger et al., 2005). Nichtsdestotrotz ist die Wirtschaftlichkeit der Bewässerung von Zuckerrüben nur bei hohen Preisen gegeben (SMUL, 2014; Fricke, 2022; Lüttger et al., 2005). In Niedersachsen konnten positive variable berechnungskostenfreie Leistungen für Zuckerrüben nur bei Defizitbewässerung, einer Bewässerungsstrategie mit reduzierten Bewässerungsmengen, erreicht werden (Fricke, 2022). In Sachsen konnte gezeigt werden, dass die berechnungskostenfreie Leistung von Zuckerrüben stark vom Preis abhängt und bei einem höheren Preis die Wirtschaftlichkeit der Berechnung gegeben sein kann (Gramm, 2014). Der Vergleich mit Abbildung 14 weist Ähnlichkeit in den räumlichen Mustern der bewässerten Fläche von Zuckerrüben und Kartoffeln auf. Die Bewässerung von Zuckerrüben fand vor allem in Nordost-Niedersachsen und im oberen Rheingraben statt. Einen geringen Anteil von 1–3 % der LF gab es zudem im Landkreis Regensburg in Bayern.

Abbildung 15: Prozentualer Anteil der Bewässerung von Zuckerrüben an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009

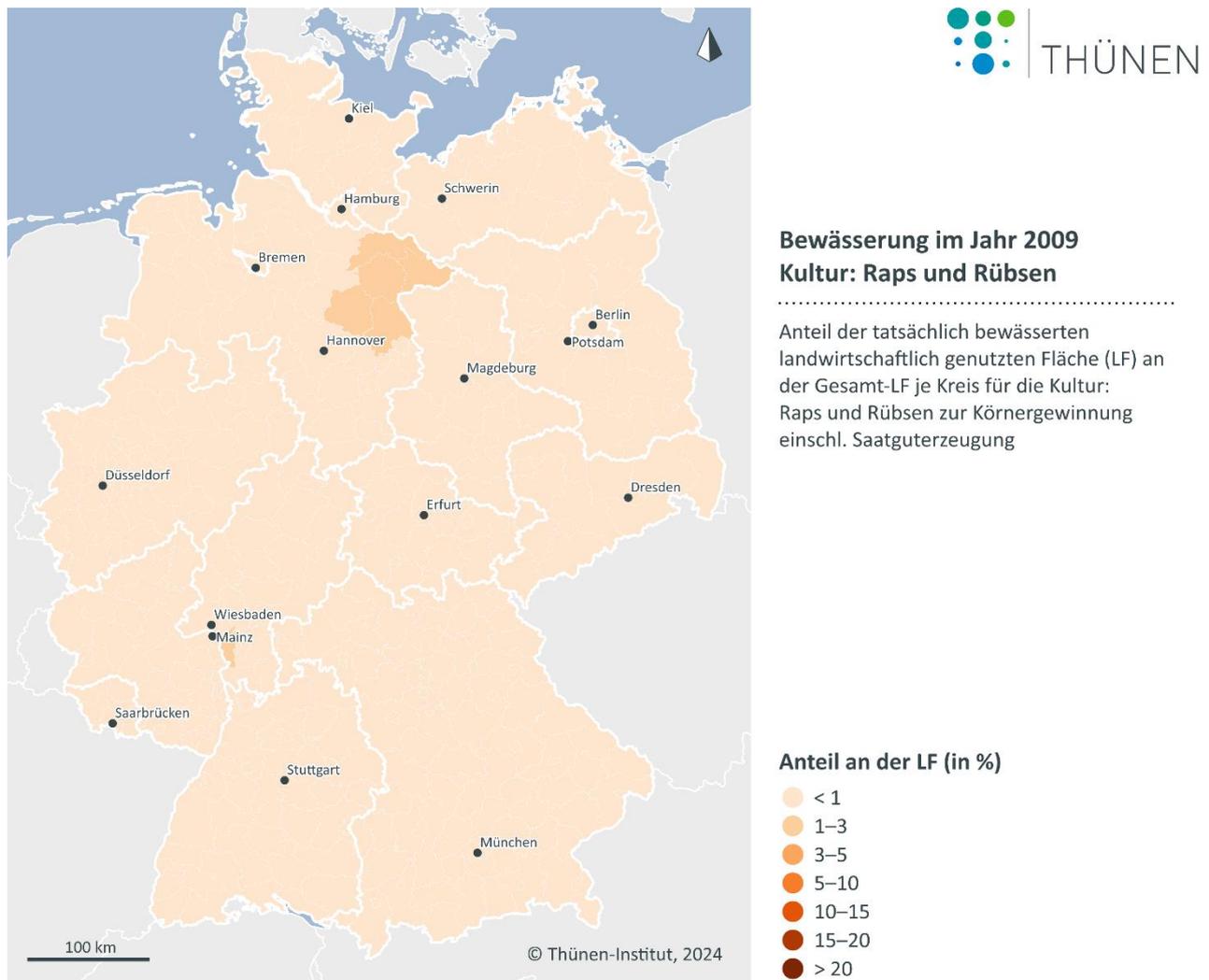


Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

5.2.6 Raps und Rübsen

Die Bewässerung von Raps und Rübsen hat in Deutschland nur eine begrenzte Bedeutung. Es gibt einige zusammenhängende Gebiete in Nordost-Niedersachsen mit vergleichsweise geringen Flächenanteilen von 1–3 %, auf denen Raps bewässert wird (vgl. Abbildung 16). Hinzu kommt die Gemeinde Groß-Gerau im Hessischen Ried mit einem Anteil von ebenfalls 1–3 %. Raps und Rübsen gehören zu den Kulturen, deren Bewässerung in der Regel nicht wirtschaftlich ist. Entsprechend wird es empfohlen, über ihre Bewässerung nur dann nachzudenken, wenn sie in einer Fruchtfolge mit bewässerungswürdigen Kulturen wie Kartoffel und Gemüse angebaut werden (Fricke, 2022). Der Vergleich von Abbildung 16 zur Bewässerung von Raps und Rübsen mit Abbildung 14 zur Bewässerung von Kartoffeln ergibt eine Ähnlichkeit bei den räumlichen Mustern.

Abbildung 16: Prozentualer Anteil der Bewässerung von Raps und Rübsen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

5.2.7 Gemüse (inkl. Erdbeeren)

Gemüse (inkl. Erdbeeren) gelten als eine Kulturgruppe mit einem hohen Zusatzwasserbedarf. Der Hauptgrund hierfür liegt in den spezifischen Anforderungen und der erhöhten Empfindlichkeit von gartenbaulichen Erzeugnissen. Gartenbaukulturen benötigen zur Aufrechterhaltung ihrer Lebensfunktionen ein kontinuierliches Wasserangebot, da ein Wassermangel schnell zu Wasserstress und damit zu einer merklichen Abnahme der Qualität bis hin zu einem Totalausfall des Ertrags führen kann. Besonders die Vermarktbarkeit hängt stark mit Qualitätseigenschaften wie beispielsweise Größe, Form, Vitamingehalt etc. zusammen (Paschold et al., 2010).

Dort, wo Gemüsekulturen und Erdbeeren angebaut werden, ist der Anteil der tatsächlich bewässerten Fläche an der LF relativ groß (vgl. Abbildung 17).

In Niedersachsen gibt es zwei zusammenhängende Gebiete, in denen die Flächenanteile auf die Gemüsebewässerung fallen, aber mit 1–3 und 3–5 % eher gering sind: Zu nennen sind Nord- und Südwest-Niedersachsen sowie Nordost-Niedersachsen und die nördlich angrenzende Stadt Hamburg. In Nordrhein-Westfalen erstrecken sich die Schwerpunktgebiete im westlichen Teil des Bundeslandes vom Niederrhein über das westliche Ruhrgebiet bis zur Köln-Aachener Bucht. Dort sind überwiegend geringe Flächenanteile (1–3 %) zu verzeichnen, wobei sich die Gemüsebewässerung am südlichen Niederrhein stärker konzentriert. Aufzuzählen

sind der Rhein-Kreis Neuss und die Stadt Düsseldorf (3–5 %), der Landkreis Viersen (5–10 %) und die kreisfreie Stadt Krefeld (10–15 %).

Die höchste Konzentration der Gemüsebewässerung ist im Länderdreieck Hessen, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg zu erkennen. In Hessen sind die Schwerpunktgebiete Hessisches Ried und die untere Hessische Mainebene mit Flächenanteilen von 3–10 % der LF erkennbar. Zu erkennen sind der Landkreis Darmstadt-Dieburg, die kreisfreie Stadt Frankfurt am Main, die Landkreise Groß-Gerau und Bergstraße sowie die kreisfreie Stadt Darmstadt.

In Rheinland-Pfalz wird Gemüse in den Schwerpunktgebieten Rheinhessen, Vorderpfalz und Südpfalz bewässert. Während in den rheinabgewandten Landkreisen (z. B. Alzey-Worms, Bad Dürkheim oder Südliche Weinstraße) mit 1–3 % nur geringe Flächenanteile an Gemüse bewässert werden, konzentrieren sich entlang des Rheins sehr hohe Flächenanteile. Im Rhein-Pfalz-Kreis sowie in den kreisfreien Städten Frankenthal (Pfalz) und Ludwigshafen am Rhein liegt der Flächenanteil bei 25 %. Der in der Südpfalz gelegene Landkreis Germersheim weist einen Anteil von 15–20 % der landwirtschaftlichen Fläche auf, welcher auf die Bewässerung von Gemüse zurückzuführen ist.

Mit geringen Flächenanteile von 1–3 % grenzt das Schwerpunktgebiet Rhein-Neckar auf der baden-württembergischen Seite des Rheins an. In Baden-Württemberg sind noch weitere Schwerpunktgebiete mit geringen Flächenanteilen zu nennen:

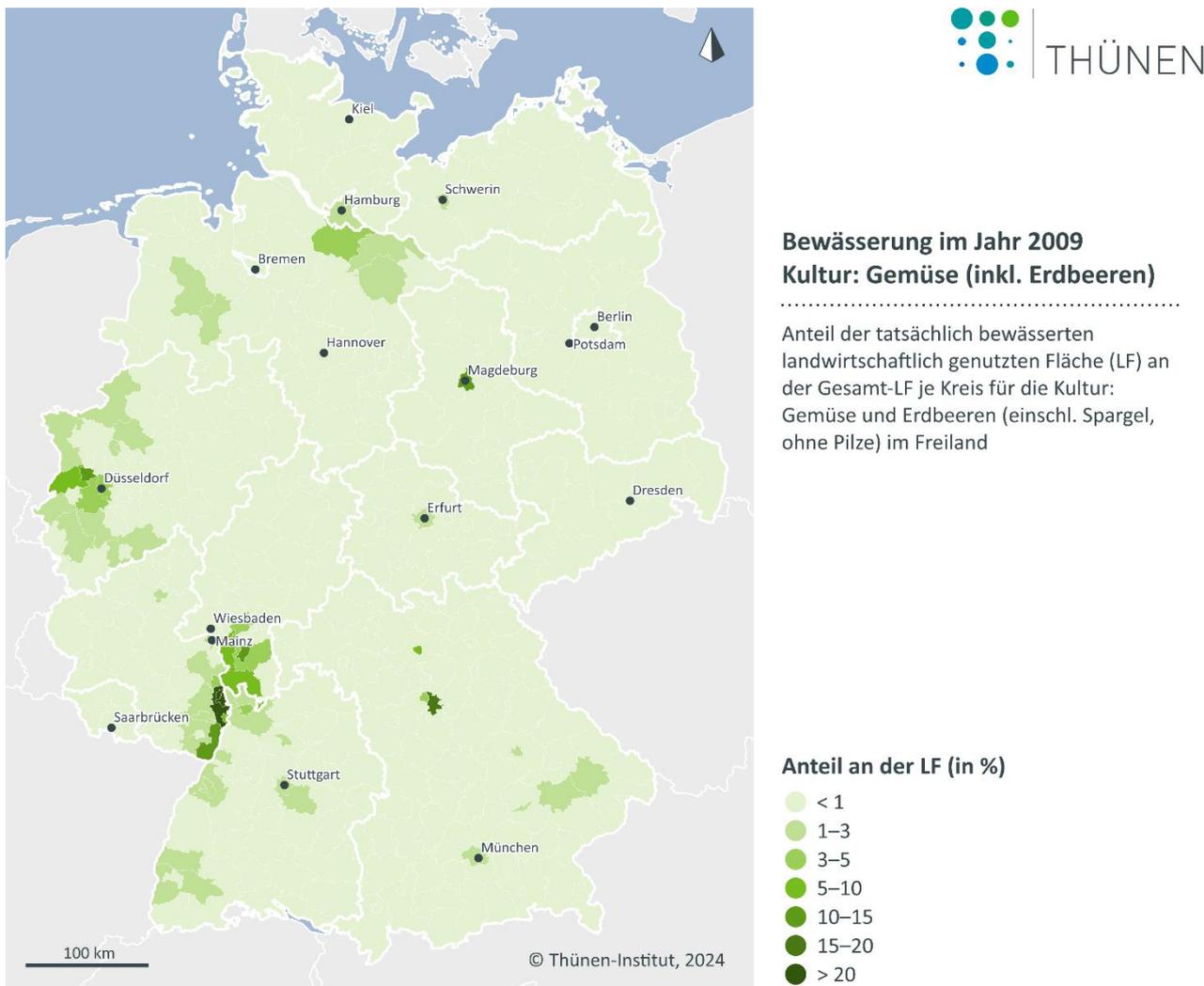
- der Mittlere Oberrhein mit dem Stadtkreis Karlsruhe, Baden-Baden und dem Landkreis Rastatt
- das Schwerpunktgebiet Heilbronn-Franken mit der Stadt Heilbronn
- die Region Stuttgart mit dem Stadtkreis Stuttgart und dem Landkreis Esslingen
- der Südliche Oberrhein mit den Landkreisen Emmendingen und Breisgau-Hochschwarzwald

Im Freistaat Bayern bündelt sich die Gemüsebewässerung vor allem im Schwerpunktgebiet „Knoblauchsland / Spalter Hopfenland / Fürth / Erlangen-Höchstadt“ und besonders im Knoblauchsland, also den administrativen Einheiten der kreisfreien Städte Nürnberg (10–15 %) und Fürth (3–5 %). Zudem gibt es vereinzelt Kreise mit erhöhten Flächenanteilen wie die kreisfreie Stadt Bamberg mit 5–10 % sowie die kreisfreien Städte Regensburg, Landshut und München mit den Landkreisen Dingolfing-Landau und Deggendorf mit 1–3 % der landwirtschaftlichen Fläche.

Im weiteren Bundesgebiet sind noch die kreisfreie Städte Schwerin (Mecklenburg-Vorpommern) mit 1–3 %, Magdeburg (Sachsen-Anhalt) mit 10–15 % und Erfurt (Thüringen) mit 1–3 % zu nennen.

Gemüse und Erdbeeren sind die Kulturen, deren Anbau hohe Erlöse erzielt. Zudem unterliegen die Produktion und das Ernteprodukt hohen Qualitätsanforderungen. Da sowohl ihre Ertragsmengen als auch -qualitäten stark von der Wasserverfügbarkeit abhängen, zeichnen sich Gemüsekulturen durch eine hohe Bewässerungswürdigkeit aus (Albrecht et al., 2001). In der deutschen Agrarstatistik werden ausschließlich die Informationen zur Bewässerung von Gemüse und Erdbeeren in Freiland erhoben. Insbesondere Paprika, Tomaten, Salatgurken, sonstige Salate und Erdbeeren werden jedoch auch in Gewächshäusern „Glas“, also unter begehbaren Schutzabdeckungen (Gewächshäuser) angebaut. Aus der Gemüseerhebung 2023 geht hervor, dass Anbau von Gemüse und Erdbeeren unter Glas im Vergleich zum Freilandanbau gering ist (DESTATIS, 2024b): Beim Gemüse wurden im Jahr 2022 0,1 % (1.271 ha) der gesamten Gemüsebaufläche (126.456 ha) in Gewächshäusern angebaut, bei Erdbeeren waren es 13 % (1.928 ha) der gesamten Erdbeeranbaufläche (14.862 ha). Entsprechend ist die Darstellung der Bewässerung von Gemüse (inklusive Erdbeeren) in der Agrarstatistik mengenmäßig leicht unterschätzt und in Abbildung 17 als unvollständig zu betrachten.

Abbildung 17: Prozentualer Anteil der Bewässerung von Gemüse (inkl. Erdbeeren) an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009



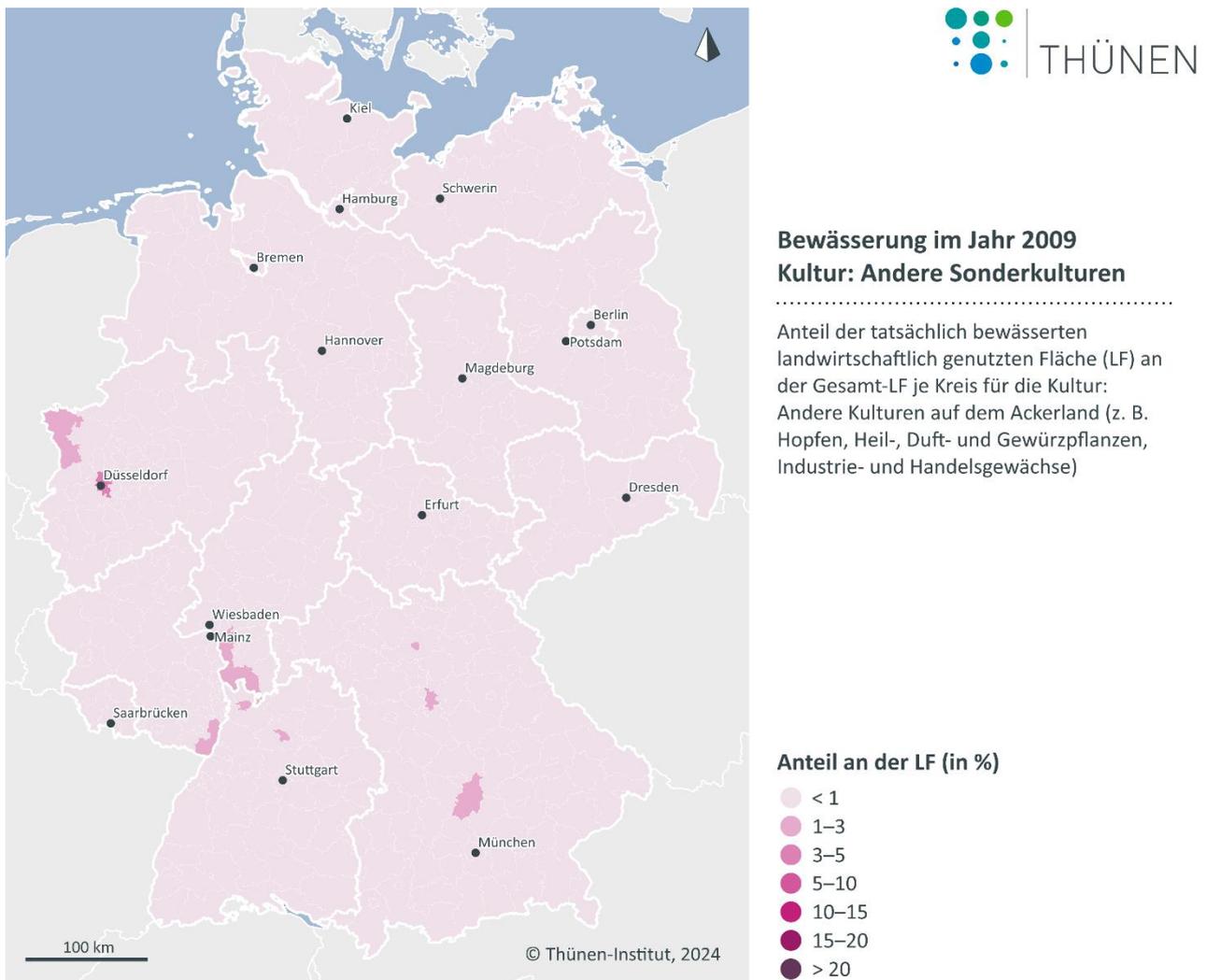
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

5.2.8 Andere Kulturen auf dem Ackerland

Wie in Anhang 1 aufgeführt, umfasst das Merkmal „Andere Kulturen auf dem Ackerland“ eine Vielzahl unterschiedlicher Kulturen. Einige dieser Kulturen bzw. Kulturgruppen weisen eine Relevanz für die Bewässerung auf, z. B. Hopfen, Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen (z. B. Petersilie), Handelsgewächse (z. B. Zichorie oder Rollrasen), Blumen und Zierpflanzen im Freiland, Gartenbausämereien oder gartenbauliche Jungpflanzenerzeugung zum Verkauf. Abbildung 18 zeigt, dass die Flächenanteile, auf denen Bewässerungsmaßnahmen für diese Kulturen durchgeführt werden, mit 1–3 % und 3–5 % eher gering sind.

Es lassen sich lediglich am Länderdreieck von Rheinland-Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg Kreise in Schwerpunktgebieten zusammenfassen. Dort sind die Gebiete der Südpfalz, des Hessischen Rieds und der Rhein-Neckar-Region zu nennen. Ansonsten tritt Bewässerung von anderen Kulturen auf dem Ackerland eher in vereinzelt Kreisen auf. In Nordrhein-Westfalen weisen der Landkreis Kleve 1–3 % und die kreisfreie Stadt Düsseldorf 3–5 % Anteil an der LF auf. Hinzu kommen drei bayerische Kreise mit jeweils 1–3 %: die kreisfreien Städte Bamberg und Würzburg sowie der Landkreis Pfaffendorf an der Ilm. Dieser Landkreis liegt im Schwerpunktgebiet „Hallertau/Jurahopfen“, einem intensiven Hopfenanbaugesamt Bayerns.

Abbildung 18: Prozentualer Anteil der Bewässerung von anderen Kulturen auf dem Ackerland an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

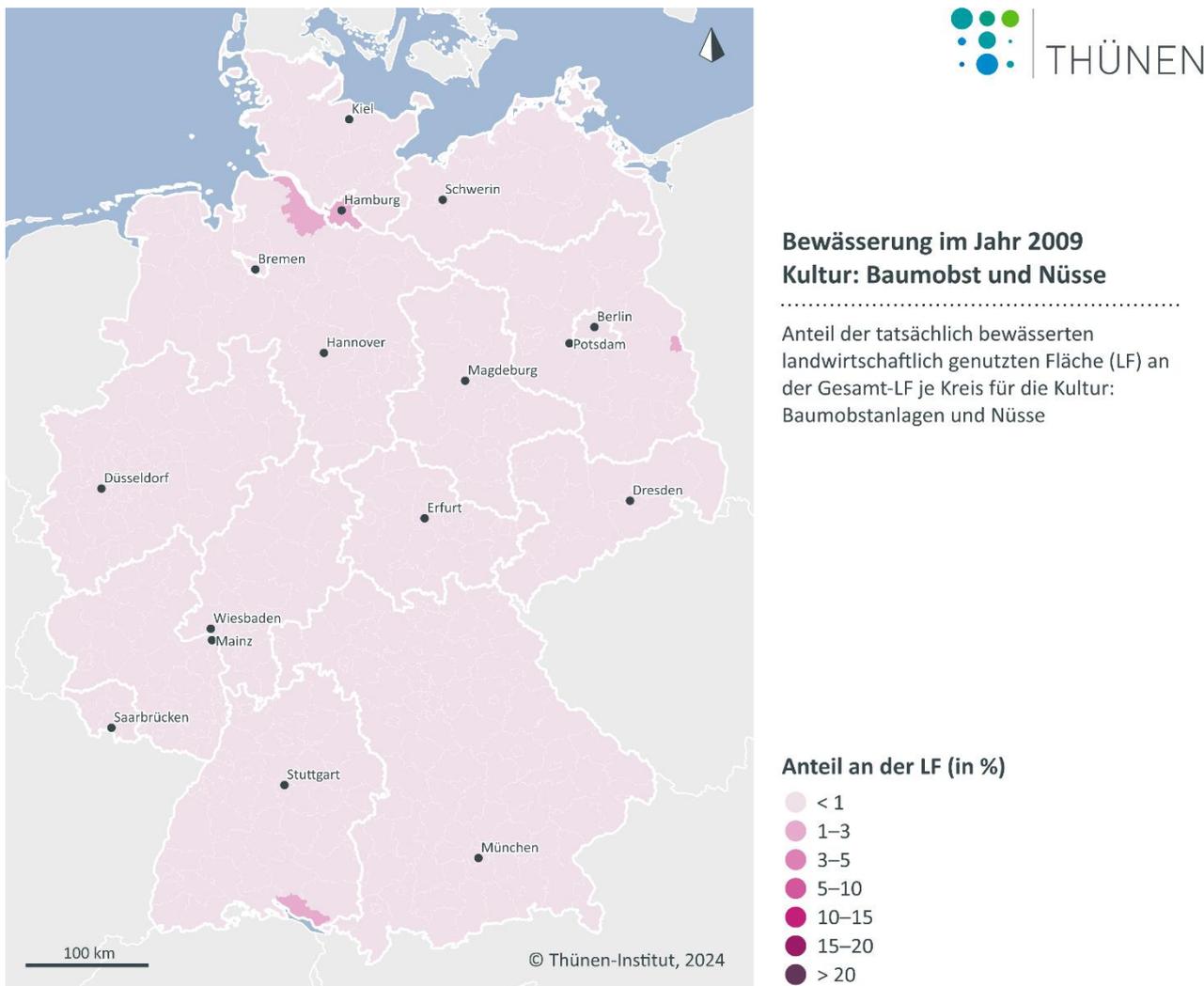
5.2.9 Baumobst und Nüsse

Die Bewässerung von Beerenobst und Nüssen findet in Deutschland nur vereinzelt statt (vgl. Abbildung 19). Dabei zeigen sich geringe Flächenanteile (1–3 %) in den typischen Obstbauregionen. Zu nennen sind:

- das „Alte Land“ entlang der Elbe von Hamburg über den Landkreis Stade (nördlicher Teil des Schwerpunktgebiets Mittleres Niedersachsen) bis zur Mündung in die Nordsee
- die kreisfreie Stadt Frankfurt (Oder) in der Region Oderland-Spree an der Grenze zu Polen
- die Obstbauregion Bodensee im Bodenseekreis

Neben dem Anbau von Gemüse und Erdbeeren ist Obst ebenfalls häufig eine bewässerungswürdige Kultur, deren Produktion und insbesondere Vermarktung von hohen Qualitätsansprüchen bestimmt ist (Paschold et al., 2010). Da sich insbesondere Spätfrost negativ auf die Qualität von Baumobsterträgen auswirken, spielt Frostschutzberegnung eine wichtige Rolle beim Baumobstanbau. Die Informationen zu den Baumobstflächen mit Möglichkeit zur Frostschutzberegnung werden in der deutschen Statistik nicht erfasst. Entsprechend ist die Darstellung der Fläche mit Möglichkeit zur Bewässerung unter Baumobst in Abbildung 19 als unvollständig zu betrachten.

Abbildung 19: Prozentualer Anteil der Bewässerung von Baumobst und Nüssen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009

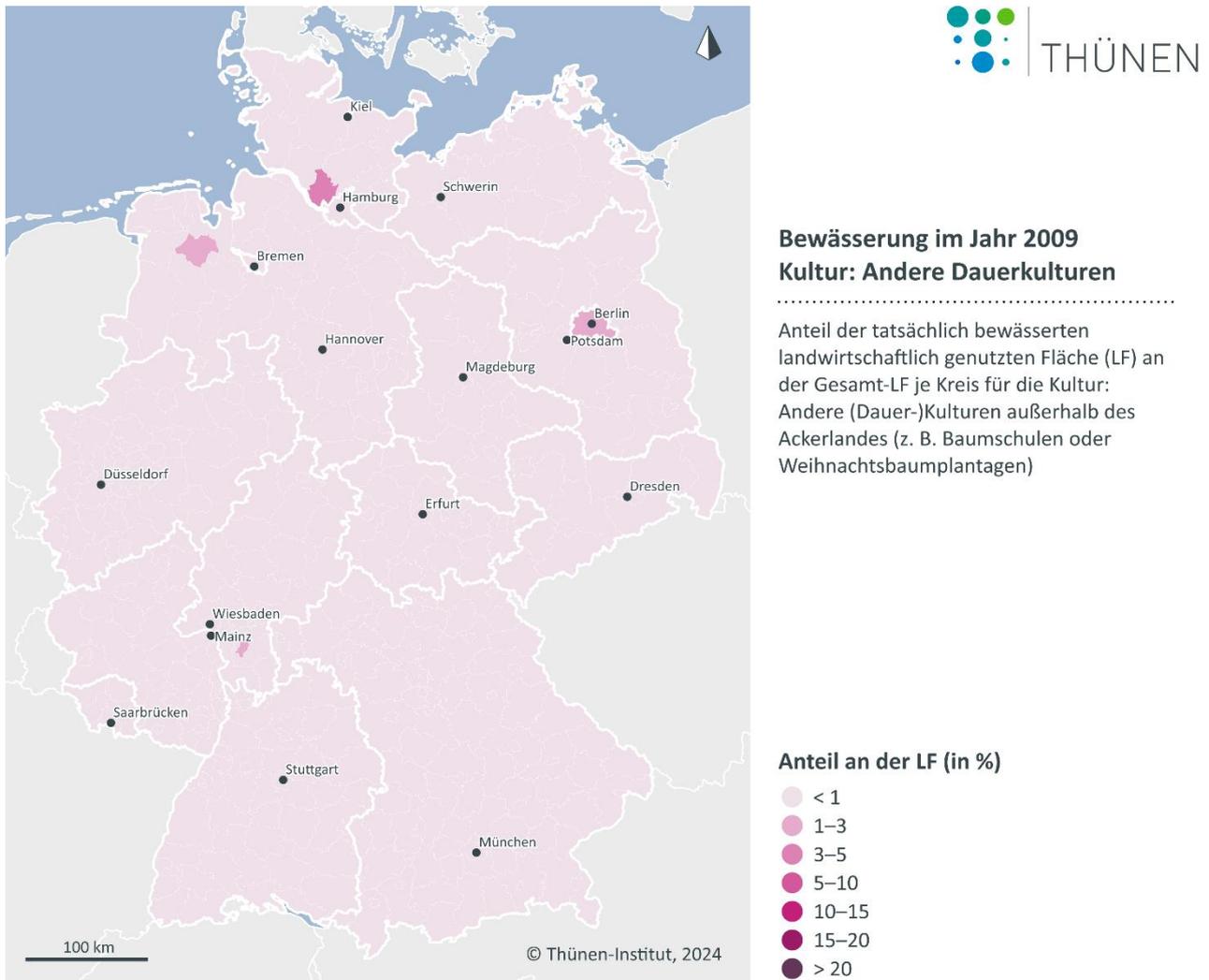


Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

5.2.10 Andere Kulturen außerhalb des Ackerlandes

Auf die Bewässerung von „Anderen Kulturen außerhalb des Ackerlandes“, wozu vornehmlich verschiedene Dauerkulturen wie beispielsweise Baumschulen oder Weihnachtsbaumplantagen gehören (siehe Anhang 1), entfallen nur geringe Flächenanteile in Deutschland (vgl. Abbildung 20). Zu nennen sind der Landkreis Pinneberg im Schwerpunktgebiet Südliches Schleswig-Holstein nordwestlich von Hamburg (3–5 % an der LF) und der Landkreis Ammerland am nördlichen Rand des Schwerpunktgebiets Nord- und Südwest-Niedersachsen. Der Landkreis Ammerland westlich von Bremen ist für eine hohe Konzentration von Baumschulen und Garten-Landschaftsbau-Betrieben bekannt. Weiter sind die Stadt Berlin und die kreisfreie Stadt Darmstadt im Hessischen Ried hervorzuheben, in denen jeweils 1–3 % der bewässerten LF auf die Bewässerung von „anderen Kulturen außerhalb des Ackerlandes“ zurückzuführen sind.

Abbildung 20: Prozentualer Anteil der Bewässerung von anderen (Dauer-)Kulturen außerhalb des Ackerlandes an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009

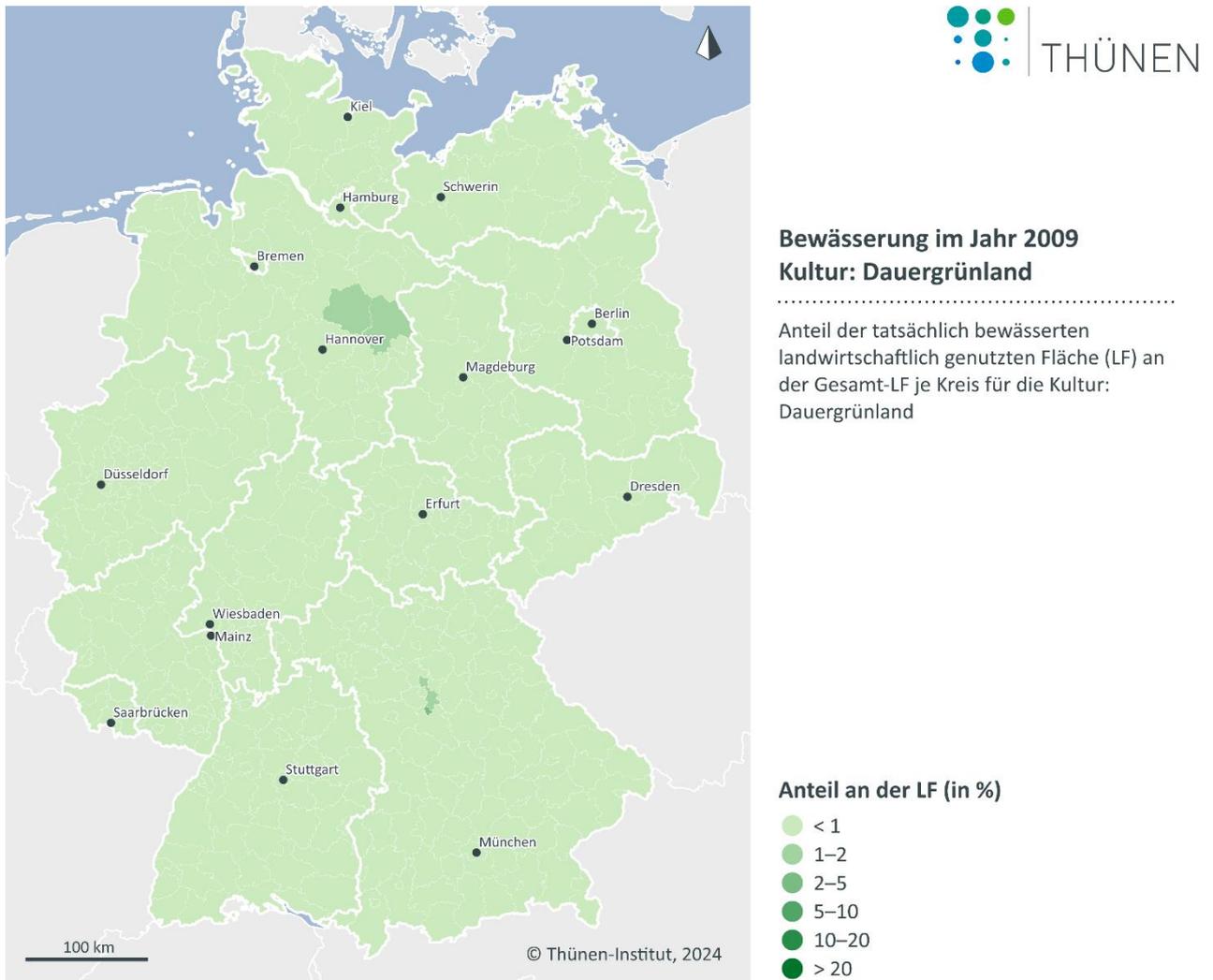


Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

5.2.11 Dauergrünland

Die Bewässerung von Dauergrünland findet in Deutschland nur in Ausnahmefällen statt. Sehr geringe Flächenanteile gibt es in zwei Schwerpunktregionen (vgl. Abbildung 21). In Nordost-Niedersachsen finden in den Landkreisen Celle und Gifhorn auf jeweils 1–2 % der landwirtschaftlichen Fläche des Kreises Bewässerungsmaßnahmen statt. Hinzu kommt das bayerische Schwerpunktgebiet „Knoblauchsland / Spalter Hopfenland / Fürth / Erlangen-Höchstadt“ mit den kreisfreien Städten Erlangen (1–2 %), Nürnberg (1–2 %) und Schwabach (2–5 %).

Abbildung 21: Prozentualer Anteil der Bewässerung von Dauergrünland an der landwirtschaftlich genutzten Fläche je Kreis im Bundesgebiet im Jahr 2009



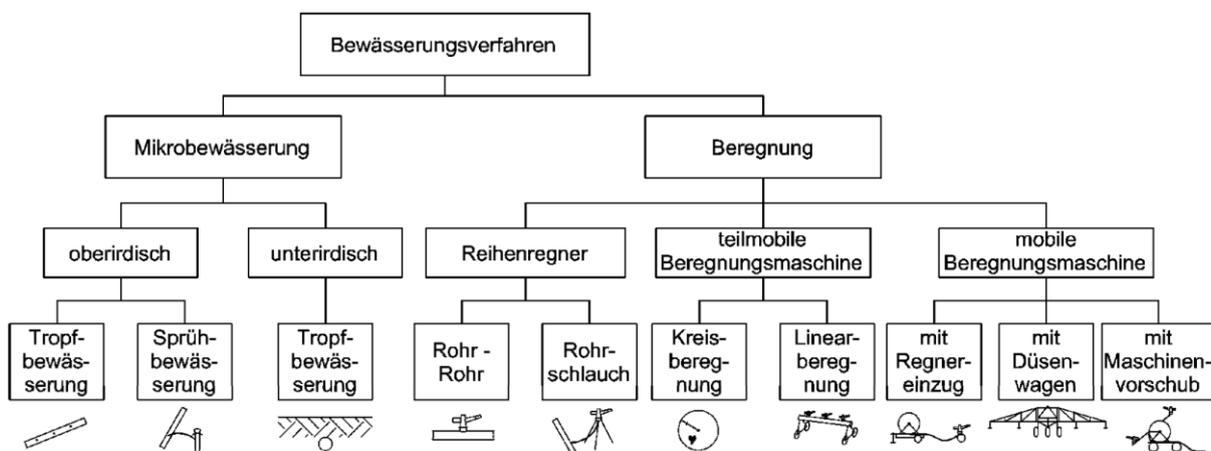
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

6 Bewässerungsverfahren und Technik für die Bewässerung im Freiland

Das Bewässerungsverfahren ist von entscheidender Bedeutung für die betriebswirtschaftliche Abwägung und die Bewässerungsentscheidung. Das Verfahren stellt einen Kostenfaktor dar (Investition, Betrieb etc.), der je nach Bewässerungstechnik variiert. Andererseits bestimmt die Technik die Wassermenge, die je Zeit und Fläche ausgebracht werden kann. Zudem gibt es Unterschiede bei der Eignung einer Bewässerungsanlage und der angebauten Kultur. Zusammengenommen bestimmen diese Faktoren die jährliche Bewässerungs- und Anbauplanung.

In der LZ 2010 werden Bewässerungsverfahren im Freiland differenziert und auf Betriebsebene erfasst. Mit dem Merkmal „Beregnungsanlage (Sprinklerbewässerung)“ ist eine Bewässerungstechnik beschrieben, bei der das Wasser unter hohem Druck in Form von Regen über die Flurstücke verteilt wird, z. B. durch Bewässerungstechniken wie Rohrtrommelberegnungsmaschinen, Reihenregner oder Kreis- und Linearberegnungsmaschinen (vgl. Abbildung 22). Die „Tropfbewässerung (in Bodennähe, auch Mikrosprinkler)“ ist hingegen ein Bewässerungsverfahren, das Wasser in Bodennähe tropfenweise an die Pflanzen weitergibt. Das Merkmal umfasst auch Mikrosprinkler- oder Sprühnebelanlagen.

Abbildung 22: Unterschiedliche Bewässerungsverfahren (Bewässerungstechniken)



Quelle: DIN 19655:2008-11.

Durch die Clusteranalyse (siehe Kapitel 2.2) können die Merkmale auf Kreisebene regional hochaufgelöst dargestellt und analysiert werden. Der Anteil der Bewässerungsverfahren gibt an, wie groß der Anteil der Betriebe, die das Verfahren im jeweiligen Jahr überwiegend genutzt haben, an der Gesamtanzahl der Betriebe im Kreis ist. Die Werte sind für die Verfahren „Beregnungsanlage“ (vgl. Tabelle 15) und „Tropfbewässerung“ (vgl. Tabelle 16) unterschiedlich klassifiziert.

Bei der Interpretation dieses Merkmals ist zu beachten, dass durch die Erfassung der „überwiegenden“ Nutzung ausgeklammert wird, dass Betriebe möglicherweise beide abgefragten Bewässerungstechnik nutzen.

Tabelle 15: Klasseneinteilung für den Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis, die das Bewässerungsverfahren „Beregnungsanlage (Sprinklerbewässerung)“ nutzen

Klasse	Anteil der Betriebe im Kreis	verbale Beschreibung
1	≤ 1 %	Keine
2	> 1 bis 5 %	Sehr gering
3	> 5 bis 10 %	Gering
4	> 10 bis 20 %	Mittel
5	> 20 bis 30 %	Mittel
6	> 30 bis 40 %	Hoch
7	> 40 bis 60	Sehr hoch
9	> 60 %	Äußerst hoch

Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 16: Klasseneinteilung für den Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis, die das Bewässerungsverfahren „Tropfbewässerung“ nutzen

Klasse	Anteil der Betriebe im Kreis	verbale Beschreibung
1	≤ 1 %	Keine
2	> 1 bis 3 %	Sehr gering
3	> 3 bis 5 %	Gering
4	> 5 bis 10 %	Mittel
5	> 10 bis 20 %	Hoch
6	> 20 %	Sehr hoch

Quelle: Eigene Darstellung.

6.1 Bundes- und Landesebene (2009 und 2022)

Im Jahr 2009 haben deutschlandweit insgesamt 12.126 Betriebe angegeben, Beregnungsanlagen (Sprinklerbewässerung) als Bewässerungstechnik zu nutzen. Diese Technik war besonders verbreitet in Niedersachsen mit 3.833 Betrieben, Nordrhein-Westfalen mit 2.081 Betrieben, Baden-Württemberg mit 1.560 Betrieben, Bayern mit 1.397 Betrieben und Rheinland-Pfalz mit 728 Betrieben. Im Gegensatz dazu gab es nur 3.178 Betriebe, die Tropfbewässerung (in Bodennähe, einschließlich Mikrosprinkler) einsetzten. Hier führten Baden-Württemberg mit 1.014 Betrieben und Bayern mit 601 Betrieben die Liste an (vgl. Tabelle 17). Die ausgeprägte Nutzung lässt sich durch den Anbau von Sonder- und Dauerkulturen wie Hopfen sowie Wein- und Obstbau in diesen Regionen erklären, bei denen Tropfbewässerung standardmäßig genutzt wird (Gödeke et al., 2024).

Bis 2022 sank die Zahl der Betriebe, die Beregnungsanlagen einsetzen, leicht auf 11.890 Betriebe, was einem Rückgang von etwa 2 % entspricht. Gleichzeitig stieg die Anzahl der Betriebe, welche die Tropfbewässerung nutzen auf 5.660 Betriebe an, was eine Steigerung von 78 % darstellt. Niedersachsen blieb das Bundesland mit den meisten Beregnungsanlagen und erhöhte die Anzahl der Betriebe, die dieses Bewässerungsverfahren anwenden, um 7 % (3.833 auf 4.090 Betriebe). Die Zahl der Betriebe, die Tropfbewässerung einsetzen, hat sich mit einem Anstieg von 174 auf 470 (+170 %) Betriebe mehr als verdoppelt. In Baden-Württemberg blieb die Anzahl der Betriebe mit Beregnungsanlagen weitgehend stabil (1.560 in 2009 und 1.470 in 2022, -6 %), während die Zahl der Betriebe mit Tropfbewässerung von 1.014 auf 2.270 stieg, was einem Anstieg von 124 % entspricht. Bayern zeigte ebenfalls deutliche Veränderungen; hier wuchs die Anzahl der Betriebe mit Tropfbewässerung von 601 auf 1.090 (+81 %).

Im Vergleich der beiden Jahre zeigt sich, dass die Nutzung von Beregnungsanlagen leicht rückläufig war, während die Anzahl der Betriebe, die auf die effizientere Tropfbewässerung umgestiegen sind, erheblich anstieg. Dieses Muster ist in fast allen Bundesländern zu beobachten. Hervorzuheben ist Niedersachsen, wo sowohl die Beregnungsanlagen als auch die Tropfbewässerung eine hohe Wachstumsrate aufweisen. Ebenso zeigen Baden-Württemberg und Bayern signifikante Übergänge zur Tropfbewässerung.

Diese Veränderungen deuten auf eine zunehmende Präferenz für effizientere und wassersparende Bewässerungstechniken hin. Die Gründe dafür können anhand der vorliegenden Daten nicht direkt abgeleitet werden. Mögliche Gründe sind z. B. veränderte Preise für Agrarprodukte oder Kosten für Bewässerungstechnik. Darüber hinaus können ein Einfluss des Klimawandels und eine Anpassung der Landwirtschaft hin zu einer schonenden Wassernutzung durch effiziente Bewässerungstechnik gesehen werden. Insbesondere die Tropfbewässerung bietet den Vorteil, Wasser direkt an die Pflanzenwurzeln zu führen, wodurch Verdunstungsverluste minimiert und die Wasserressourcen effizienter genutzt werden können (KTBL, 2014; Teichert, 2009).

Tabelle 17: Anzahl der Betriebe je Bundesland in Deutschland, welche die unterschiedlichen Bewässerungsverfahren im jeweiligen Jahr überwiegend genutzt haben

Bundesland	Beregnungsanlage (Sprinklerbewässerung)		Tropfbewässerung (in Bodennähe, auch Mikrosprinkler)	
	2009	2022	2009	2022
	<i>Anzahl Betriebe</i>			
BW	1.560	1.470	1.014	2.270
BY	1.397	1.560	601	1.090
BE	.	10	.	0
BB	329	280	103	180
HB	.	0	.	-
HH	331	190	38	20
HE	657	550	171	230
MV	113	170	41	40
NI	3.833	4.090	174	470
NW	2.081	2.110	518	510
RP	728	500	229	440
SL	33	20	9	20
SN	184	180	89	130
ST	174	200	47	100
SH	626	480	102	110
TH	61	70	39	50
DE	12.126	11.890	3.178	5.660

Anm.: „.“ Zahlenwert geheim zu halten; „-“ kein Wert vorhanden

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2011c, 2024c).

6.2 Regionale Beschreibung für das Jahr 2009

6.2.1 Beregnungsanlagen (Sprinklerbewässerung)

Abbildung 23 zeigt die räumliche Verteilung des Anteils der Betriebe, die innerhalb eines Kreises im Kalenderjahr 2009 Beregnungsanlagen (Sprinklerbewässerung) genutzt haben. Der Anteil der Betriebe, die Beregnungsanlagen verwenden, ist in einem großen Teil des Bundesgebiets nicht relevant (<1 %) – dies ist vor

allem dort der Fall, wo es überhaupt keine Bewässerungsinfrastruktur bzw. Möglichkeit zur Bewässerung gibt (vgl. Abbildung 3 und Abbildung 4). Auch sehr geringe (1–5 %) und geringe (5–10 %) Anteile werden in der folgenden Beschreibung nicht berücksichtigt. Mittlere (10–20 %) bis äußerst hohe Anteile (> 60 %) gibt es überwiegend in den Schwerpunktregionen der Bewässerung:

- In Niedersachsen sind das in den Schwerpunktgebieten Nordost-Niedersachsen und Südost-Niedersachsen die Landkreise Harburg, Heidekreis, Helmstedt und die kreisfreien Städte Braunschweig und Wolfsburg mit 10–20 % der Betriebe. In der Region Hannover nutzen 20–30 %, in den Landkreisen Lüneburg, Lüchow-Dannenberg und Peine jeweils 30–40 %, in den Landkreisen Celle und Gifhorn 40–60 % sowie im Landkreis Uelzen mehr als 60 % der Betriebe Bewässerungstechniken, die unter die Beregnungsanlagen fallen. Nördlich der niedersächsischen Schwerpunktgebiete finden sich die Stadt Hamburg mit 30–40 % und der Landkreis Pinneberg mit 20–30 % Anteilen.
- In den nordrhein-westfälischen Schwerpunktgebieten Niederrhein, Westliches Ruhrgebiet und Köln-Aachener-Bucht gibt es mittlere bis sehr hohe Anteile. Im Landkreis Wesel und im Rhein-Sieg-Kreis sowie in den kreisfreien Städten Bottrop, Duisburg und Bonn liegt der Anteil bei 10–20 % der Betriebe. 20–30 % sind es im Landkreis Kleve, dem Rhein-Kreis Neuss und den Städten Krefeld und Oberhausen. Noch höher sind die Anteile der Betriebe, welche Beregnungsanlagen wie Sprinkleranlagen oder ähnliches nutzen, im Landkreis Viersen mit 30–40 % und der kreisfreien Stadt Düsseldorf mit 40–60 %.
- In Hessen, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg bündeln sich mittlere bis hohe Anteilklassen entlang des Länderdreiecks am oberen Rheingraben. Dazu gehören die Schwerpunktgebiete untere Hessische Mainebene, Hessisches Ried, Rhein-Neckar, Mittlerer Oberrhein sowie Rheinhessen, Vorderpfalz und Südpfalz. Die höchsten Anteile mit mehr als 60 % gibt es im Landkreis Groß-Gerau, Rhein-Pfalz-Kreis und den kreisfreien Städten Frankenthal (Pfalz) und Ludwigshafen am Rhein. In vielen weiteren Kreisen in diesen Schwerpunktgebieten liegen die Anteile zwischen 10 % und 40 %.

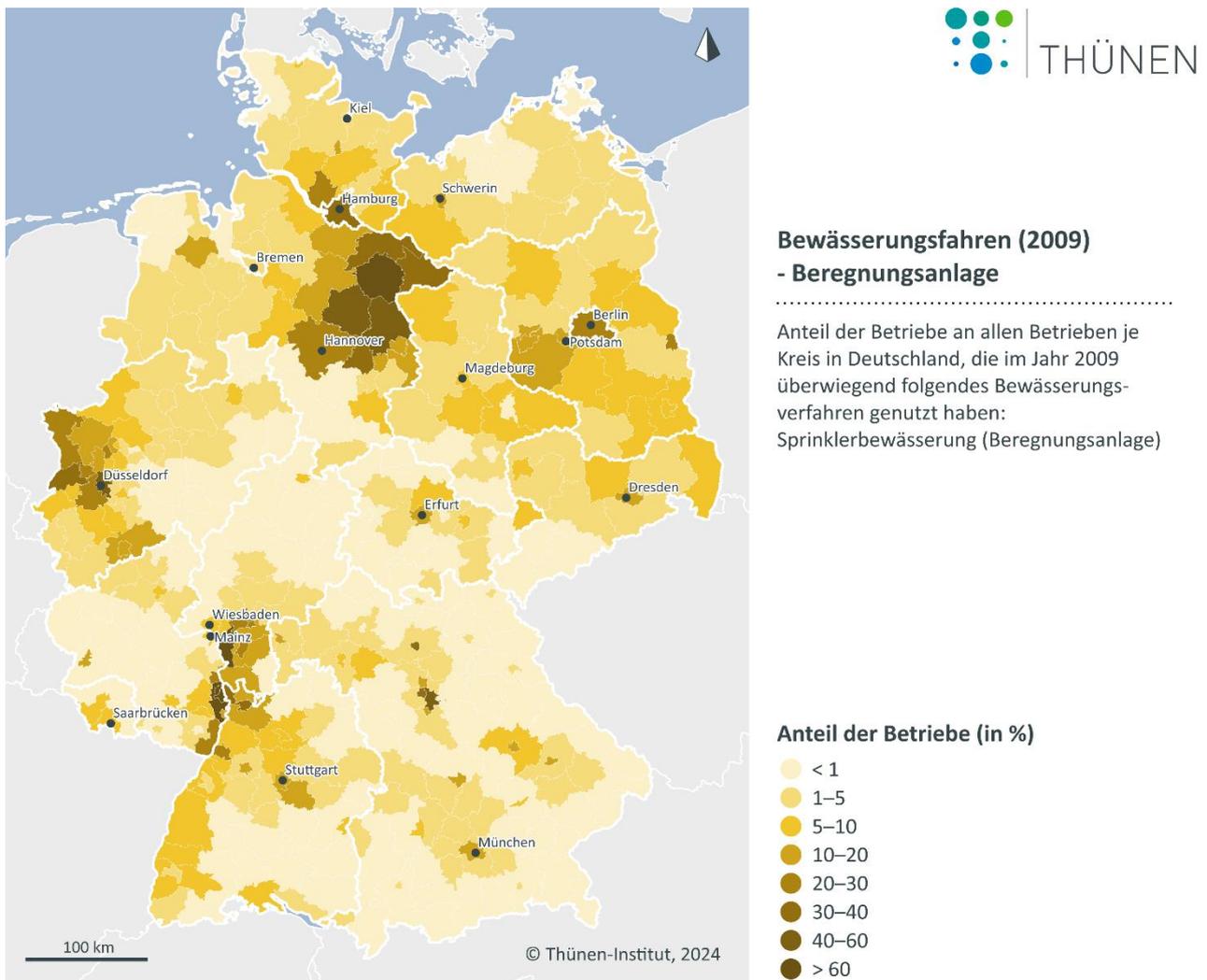
Neben diesen drei eher zusammenhängenden Gebieten gibt es einzelne Kreise in Einzellage. Beispiele dafür sind die kreisfreien Städte bzw. Stadtkreise Neumünster, Schwerin, Erfurt, Dresden, Trier, Pforzheim und die Region Stuttgart mit jeweils 10–20 % sowie die Städte Berlin und Frankfurt (Oder) mit 20–30 % der Betriebe. Hinzu kommen in Brandenburg die kreisfreien Städte Brandenburg an der Havel, Potsdam und der Landkreis Potsdam-Mittelmark im Schwerpunktgebiet Havelland-Fläming mit ebenfalls 10–20 %.

In Bayern sind die kreisfreien Städte Regensburg und Straubing im Schwerpunktgebiet „Regensburg /Straubing-Boden“ sowie die Städte Ingolstadt und München mit 10–20 % zu nennen. Eine Bündelung von Kreisen der hohen Anteilklassen gibt es darüber hinaus im Schwerpunktgebiet „Knoblauchsland / Spalter Hopfenland / Fürth / Erlangen-Höchstadt“ – z. B. die kreisfreie Stadt Fürth mit 30–40 % oder Nürnberg mit 40–60 %. Hinzu kommt die Stadt Bamberg mit ebenfalls 40–60 % der Betriebe.

Bei der Interpretation von verschiedenen Bewässerungstechniken ist zu beachten, dass Faktoren wie beispielsweise die Bewässerungsleistung pro Tag und Fläche und die Flexibilität beim Einsatz auf dem Feld dazu führen, dass einige Kulturen vornehmlich mit einer speziellen Technik bewässert werden. Dadurch ergeben sich regionale Muster, die in Zusammenhang mit den angebauten Kulturen stehen. Dies wird beispielsweise an der Bewässerungsregion Nordost-Niedersachsen deutlich, in der ein Großteil der Betriebe Beregnungsanlagen für die Bewässerung nutzt. Das hängt unmittelbar mit den bewässerten Kulturen vor Ort zusammen. Die dort angebauten Ackerbaukulturen z. B. Getreide (vgl. Abbildung 11), Silomais (vgl. Abbildung 13) oder Kartoffeln (vgl. Abbildung 14) werden überwiegend mit Beregnungsanlagen bewässert. Im Landkreis Ammerland, der durch hohe Konzentration von Baumschulen charakterisiert ist, werden ebenfalls vor allem Beregnungsanlagen genutzt, unter anderem zur Beregnung von Containerpflanzen.

Neben der Nutzung für den Ackerbau werden Beregnungsanlagen (v. a. Reihenregner) auch für die Frostschutzberegnung genutzt. Da diese Beregnungsart in der Agrarstatistik nicht erfasst wird, ist die Darstellung des Anteils der Betriebe mit Bewässerung überwiegend mittels Sprinkleranlagen in Abbildung 23 als unvollständig zu betrachten.

Abbildung 23: Prozentualer Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die überwiegend Sprinklerbewässerung (Beregnungsanlagen) nutzen



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

6.2.2 Tropfbewässerung (in Bodennähe, auch Mikrosprinkler)

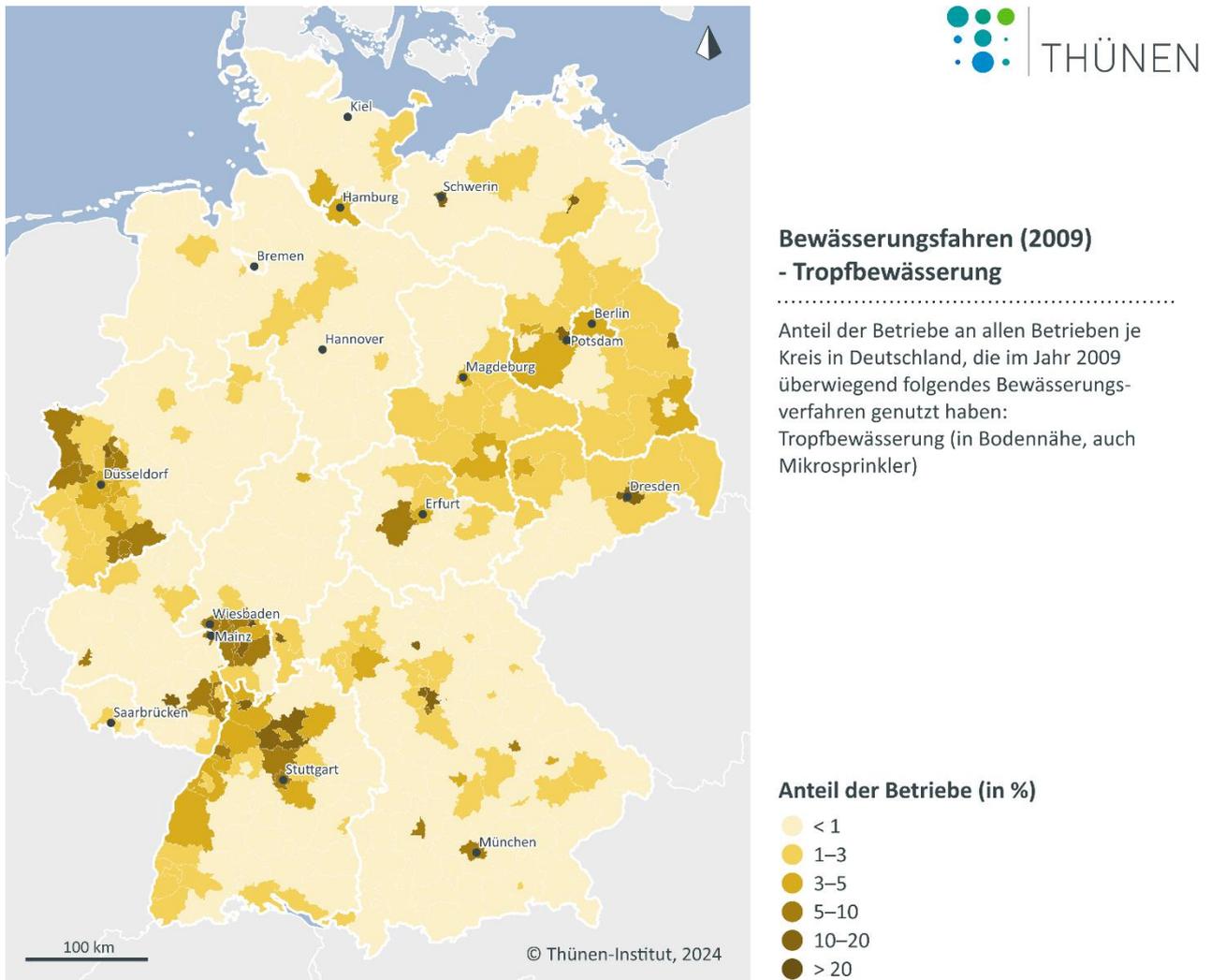
Das Bewässerungsverfahren „Tropfbewässerung (in Bodennähe, auch Mikrosprinkler)“ beschreibt den Anteil der Betriebe, die vornehmlich Tropfbewässerung, Mikrosprinkler und Sprühnebelanlagen für die Bewässerung nutzen. In einem großen Teil des Bundesgebiets ist die Tropfbewässerung nicht relevant (< 1 %) (vgl. Abbildung 24) – dies ist vor allem dort der Fall, wo es überhaupt keine Bewässerungsinfrastruktur bzw. Möglichkeit zur Bewässerung gibt oder die Bewässerung von Ackerbaukulturen mit Beregnungsanlagen (vgl. Abbildung 23) im Vordergrund steht. Diese Gebiete und auch die Gebiete mit einem geringen Anteil von 1–3 % werden in der folgenden Beschreibung nicht berücksichtigt.

Es gibt zusammenhängende Gebiete mit höheren Anteilen von Tropfbewässerung in Deutschland. Dabei ist ein direkter Zusammenhang mit der Bewässerung von Gemüse (vgl. Abbildung 17) und Sonderkulturen (Abbildung 18 bis Abbildung 20) erkennbar:

- Das nördlichste Gebiet mit geringen Anteilen (3–5 %) umfasst den Landkreis Pinneberg im Schwerpunktgebiet südliches Schleswig-Holstein und die Stadt Hamburg im gleichnamigen Schwerpunktgebiet.
- In Mecklenburg-Vorpommern sind die kreisfreie Stadt Schwerin und die Stadt Neubrandenburg mit hohen Anteilen von 10–20 % der Betriebe zu nennen.

- In Brandenburg und Berlin bilden die Bundeshauptstadt und der Landkreis Potsdam-Mittelmark mit jeweils 3–5 % sowie die kreisfreie Stadt Potsdam mit 10–20 % ein zusammenhängendes Gebiet. Darüber hinaus sind in Brandenburg die kreisfreie Stadt Frankfurt (Oder) mit 5–10 % und der Landkreis Spree-Neiße mit 3–5 % zu nennen.
- Ferner aufzuführen sind die kreisfreie Stadt Magdeburg (3–5 %) in Sachsen-Anhalt, der Saalekreis (3–5 %), die kreisfreie Stadt Erfurt (3–5 %) und der Landkreis Gotha (5–10 %) in Thüringen und die sächsischen Städte Leipzig (3–5 %) und Dresden (10–20 %).
- In Nordrhein-Westfalen bündeln sich die Kreise mit hohen Anteilen mit Tropfbewässerung vor allem entlang des Rheins. Das sind z. B. die Kreise Kleve, Viersen und die kreisfreie Stadt Krefeld (5–10 %), die zusammen mit dem Rhein-Kreis Neuss und der Stadt Düsseldorf (3–5 %) einen überwiegenden Teil des Schwerpunktgebiets Niederrhein ausmachen. Außerdem bilden die kreisfreien Städte Mülheim an Ruhr, Essen, Bottrop (jeweils 5–10 %) und Oberhausen (10–20 %) ein Schwerpunktgebiet im Ruhrgebiet. Weiter südlich bündeln sich die Stadt Köln (3–5 %), der Rhein-Sieg-Kreis und die Stadt Bonn (beide mit jeweils 5–10 %) zum Schwerpunktgebiet Köln-Aachener-Bucht.
- In Rheinland-Pfalz sind die kreisfreien Städte Trier (5–10 %) und Kaiserslautern (10–20 %) aufzuführen. Der Landkreis Bad Dürkheim, der Rhein-Pfalz-Kreis (jeweils mit 5–10 %) sowie die kreisfreien Städte Worms und Speyer (jeweils mit 3–5 %) bilden ein zusammenhängendes Gebiet östlich des Rheins. Dieses Gebiet zwischen Pfälzer Wald und Rhein bildet die Schwerpunktgebiete Vorderpfalz und Rheinhessen und sind durch einen hohen Anteil von Gemüse- und Sonderkulturanbau geprägt, für welche die Anschaffung und der Einsatz von Tropfbewässerung besonders sinnvoll ist (Teichert, 2009). Außerdem zu erwähnen ist die Landeshauptstadt Mainz mit einem Anteil von 5–10 %.
- Südhessen ist ebenfalls geprägt durch einen hohen Anteil von Gemüse- und Sonderkulturanbau. Zusammen bilden die Schwerpunktgebiete Hessisches Ried und untere Hessische Mainebene das Gebiet mit der höchsten Dichte von Landkreisen, die Tropfbewässerung nutzen. Anteile von 5 bis 10 % sind in den Landkreisen zu beobachten. Noch höhere Anteile weisen die kreisfreien Städte Darmstadt und Aschaffenburg auf, welche außerhalb des Schwerpunktgebietes liegen, mit jeweils 10–20 %. Zudem liegt hier die kreisfreie Stadt Offenbach am Rhein, die mit > 20 % den höchsten Anteil der Betriebe aufweist, die überwiegend Tropfbewässerung einsetzen.
- In Baden-Württemberg gibt es entlang von Rhein und Neckar einige Landkreise mit geringen und hohen Anteilsklassen. Hervorzuheben sind der Stadtkreis Heidelberg, der Landkreis Heilbronn mit jeweils 10–20 % und der Landkreis Ludwigsburg und die Stadtkreise Karlsruhe und Stuttgart mit 5–10 %.
- Die bayerische Bewässerungslandwirtschaft hat eher punktuelle räumliche Schwerpunkte. Grundsätzlich gibt es auch hier geringe bis hohe Anteilsklassen. Die wichtigsten Nennungen sind: die kreisfreie Stadt Bamberg und die beiden kreisfreien Städte Fürth und Nürnberg im Schwerpunktgebiet „Knoblauchsland / Spalter Hopfenland / Fürth / Erlangen-Höchstädt“ mit jeweils 10–20 %, die kreisfreien Städte Regensburg und Augsburg (5–10 %), die Landeshauptstadt München (5–10 %) und die Städte Ingolstadt und Straubing mit 3–5 %.

Abbildung 24: Prozentualer Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die überwiegend Tropfbewässerung in Bodennähe (auch Mikrosprinkler) nutzen



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

7 Wasserherkunft und Quelle des Bewässerungswassers

Mit dem Merkmal „Wasserquelle“ wurde im Kalenderjahr 2009 der LZ 2010 abgefragt, welche „Wasserquelle [...] überwiegend zur Bewässerung im Freiland genutzt wurde“ (DESTATIS, 2011b: S. 38). Unterschieden wurden dabei verschiedene Wasserquellen, die nach DESTATIS (2011b: S. 38–39) wie folgt beschrieben sind:

- **Bezug von Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen** – „Hierzu gehören Wasserquellen außerhalb des landwirtschaftlichen Betriebes (einschl. in Behältnissen angeliefertes Wasser), welche nicht unter das betriebsfremde Oberflächenwasser, z. B. Flüsse, Seen, fallen. Die Wasserversorgung kann öffentlich oder privat (z. B. über einen Wasserverband) erfolgen. Der Ursprung des Wassers ist dabei unerheblich.“
- **Grundwasser (auch Quellwasser und Uferfiltrat)** – „Hierbei handelt es sich um Grundwasserquellen/-brunnen auf dem landwirtschaftlichen Betrieb oder in seiner Nähe. Das benötigte Wasser wird aus gebohrten oder gegrabenen Brunnen, freifließenden Grundwasserquellen oder Ähnlichem gepumpt. Es kann sich hierbei auch um Grundwasserquellen/-brunnen handeln, die von dem landwirtschaftlichen Betrieb nicht ausschließlich zur Bewässerung genutzt werden.“
- **Betriebseigenes Oberflächenwasser (z. B. Teiche, Staubecken)** – „Hierbei handelt es sich um kleine natürliche Teiche oder künstliche Staubecken, welche entweder direkt auf dem Betriebsgelände liegen oder ausschließlich von dem Betrieb genutzt werden.“
- **Betriebsfremdes Oberflächenwasser (z. B. Flüsse, Seen)** – „Hierbei handelt es sich um betriebsfremdes Wasser aus Seen, Flüssen oder anderen Wasserwegen, die nicht eigens für die Bewässerung angelegt wurden. Kleine Stauanlagen (< 1000 m³), die eine einwandfreie Funktion der Pumpen in kleinen Wasserläufen/Bächen gewährleisten, sind hier ebenfalls einzubeziehen.“
- **Andere Herkunft (z. B. Brackwasser, aufbereitetes Wasser)**¹³ – „Andere Wasserquellen, welche anderweitig nicht genannt wurden, z. B. Wasser aus Brackwasserquellen (mit geringem Salzgehalt) wie der Ostsee oder bestimmten Flüssen, das direkt, d. h. unbehandelt, genutzt werden kann oder Wasser, das nach einer Abwasserbehandlung als gereinigtes Wasser wieder einem Nutzer zugeleitet wird.“

Die Anzahl der Betriebe, welche die jeweilige Wasserquelle überwiegend nutzen, wird ins Verhältnis zur Gesamtanzahl der Betriebe je Kreis gesetzt. Durch die Clusteranalyse (siehe Kapitel 2.2) erfolgt die Darstellung in Klassen, welche Wertespannen repräsentieren. Die Klassen und die entsprechenden Wertespannen sind in Tabelle 18 zusammengefasst und für alle Wasserquellen einheitlich. Diese Klassen werden für die Beschreibung der regionalen Muster in Kapitel 7.2 genutzt.

¹³ Verordnung (EG) Nr. 1200/2009 der Kommission vom 30. November 2009 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1166/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Betriebsstrukturerhebungen und die Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden im Hinblick auf die Koeffizienten für Großvieheinheiten und die Definitionen der Merkmale. .

Tabelle 18: Klasseneinteilung für den Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, welche überwiegend eine entsprechende Wasserquelle für die Bewässerung nutzen

Klasse	Anteil der Betriebe im Kreis	verbale Beschreibung
1	≤ 1 %	Keine
2	> 1 bis 5 %	Sehr gering
3	> 5 bis 10 %	Gering
4	> 10 bis 15 %	Mittel
5	> 15 bis 25 %	Mittel
6	> 25 bis 50 %	Hoch
7	> 50 %	Sehr hoch

Quelle: Eigene Darstellung.

In der ASE 2023 wurde das Merkmal etwas verändert und unter der Beschreibung „Wasserherkunft“ ebenfalls abgefragt, jedoch wurde die Bemessungsgrundlage verändert, indem eine „Ja-Nein“-Antwort für jede Wasserquelle abgefragt wurde (DESTATIS, 2024a). Dadurch kann – anders als in der LZ 2010, wo die „überwiegende“ Nutzung einer Quelle abgefragt wurde – auch eine Mehrfachnutzung von Wasserquellen angegeben werden. Das ist bei der Interpretation von Tabelle 19 zu berücksichtigen, weil die Summe aller Betriebe, über alle Wasserherkünfte, für das Jahr 2022 größer ist als die Gesamtanzahl aller Betriebe mit Möglichkeit zur Bewässerung (vgl. Tabelle 6). Zudem wurden die Auswahloptionen umsortiert und entsprechend umbenannt. Der Qualitätsbericht der ASE 2023 nennt und erläutert die möglichen Wasserherkünfte wie folgt (DESTATIS, 2024a: S. 20–21):

- **betriebseigenes Grundwasser (auch Quellwasser und Uferfiltrat)** – „Hierbei handelt es sich um Grundwasserquellen/-brunnen auf dem landwirtschaftlichen Betriebsgelände. Das benötigte Wasser wird aus gegrabenen oder gebohrten Brunnen, freifließenden Grundwasserquellen oder Ähnlichem gepumpt. Es kann sich hierbei auch um Grundwasserquellen/-brunnen handeln, die von dem landwirtschaftlichen Betrieb nicht ausschließlich zur Bewässerung genutzt werden.“
- **betriebseigenes und betriebsfremdes Oberflächengewässer (z. B. Teiche, Staubecken, Flüsse, Seen)** – „Bei betriebseigenem Oberflächengewässer handelt es sich um kleine natürliche Teiche oder künstliche Staubecken, welche entweder direkt auf dem Betriebsgelände liegen oder ausschließlich von dem Betrieb genutzt werden. Beim betriebsfremden Oberflächengewässer handelt es sich um Wasser aus Seen, Flüssen oder anderen Wasserwegen, die nicht eigens für die Bewässerung angelegt wurden.“
- **Bezug von Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen** – „Hierzu gehören Wasserquellen außerhalb des landwirtschaftlichen Betriebes (einschließlich in Behältnissen angeliefertes Wasser), welche nicht unter das betriebsfremde Oberflächengewässer fallen. Die Wasserversorgung kann öffentlich oder privat (z. B. über einen Wasserverband) erfolgen. Der Ursprung des Wassers ist dabei unerheblich.“
- **Brackwasser, aufbereitetes Wasser** – nicht weiter erläutert
- **andere Herkunft (z. B. gesammeltes Regenwasser)** – nicht weiter erläutert

Die Wasserherkunft bzw. die Quelle für das Bewässerungswasser werden in der LZ 2010 sowie in der ASE 2023 erfasst. Jedoch sind beide Erhebungen nicht direkt vergleichbar, weil es methodische Änderungen bei der Erhebung bzw. Frage gab (siehe Kapitel 2.2). Im Folgenden wird für die Beschreibung auf Bundes- und Länderebene nur die ASE 2023 berücksichtigt.

7.1 Bundes- und Landesebene (2022)

Im Jahr 2022 setzten deutsche Betriebe zur Bewässerung ihrer landwirtschaftlichen Flächen verschiedene Wasserquellen ein (vgl. Tabelle 19). Deutschlandweit nutzten insgesamt 10.650 Betriebe betriebseigenes Grundwasser (einschließlich Quellwasser und Uferfiltrat). Diese Quelle war die am häufigsten verwendete.

Daneben nutzten 4.760 Betriebe Wasser, das aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen bezogen wurde. 2.870 Betriebe griffen auf betriebseigenes und betriebsfremdes Oberflächengewässer (z. B. Teiche, Staubecken, Flüsse, Seen) zurück. Andere Quellen, darunter gesammeltes Regenwasser, wurden von 2.620 Betrieben verwendet. Brackwasser und aufbereitetes Wasser kamen mit 230 Betrieben am seltensten zum Einsatz.

Im Vergleich der Bundesländer fällt auf, dass in Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen besonders auf das dort nah anstehende Grundwasser zurückgegriffen wird. In Baden-Württemberg fällt die große Anzahl der Betriebe mit einer Nutzung von Wasser aus öffentlichen und privaten Versorgungsnetzen auf, wobei dort ebenfalls viele Betriebe aus dem Grundwasser beziehen.

Tabelle 19: Genutzte Wasserquelle für die Bewässerung im Jahr 2022, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland

Bundesland	Wasserherkunft				
	betriebseigenes Grundwasser (auch Quellwasser und Uferfiltrat)	betriebseigenes und betriebsfremdes Oberflächengewässer (z. B. Teiche, Staubecken, Flüsse, Seen)	Bezug von Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen	Brackwasser, aufbereitetes Wasser	andere Herkunft (z. B. gesammeltes Regenwasser)
	Anzahl der Betriebe				
BW	1.320	620	1.810	/	730
BY	1.560	610	600	/	560
BE	10	0	0	-	0
BB	300	90	70	10	40
HB	0	-	-	-	-
HH	70	140	40	20	40
HE	380	90	290	/	130
MV	140	60	/	/	/
NI	3.610	670	640	/	360
NW	2.070	230	450	/	350
RP	360	100	520	/	160
SL	10	10	20	0	10
SN	190	60	80	0	90
ST	220	30	50	/	30
SH	350	120	150	10	80
TH	60	30	30	0	40
DE	10.650	2.870	4.760	230	2.620

Anm.: „-“ kein Wert vorhanden; „/“ Keine Angaben, da Zahlenwert nicht sicher genug (relativer Standardfehler größer als 15 %)

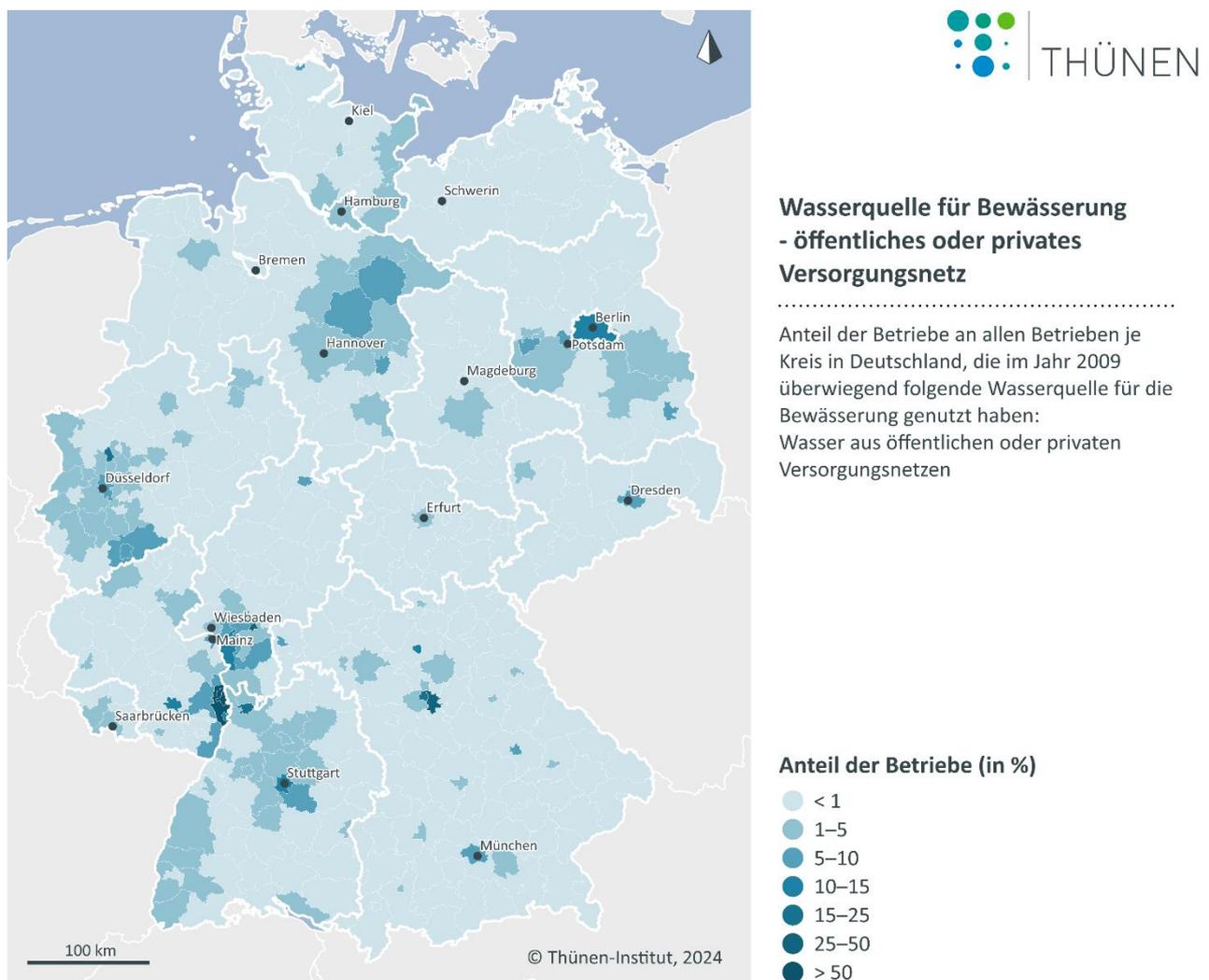
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2024c).

7.2 Regionale Beschreibung für das Jahr 2009

7.2.1 Bezug von Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen

Die räumliche Verteilung des Anteils der Betriebe, die für die Bewässerung überwiegend Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen nutzen, wird in Abbildung 25 dargestellt. Im Großteil des Bundesgebiets ist diese Wasserquelle nicht von Bedeutung (< 1 %). Kreise mit einem sehr geringen (1–5 %) und geringen (5–10 %) Anteil sind vorwiegend in den Schwerpunktgebieten der Bewässerung erkennbar. Ein Beispiel dafür ist das Gebiet Nordost-Niedersachsen, wo nur wenige Betriebe das Wasser aus den öffentlichen bzw. aus privaten Wasserversorgungsnetzen nutzen. Mittlere Anteile (10–15 %) gibt es in Berlin, im hessischen Landkreis Groß-Gerau (Schwerpunktgebiet Hessisches Ried), in den kreisfreien Städten Kaiserslautern und Speyer in Rheinland-Pfalz, der Region Stuttgart und der kreisfreien Stadt Bamberg (Bayern). Hohe (15–25 %) und sehr hohe (20–50 %) Anteile gibt es nur vereinzelt in eher städtischen Gebieten. Zu nennen sind die kreisfreien Städte Oberhausen (Nordrhein-Westfalen) und Offenbach am Main (Hessen), der Stadtkreis Heidelberg (Baden-Württemberg) sowie die bayerischen Städte Nürnberg und Fürth. Mehr als 50 % der Betriebe im Rhein-Pfalz-Kreis und den kreisfreien Städten Frankenthal (Pfalz) und Ludwigshafen am Rhein im Schwerpunktgebiet Vorderpfalz beziehen das Wasser aus Versorgungsnetzen von privaten oder öffentlichen Anbietern.

Abbildung 25: Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die als Wasserquelle für die Bewässerung überwiegend Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen nutzen



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

Bei der Interpretation der kartografischen Darstellung des Bezugs von überwiegend Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen ist der zweite Abschnitt der Merkmalerläuterung genauer zu betrachten, nämlich „Die Wasserversorgung kann öffentlich oder privat (z. B. über einen Wasserverband) erfolgen. Der Ursprung des Wassers ist dabei unerheblich“ (DESTATIS, 2011b: S. 38). Diese Erläuterung impliziert, dass in einem Bewässerungsverband organisierte Betriebe dieses Merkmal für ihren Betrieb angeben könnten, auch wenn das Bewässerungswasser – bereitgestellt durch einen Verband – ursprünglich aus Grundwasser oder Oberflächengewässern bezogen wird. Entsprechend wird der Verbrauch vom Wasser aus öffentlichen Versorgungsnetzen für Bewässerung in der Abbildung 25 möglicherweise nicht genau abgebildet.

7.2.2 Grundwasser (auch Quellwasser und Uferfiltrat)

Die Nutzung von Grundwasser (inkl. Quellwasser und Uferfiltrat) für die Bewässerungsmaßnahmen findet flächendeckend innerhalb der Schwerpunktgebiete der Bewässerung statt. Bei der Betrachtung der Anteile der Betriebe auf Kreisebene zeigt sich ein differenzierteres Bild (vgl. Abbildung 26). Geringe Anteile von 1–5 % und 5–10 % gibt es in einem Großteil der Gebiete. Mittlere bis äußerst hohe Anteile bündeln sich in drei zusammenhängenden Gebieten sowie einzelnen Kreisen in Bayern und den ostdeutschen Bundesländern.

Das Schwerpunktgebiet Nordost-Niedersachsen bildet zusammen mit der Stadt Hamburg und dem Landkreis Pinneberg (Südliches Schleswig-Holstein) im Norden und Teilen des Schwerpunktgebiets Südost-Niedersachsen im Süden eines dieser zusammenhängenden Gebiete. Besonders hoch ist der Anteil der Grundwassernutzung in den Landkreisen Lüneburg, Lüchow-Dannenberg und Peine mit jeweils 25–50 % und den Landkreisen Celle, Uelzen und Gifhorn mit über 50 %.

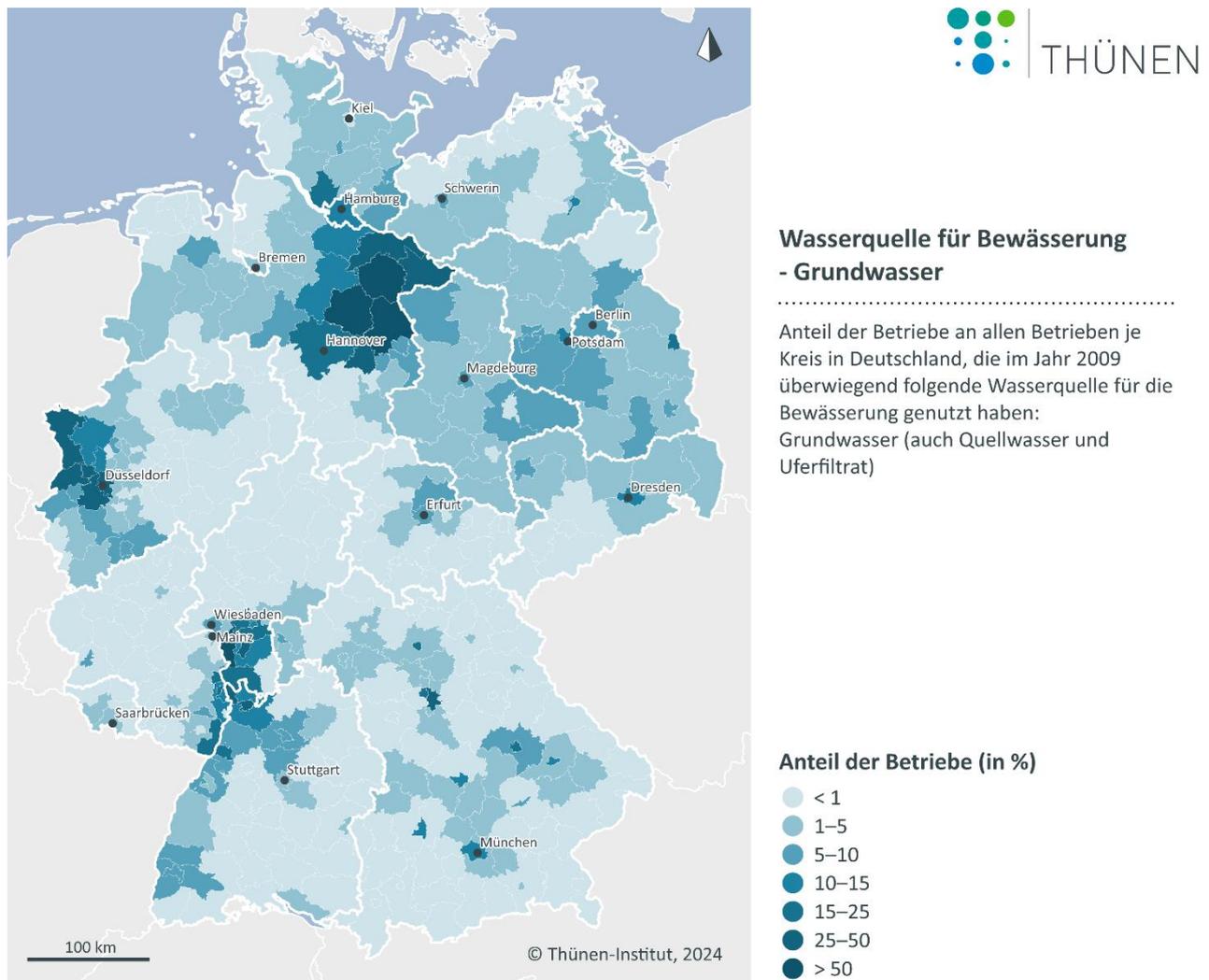
In Nordrhein-Westfalen bündeln sich entlang des Rheins (Schwerpunktgebiet Niederrhein) die Kreise Kleve, Viersen, Rhein-Kreis Neuss und die kreisfreien Städte Krefeld und Düsseldorf mit jeweils sehr hohen Anteilen von 25–50 %. Der Kreis Wesel und die kreisfreie Stadt Duisburg (10–15 %) grenzen daran an.

Eine weitere Bündelung von Kreisen mit mittleren und äußerst hohen Anteilen an Betrieben, die vorwiegend Grundwasser für die Bewässerung nutzen, gibt es im Länderdreieck Rheinland-Pfalz/Hessen/Baden-Württemberg. Zu nennen sind die hessischen Schwerpunktgebiete untere Hessische Mainebene und Hessisches Ried mit einem äußerst hohen Anteil (> 50 %) im Landkreis Groß-Gerau. Auf der westlichen Rheinseite kommen die Schwerpunktgebiete Rheinhessen, Vorderpfalz und Südpfalz hinzu. Auf der östlichen bzw. baden-württembergischen Seite des Rheins grenzen Rhein-Neckar sowie der Stadtkreis Karlsruhe im Schwerpunktgebiet Mittlerer Oberrhein mit ebenfalls mittleren und hohen Anteilen an.

In Bayern sind in diesem Kontext acht Kreise zu nennen: die kreisfreien Städte Ingolstadt, Straubing, Augsburg und München mit jeweils 10–15 % der Betriebe, die kreisfreien Städte Bamberg, Fürth und Regensburg mit jeweils 15–25 % und die kreisfreie Stadt Nürnberg mit 25–50 %. In Mecklenburg-Vorpommern ist die Stadt Neubrandenburg im Landkreis Mecklenburgische Seenplatte mit 10–15% der Betriebe sichtbar. In Brandenburg weisen die kreisfreien Städte Potsdam (10–15 %) und Frankfurt an der Oder (15–25 %) ebenfalls erhöhte Anteile auf. Abschließend ist die kreisfreie Stadt Dresden mit 10–15 % zu nennen.

Im Zusammenhang mit der Diskussion im Kapitel 7.2.1 zu den möglichen Diskrepanzen zwischen den durch Betriebe im Rahmen der Landwirtschaftszählung angegebenen und ursprünglichen Quellen von Wasser für Bewässerung kann der Bezug vom Grundwasser für Bewässerung in Abbildung 26 verzerrt abgebildet sein. Wahrscheinlich sind hier einige Betriebe nicht abgebildet, die ihr Bewässerungswasser über einen Bewässerungsverband erhalten und bei der Befragung öffentliche oder private Versorgungsnetze als Wasserquelle angeben, obwohl der jeweilige Verband Grundwasser bezieht.

Abbildung 26: Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die als Wasserquelle für die Bewässerung überwiegend Grundwasser nutzen



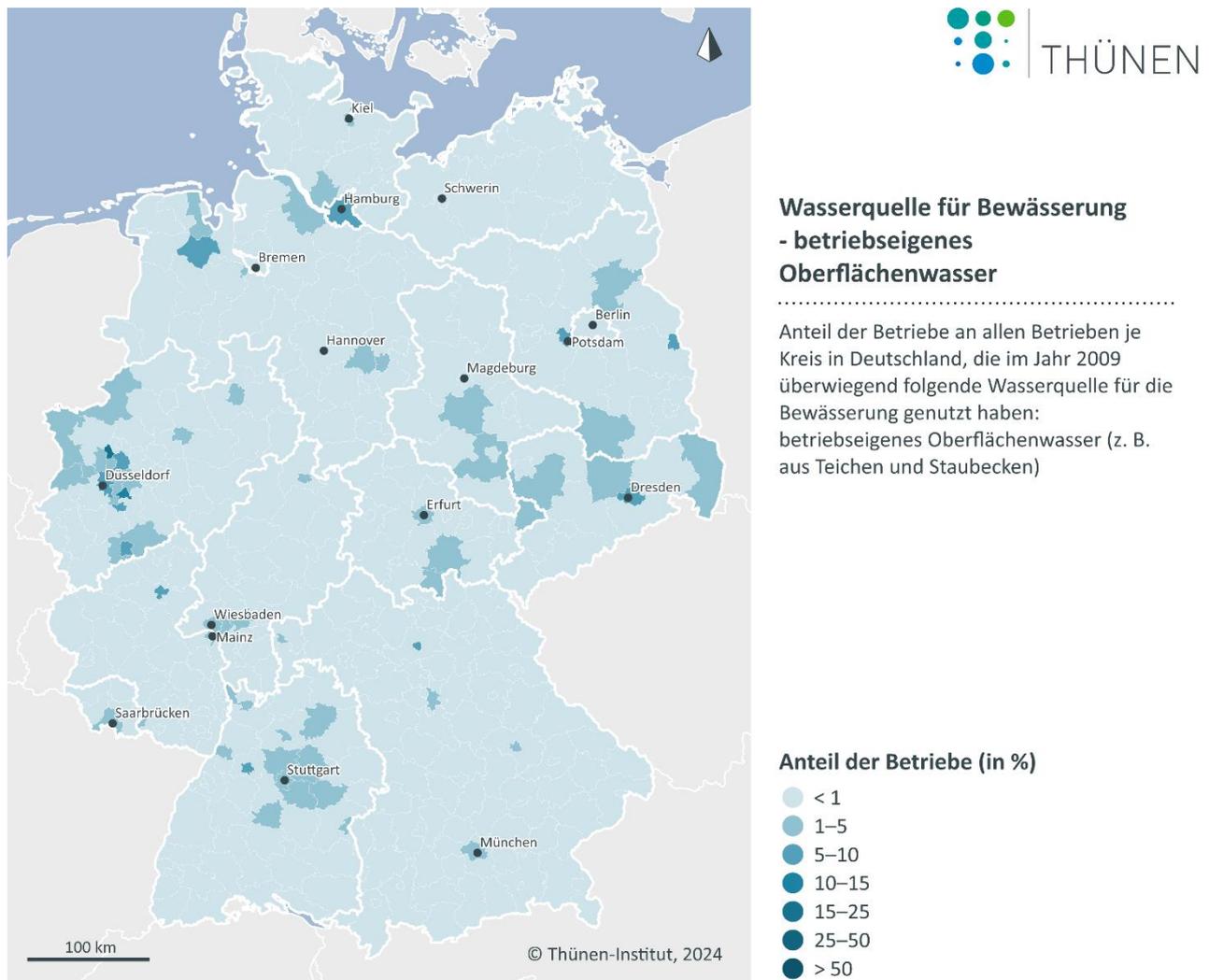
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

7.2.3 Betriebseigenes Oberflächenwasser (z. B. Teiche, Staubecken)

Die Verwendung von betriebseigenem Oberflächenwasser aus beispielsweise Teichen oder Staubecken ist in Deutschland nicht von großer Bedeutung und räumlich eher unzusammenhängend (vgl. Abbildung 27). Zusammenhängende Gebiete mit eher geringen Anteilen finden sich rund um die Stadt Hamburg, entlang des Rheins (z. B. am Niederrhein sowie nahe den Städten Düsseldorf, Bonn, Mainz, Wiesbaden), in der Region Stuttgart und angrenzenden Kreisen sowie in vereinzelt Kreisen im restlichen Bundesgebiet. Kreise mit größeren Anteilen sind die kreisfreie Stadt Oberhausen (15–25 %) und Solingen (10–15 %) in Nordrhein-Westfalen.

Ähnlich zum im Kapitel 7.2.1 beschriebenen Merkmal „Bezug von Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen“ kann die in diesem Kapitel dargestellte Information zur Verwendung von betriebseigenem Oberflächenwasser gegebenenfalls unvollständig bzw. irreführend in Bezug auf die tatsächliche Quelle des für die Bewässerung verwendeten Wassers sein. Die Erläuterung zum Merkmal „Betriebseigenes Oberflächenwasser“ (Merkmal 2093_3) betrachtet hier „kleine natürliche Teiche oder künstliche Staubecken, welche entweder direkt auf dem Betriebsgelände liegen oder ausschließlich von dem Betrieb genutzt werden“. Nach der Wasserquelle zum Füllen von künstlichen Staubecken wird nicht differenziert.

Abbildung 27: Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die als Wasserquelle für die Bewässerung überwiegend betriebseigenes Wasser nutzen



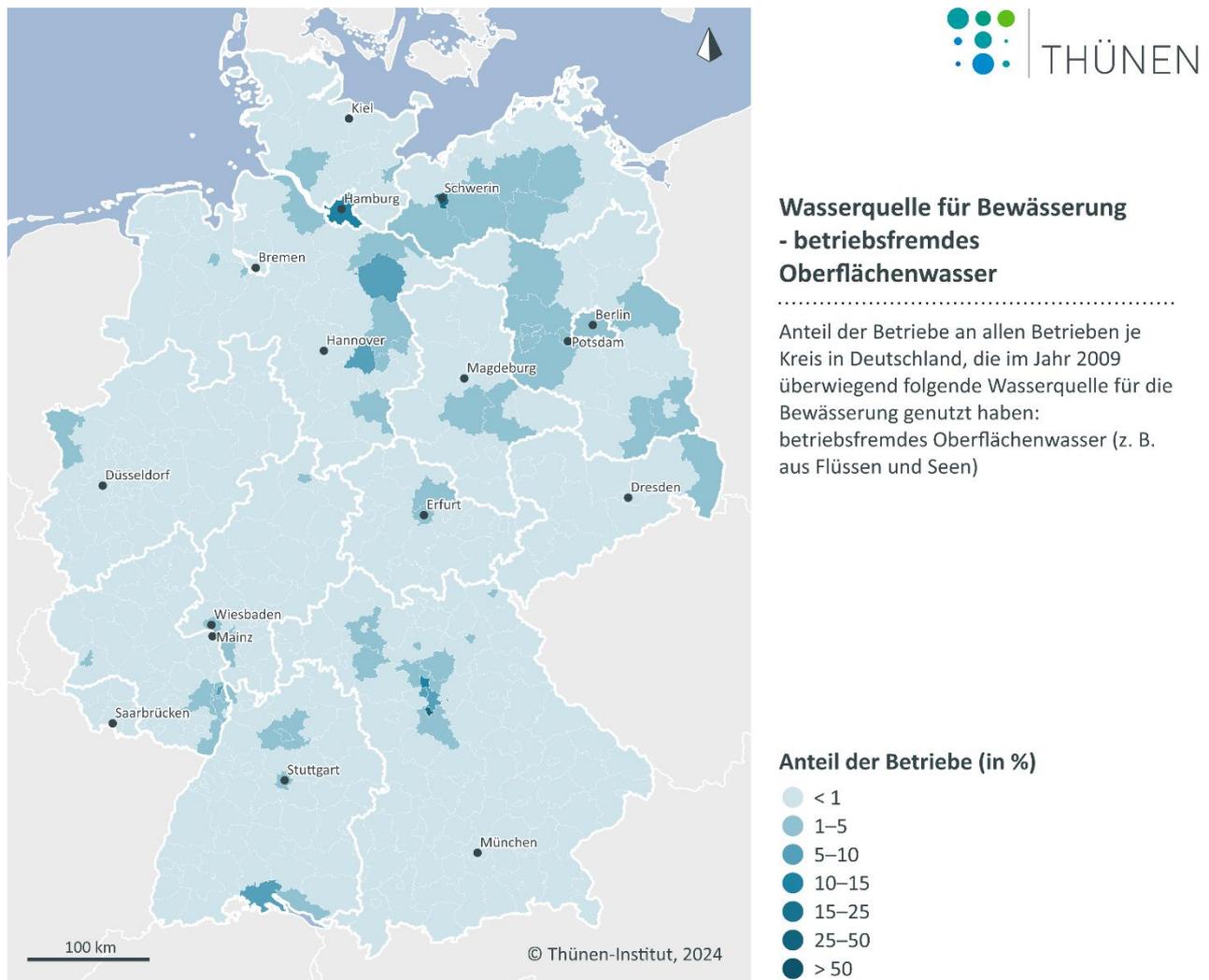
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

7.2.4 Betriebsfremdes Oberflächenwasser (z. B. Flüsse, Seen)

Abbildung 28 zeigt die räumliche Verteilung der Nutzung von betriebsfremdem Oberflächenwasser (z. B. aus Flüssen und Seen). Der Anteil der Betriebe, die überwiegend diese Art der Wasserquelle für die Bewässerung nutzen, ist in Deutschland insgesamt eher gering. Alle Kreise, in denen die Anteile > 1 % vorliegen, enthalten in ihren jeweiligen Gebietseinheiten größere Flüsse, Kanäle oder Seen. Beispiele dafür sind die Kreise entlang der Flüsse Elbe, Havel, Spree oder Rhein. Auch aus künstlichen Oberflächengewässern z. B. Kanälen (wie dem Elbeseiten-, Mittelland- oder Main-Donau-Kanal) (Ostermann, 2017) und stehenden Gewässern (insb. Seen) wie in der Mecklenburgischen Seenplatte oder am Bodensee wird betriebsfremdes Oberflächenwasser für die Bewässerung genutzt. Kreise mit mittleren und hohen Anteilen sind die kreisfreien Städte Hamburg und Erlangen mit 10–15 %, Schwerin mit 15–25 % und die bayerische Stadt Schwabach mit 25–50 %.

Auch beim betriebsfremden Oberflächenwasser kann die Darstellung gegebenenfalls unvollständig in Bezug auf die tatsächliche Quelle sein. Im Hessischen Ried kann beispielsweise aufbereitetes Rheinwasser (Brauchwasser) über den Beregnungsverband Hessisches Ried bezogen werden (WHR Beregnung, 2024; Berthold, 2010). Hierbei können auch „Bezug von Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen“ oder „andere Herkunft“ als Herkunft angegeben worden sein.

Abbildung 28: Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die als Wasserquelle für die Bewässerung überwiegend betriebsfremdes Oberflächenwasser nutzen



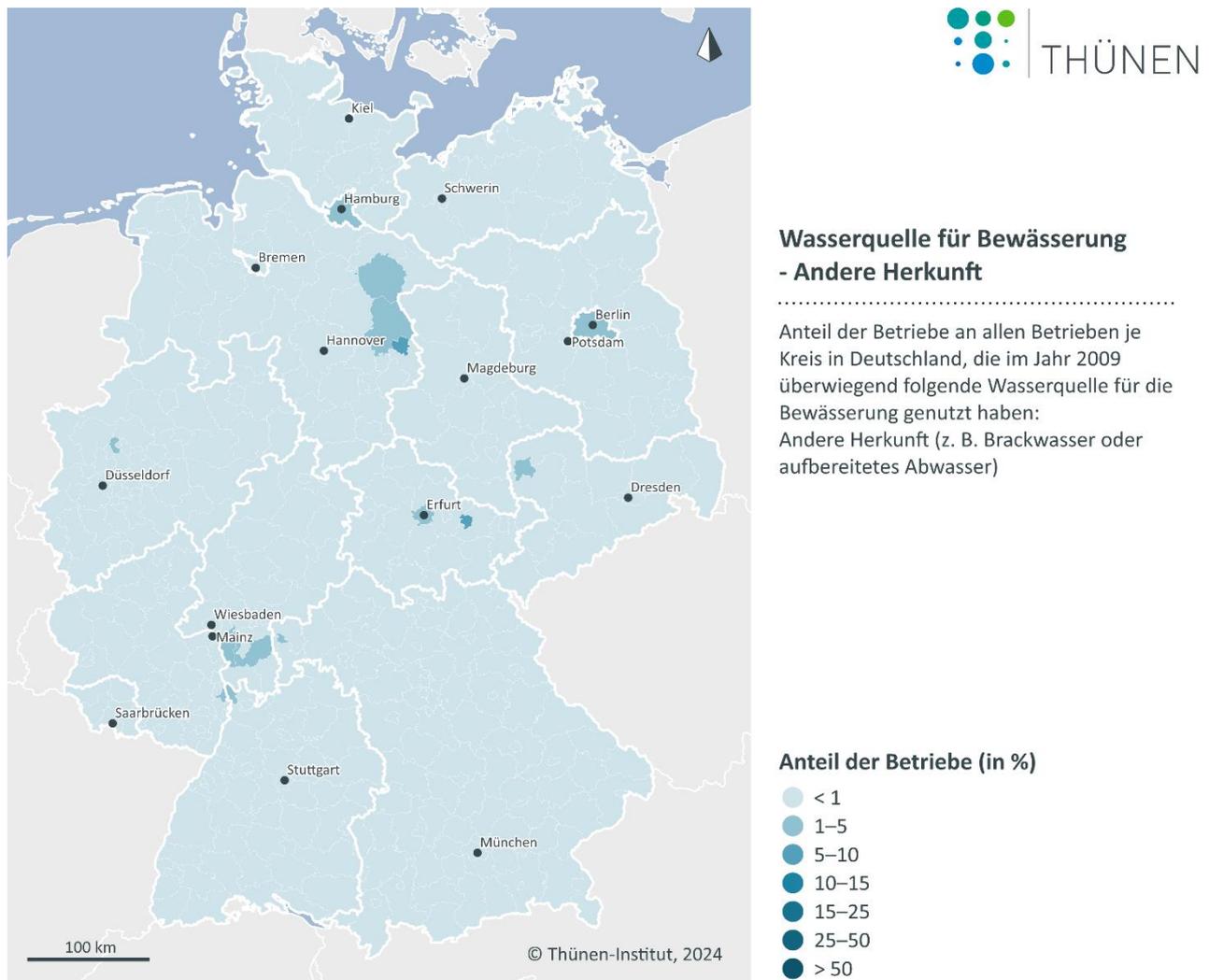
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

7.2.5 Andere Herkunft (z. B. Brackwasser, aufbereitetes Wasser)

Die Anzahl der Kreise, in denen Betriebe ihr Bewässerungswasser aus „Anderen Herkünften“ (z. B. Brackwasser oder aufbereitetes Wasser) beziehen, ist deutschlandweit gering. Hinzu kommt, dass die jeweiligen Anteile nicht hoch sind (vgl. Abbildung 29).

Sehr geringe (1–5 %) bis geringe (5–10 %) Anteile der Betriebe je Kreis gibt es z. B. in Hamburg, in den niedersächsischen Kreisen Uelzen und Gifhorn (Schwerpunktgebiet Nordost-Niedersachsen) und Wolfsburg (Schwerpunktgebiet Südost-Niedersachsen), in Berlin sowie in den kreisfreien Städten Bottrop (Nordrhein-Westfalen), Erfurt, Jena und Leipzig. Zu nennen sind außerdem das Schwerpunktgebiet Hessisches Ried in Südhessen, in dem aufbereitetes Rheinwasser für die Bewässerung genutzt wird (Berthold, 2010; WHR Beregnung, 2024), und die kreisfreien Städte Ludwigshafen am Rhein (Rheinland-Pfalz) und Mannheim (Baden-Württemberg).

Abbildung 29: Anteil der Betriebe an allen Betrieben je Kreis im Jahr 2009, die als Wasserquelle für die Bewässerung überwiegend Wasser aus anderer Herkunft nutzen



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

Die Nutzung von aufbereitetem Abwasser für landwirtschaftliche Bewässerung wird auf der EU-Ebene durch EU-Verordnung 2020/741¹⁴ reguliert, die seit dem 26. Juni 2023 in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union gilt. In Deutschland ist die landwirtschaftliche Bewässerung mit aufbereitetem kommunalem Abwasser historisch gewachsen und ist auf Flächen in den Landkreisen Peine und Gifhorn und der kreisfreien Stadt Braunschweig beschränkt (Teiser, 2018; Abwasserverband Braunschweig, 2024). Für andere Regionen kann die Bewässerung mit aufbereitetem Prozesswasser aus Industrieanlagen abgebildet sein, z. B. Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen im Landkreis Uelzen mit Prozesswasser einer Zuckerfabrik (Ostermann, 2017).

¹⁴ Verordnung (EU) 2020/741 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Mai 2020 über Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung.

8 Verbrauchte Wassermenge und Wasserverwendung im Betrieb

Das Merkmal „Verbrauchte Wassermenge“ ist ein weiteres Merkmal zur Bewässerung in der Nacherhebung der LZ 2010. Es gibt die tatsächliche Wassermenge in Kubikmetern (m^3) an, die von einem Betrieb im Jahr 2009 für die Bewässerung verwendet wurde. Im Qualitätsbericht der Landwirtschaftszählung 2010 wird darauf hingewiesen: „Wenn keine genauen Angaben durch Rechnungen, Wasseruhren o. Ä. vorliegen, ist eine sorgfältige Schätzung vorzunehmen. (Die Herkunft des Wassers ist ohne Bedeutung.)“ (DESTATIS, 2011b: S. 38). Da es 2009 in Deutschland keine flächendeckende Pflicht zur Dokumentation des Bewässerungswassers gab, wurde bereits vorab mit einem gewissen Anteil von fehlenden Antworten gerechnet. In der Verordnung (EG) Nr. 1166/2008 wurde in § 11 Absatz 4 die Schätzung von fehlenden Wassermengen mithilfe eines Modells erlaubt. In Deutschland wurde ein multiples regressionsbasiertes Imputationsverfahren entwickelt, welches unter Berücksichtigung von erklärenden Variablen – wie beispielsweise insgesamt bewässerte Fläche, bewässerte Fläche nach Kultur und Bewässerungsverfahren – die Wassermenge ermittelt. Insgesamt mussten 16 % der Angaben zur Wassermenge mit 13 Modellierungen (je eine Modellierung für die Bewässerung einzelner Kulturen und ein Modell für die Bewässerung von mehr als einer Kultur) geschätzt werden, weil sie fehlten oder unplausibel waren (Schreiner und Schmidt, 2011).

Mittels der Clusteranalyse (siehe Kapitel 2.2) werden die auf Kreisebene erfassten Daten für das gesamte Bundesgebiet gruppiert und ermöglichen eine sperrungsfeie Darstellung. Die Werte repräsentieren die Bewässerungsmenge (in m^3) aller bewässernden Betriebe innerhalb eines Clusters. Es entstehen 86 Cluster, die für die grafische Visualisierung in Klassen (Wertespanssen) (vgl. Tabelle 20) zusammengefasst werden.

Ähnlich zum Merkmal „Größe der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Freiland, die im Vorjahr tatsächlich bewässert wurde“ unterliegen die betrieblichen Angaben zum Merkmal „Verbrauchte Wassermenge“ den jährlichen Schwankungen, die durch den Bewässerungsbedarf und das Wasserdargebot bestimmt werden. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass das Merkmal eine Momentaufnahme der verbrauchten Wassermenge darstellt, aus der sich keine weitere Aussage zur Dynamik des Wasserverbrauchs zur Bewässerung ableiten lassen. Da es sich bei den dargestellten Werten zudem um die Summe der Bewässerungsmenge aller Betriebe eines Kreises handelt, sind die räumlichen Muster, also die Bewässerungsintensitäten, stark deckungsgleich mit den Mustern der „Tatsächlichen Bewässerung“ im Jahr 2009 (vgl. Abbildung 3).

Tabelle 20: Wertespanssen für die Anteile der „im Kalenderjahr 2009 verbrauchten Wassermengen“

Klasse	Wassermenge, in 1.000 m^3	verbale Beschreibung
1	< 500	Keine
2	500–2.000	Sehr gering
3	2.000–5.000	Gering
4	5.000–10.000	Mittel
5	10.000–15.000	Mittel
6	15.000–30.000	Hoch
7	> 30.000	Sehr hoch

Quelle: Eigene Darstellung.

Neben der Agrarstatistik liefern auch die Ergebnisse der über das Umweltstatistikgesetz geregelten „Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und der nichtöffentlichen Abwasserentsorgung“ (DESTATIS, 2023b) wichtige Einblicke in die Wassernutzung und -verwendung im Kontext der landwirtschaftlichen Bewässerung. Mit dem Merkmal „Wasserverwendung im Betrieb“ wird unter anderen der Frischwassereinsatz für Einfach-, Mehrfach- und Kreislaufnutzung der Betriebe abgefragt, wo unteren anderem die „Beregnung oder Bewässerung von Pflanzen“ erfasst wird (DESTATIS, 2023a). Zu diesem Merkmal zählt laut Qualitätsbericht zur Erhebung im

Jahr 2019 „[...] die Wassermenge, die zur Beregnung oder Bewässerung von Pflanzen eingesetzt wurde“ und fasst dabei folgende Nutzungen zusammen (DESTATIS, 2023a: S. 14):

- Beregnung/Bewässerung von Gärten und Parks, z. B. Botanischer Garten, Kurpark
- Beregnung/Bewässerung von Sportanlagen, z. B. Fußballplätze, Golfplätze
- Beregnung/Bewässerung von Verkehrswegebegrünung, Liegewiesen, sonstigen Grünflächen
- Beregnung/Bewässerung im Garten- und Landschaftsbau und in der Landwirtschaft

Das Mitberücksichtigen von nicht ausschließlich landwirtschaftlichen Betrieben, die bewässern bzw. beregnen, gilt es bei der Interpretation zu beachten.

8.1 Bundes- und Landesebene (2009 und 2022)

Die absolute Wassermenge für Bewässerungszwecke lässt sich aus den agrarstatistischen Erhebungen sowie durch die Erhebung zur „Nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ darstellen. Durch die unterschiedlichen Definitionen und Erfassungseinheiten der beiden Erhebungen ist ein direkter Vergleich nicht möglich (siehe Kapitel 2.1.2). Deswegen werden die Daten beider Erhebungen separat beschrieben.

In der Agrarstatistik wurde die verbrauchte Wassermenge in der LZ 2010 sowie in der neuen ASE 2023 erfasst. Die Ergebnisse (vgl. Tabelle 21) zeigen für Deutschland eine deutliche Zunahme des Wasserverbrauchs für die Bewässerung im Freiland, der von 293,4 Millionen Kubikmetern (m³) im Jahr 2009 auf 431,1 Millionen m³ im Jahr 2022 angestiegen ist, was einer Steigerung von 47 % entspricht. Im Vergleich der Bundesländer fallen besonders Baden-Württemberg, Bayern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen auf, in denen sich die absolute verbrauchte Wassermenge mehr als verdoppelt hat. Der Anstieg in Niedersachsen mit 33 % scheint vergleichsweise klein, jedoch liegt der absolute Anstieg mit 55,5 Millionen m³ in der Größenordnung des Gesamtwasserverbrauchs von Nordrhein-Westfalen im Jahr 2022 (49,5 Millionen m³).

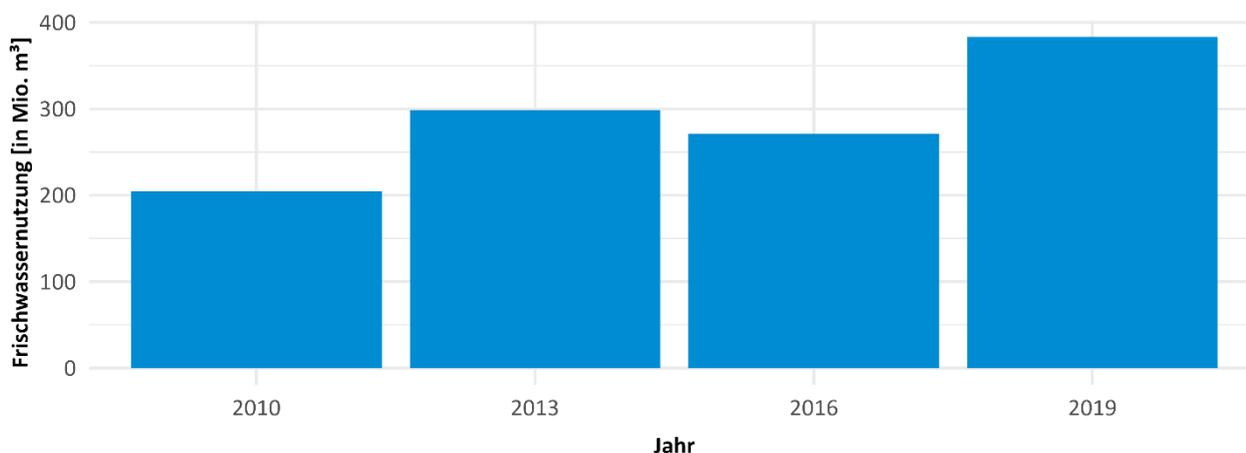
Tabelle 21: Verbrauchte Wassermenge für die Bewässerung im Freiland – Vergleich 2009 zu 2022

Bundesland	verbrauchte Wassermenge		
	2009	2022	Änderung
	in 1.000 m ³		in %
BW	10.445	21.500	105,8%
BY	8.792	19.600	122,9%
BE	.	.	.
BB	15.214	27.400	80,1%
HB	.	.	.
HH	677	1.300	92,0%
HE	14.118	20.800	47,3%
MV	14.142	17.000	20,2%
NI	167.900	223.400	33,1%
NW	18.748	49.500	164,0%
RP	21.613	20.800	-3,8%
SL	143	200	39,9%
SN	2.027	4.500	122,0%
ST	14.345	17.600	22,7%
SH	3.745	5.600	49,5%
TH	1.423	2.100	47,6%
DE	293.374	431.100	46,9 %

Anm.: „-“ Zahlenwert geheim zu halten; ¹ Totale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung (Totalerhebung)

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2011c, 2024c).

Die Erhebung zur „Nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ erfasst den Frischwassereinsatz für Beregnung/Bewässerung hingegen im Zeitraum von 2010 bis 2019. Die Ergebnisse zeigen, dass der Anteil der Bewässerung bzw. Beregnung beim Frischwassereinsatz entgegen der allgemeinen Entwicklung steigt (vgl. Abbildung 30).

Abbildung 30: Entwicklung der Frischwassereinsatzes in Deutschland für die Wassernutzung „Beregnung oder Bewässerung“

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2013a, 2016, 2018b, 2023b).

Zusammenfassend zeigen beide Erhebungen eine signifikante Zunahme des Wasserverbrauchs für Bewässerungszwecke in Deutschland. Während die agrarstatistischen Erhebungen eine Zunahme um 47 % zwischen 2009 und 2022 für die Bewässerung im Freiland dokumentieren, weisen die Daten der

„Nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“ (vgl. Tabelle 22) sogar eine Steigerung des Frischwassereinsatzes für Beregnung um 87 % von 2010 bis 2019 aus. Bei der Interpretation dieses starken Anstiegs ist zu berücksichtigen, dass die Einzeljahre 2009 und 2019 klimatisch sehr unterschiedlichen waren (vgl. Abbildung 7). Trotzdem verdeutlicht die Gegenüberstellung beider Datensätze einen klaren Trend hin zu einer intensiveren Nutzung von Wasser für Bewässerungszwecke.

Tabelle 22: Frischwassereinsatz für die Beregnung im Vergleich zum Gesamtfrischwassereinsatz je Bundesland in Deutschland aus der Erhebung der „Nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung“

Bundesland	Frischwassereinsatz für Beregnung oder Bewässerung				Anteil am gesamten Frischwassereinsatz			
	2010	2013	2016	2019	2010	2013	2016	2019
	<i>in Mio. m³</i>				<i>in %</i>			
BW	13,7	16,1	18,1	20,7	0,3	0,5	0,5	0,8
BY	4,1	6,2	6,4	9,2	0,1	0,2	0,3	0,5
BE	1,6	0,6	0,8	1,1	0,5	0,2	0,3	0,5
BB	15,9	17,3	18,7	25,6	7,8	8,8	7,9	11,6
HB	1,4	0,2	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0
HH	1,3	1,4	1,6	2,1	0,3	0,4	0,1	0,6
HE	14,7	12,4	14,2	19,0	0,3	1,7	2,0	2,7
MV	9,4	12,7	14,8	16,8	20,9	21,3	17,1	16,0
NI	111,5	158,1	138,2	206,9	3,1	6,5	7,5	17,8
NW	9,2	39,9	23,7	28,3	0,2	1,1	0,7	1,0
RP	5,7	16,4	14,9	21,9	0,3	1,0	0,9	1,3
SL	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	1,1
SN	1,9	2,5	2,9	5,5	1,4	1,8	2,0	3,5
ST	8,4	8,5	11,1	18,2	2,8	3,1	5,0	7,5
SH	3,9	4,2	3,1	4,9	0,2	0,2	0,1	0,2
TH	1,6	1,6	1,8	2,1	2,9	2,9	3,0	3,5
DE	204,9	298,6	270,8	383,2	0,8	1,5	1,5	2,5

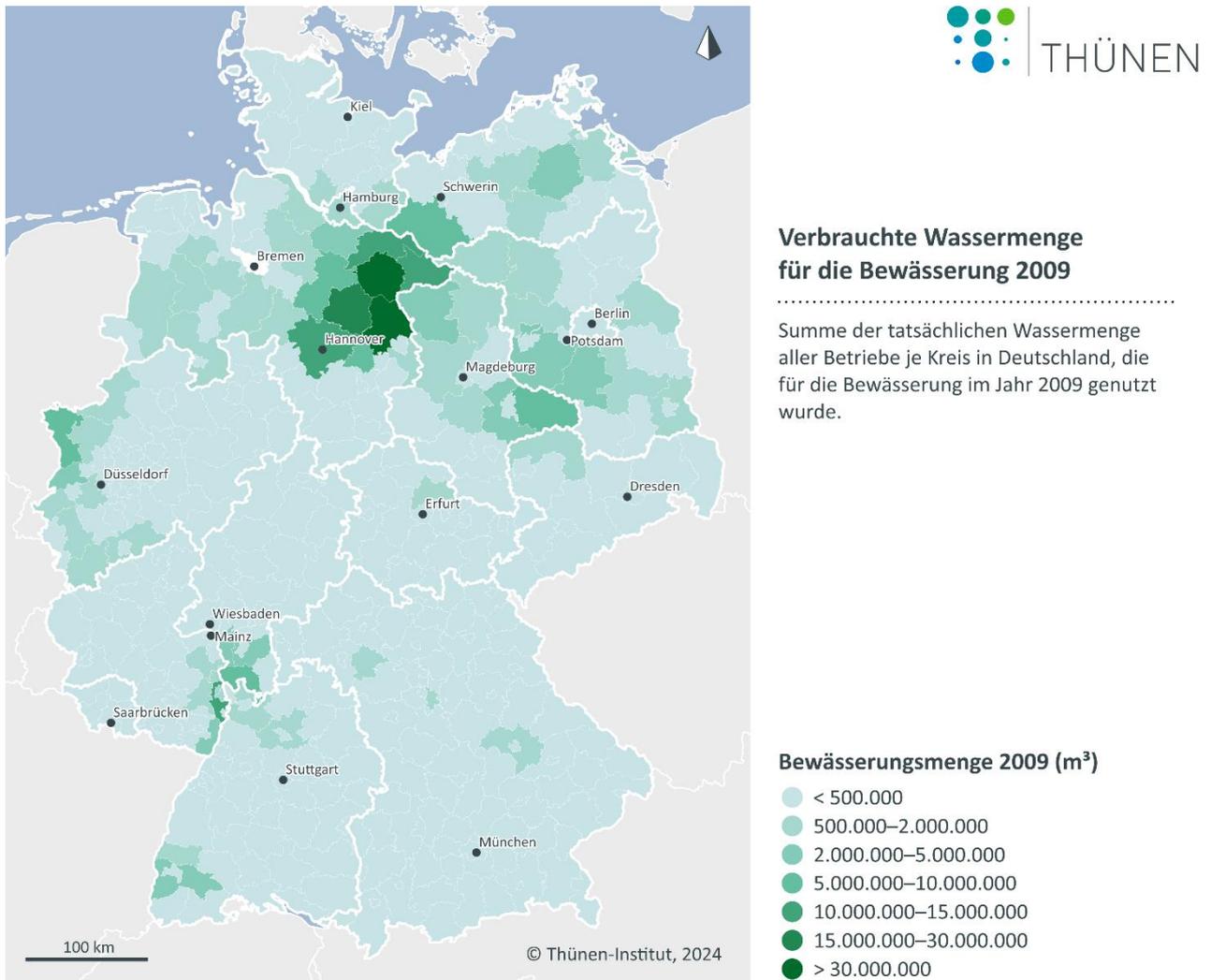
Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2013a, 2016, 2018b, 2023b).

8.2 Regionale Beschreibung für das Jahr 2009

Im überwiegenden Teil des Bundesgebiets sind sehr geringe summierte Bewässerungsmengen (< 500.000 m³) im Jahr 2009 zu erkennen (vgl. Abbildung 31). Dies betrifft vor allem die deutschen Mittelgebirge sowie die Alpen und im Allgemeinen die Gebiete, in denen keine Bewässerungsinfrastruktur vorhanden ist (vgl. Abbildung 3). Erhöhte Bewässerungsmengen wurden demnach vor allem in den Schwerpunktgebieten der Bewässerung (vgl. Abbildung 5) aufgewendet. Die höchsten Bewässerungsmengen gab es im niedersächsischen Schwerpunktgebiet Nordost-Niedersachsen, dort haben beispielsweise die Landkreise Uelzen und Gifhorn sehr hohe Wassermengen von mehr als 30.000.000 m³ verbraucht. Zudem gibt es entlang des Rheins sowohl in Nordrhein-Westfalen als auch in Rheinland-Pfalz und Südhessen mittlere bis hohe Wasserverbräuche für die Bewässerung.

Weiterhin ist die Information zu den tatsächlich verbrauchten Wassermengen unvollständig, da die Bewässerung von Kulturen unter Glas sowie Frostschutzberegnung im Rahmen der Landwirtschaftszählung nicht erfasst wurden.

Abbildung 31: Verbrauchte Wassermenge für die Bewässerung in Kubikmetern als Summe aller Betriebe je Kreis im Jahr 2009



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von FDZ (2023a) sowie Bernhardt und Neuenfeldt (2024).

9 Kosten für das Bewässerungswasser

Als erstes ökonomisches Merkmal zur Bewässerung ist das Merkmal „Kostengrundlage für das im Kalenderjahr verwendete Wasser“ mit der ASE 2023 neu eingeführt und abgefragt worden. Die entsprechende Frage im Fragebogen lautet: „Entstanden Ihnen im Kalenderjahr 2022 Kosten für das verwendete Wasser? [...]“ und liefert damit zunächst eine „Ja-Nein“-Antwort. Die Frage lautet weiter: „[...] Wenn ja, auf welcher Grundlage erfolgte die Berechnung?“ und differenziert die Wasserkostengrundlage:

- nach der bewässerten Fläche
- auf Basis der Wassermenge
- auf Basis anderer Faktoren

Es ist nur eine Auswahl möglich. Die Antwortmöglichkeiten sind im Fragebogen zur ASE 2023 (DESTATIS, 2024a) nicht weiter erläutert oder differenziert. Da das Merkmal erstmals erhoben wurde, ist nur eine Darstellung für das Einzeljahr 2022 möglich.

Grundsätzlich sind die Kosten für das Bewässerungswasser ein Teil der ökonomischen Abwägung der „Wirtschaftlichkeit Bewässerungsmaßnahme“ (Bewässerungswürdigkeit). Die Kosten für das Bewässerungswasser sind vor allem variable Kosten und abhängig von der eingesetzten Menge. Es können aber auch fixe Kosten, z. B. flächenabhängige Mitgliedsbeiträge in Bewässerungsverbänden, anfallen. Aufgrund der knappen Erläuterung zu diesem Merkmal ist zudem denkbar, dass die befragten Betriebe möglicherweise weitere Kostenpunkte (z. B. Infrastruktur- oder Arbeitskosten) mitberücksichtigt haben.

Beschreibung auf Bundes- und Landesebene für das Jahr 2022

Die Daten in Tabelle 23 zeigen die Verteilung der landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland entsprechend der Kostenberechnungskategorien für das verwendete Bewässerungswasser.

Auf der Deutschland-Ebene (DE) zeigt sich, dass insgesamt bei 4.720 landwirtschaftlichen Betrieben keine Kosten für das verwendete Wasser anfallen. Dies deutet darauf hin, dass in diesen Fällen das Wasser z. B. kostenlos verfügbar ist, weil die Wasserentnahmen gering sind oder kein Wasserentgelt berechnet wird. Für 1.750 Betriebe fallen Kosten an, deren Höhe auf Basis der bewässerten Fläche abgerechnet wird, während bei 7.700 Betrieben die Kosten anhand der verbrauchten Wassermenge kalkuliert werden. Andere Faktoren spielen bei 2.290 Betrieben eine Rolle bei der Kostenermittlung.

Im Vergleich der Bundesländer zeigt sich eine erhebliche Varianz in der Methodik der Wasserkostenberechnung. In Bayern und Nordrhein-Westfalen gaben die meisten Betriebe (1.190 bzw. 1.180) an, dass keine Kosten für das Bewässerungswasser veranschlagt wurden. Wobei dort auch 670 (Bayern) und 600 (Nordrhein-Westfalen) angaben, dass die Kosten auf Grundlage der verbrauchten Wassermenge erhoben wurden. In Niedersachsen und Baden-Württemberg gaben mit Abstand am meisten Betriebe (3.010 bzw. 1.720) an, dass die Kosten ebenfalls auf Grundlage der verbrauchten Wassermenge ermittelt wurden. Auch dort gibt es Betriebe, die entweder „Keine Kosten“ oder die Berechnung der Wasserkosten „nach der bewässerten Fläche“ angaben.

Grundsätzlich wird deutlich, dass die Mehrheit der Betriebe ihre Kosten auf Grundlage der verbrauchten Wassermenge abrechnet – dies ist vor dem Hintergrund der Pflicht für eine behördliche Wassergenehmigung für Bewässerungszwecke nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG) § 8 und Wasserentnahmeentgelten nicht verwunderlich. Die Wasserentnahme wird in diesem behördlichen Prozess in der Regel über die Höhe der Wasserentnahme, also die verbrauchte Wassermenge, eingeordnet und geregelt.

Zudem gibt es die Möglichkeit, dass die Wasserkosten auf Grundlage der bewässerten Fläche berechnet werden. Diese Art der Kostengrundlage wird beispielsweise in Wasser- bzw. Bewässerungsverbänden verwendet, um die Mitglieder der Verbände, also die bewässernden Betriebe mit ihren Bewässerungsflächen, entsprechend

abzurechnen. In Bewässerungsverbänden in Braunschweig und Wolfsburg fallen beispielsweise Flächenbeiträge von 80 €/ha bzw. 75 €/ha für die Bewässerung mit gereinigtem Abwasser an (Seis et al., 2016).

Zusammengefasst verdeutlichen die Daten eine regionale Diversität in der Methode zur Berechnung der Wasserkosten in der landwirtschaftlichen Bewässerung in Deutschland. Es zeigt sich, dass zahlreiche Faktoren, wie Verfügbarkeit der Wasserressourcen, die Höhe der Wasserentnahme (kleine Mengen müssen nicht beantragt und nur teilweise angezeigt werden), die Eingliederung in Beregnungsverbände und die Ausgestaltung des Wasserentgelts eine entscheidende Rolle spielen. Dieser regionale Unterschied im Umgang mit Wasserkosten ist essenziell für die Planung und Optimierung der Wasserwirtschaft in den landwirtschaftlichen Betrieben.

Tabelle 23: Differenzierung der Kosten für das Bewässerungswasser, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland

Bundesland	Grundlage der Kosten für das verwendete Wasser			
	keine Kosten	bewässerte Fläche <i>Anzahl Betriebe</i>	verbrauchte Wassermenge	andere Faktoren
BW	600	590	1.720	400
BY	1.190	290	670	460
BE	0	0	10	0
BB	150	30	180	50
HB	0	-	-	-
HH	80	20	30	70
HE	220	/	280	150
MV	80	/	50	40
NI	750	330	3.010	330
NW	1.180	270	600	480
RP	160	80	500	120
SL	10	0	20	0
SN	70	10	150	50
ST	50	20	180	30
SH	150	30	270	80
TH	50	10	30	20
DE	4.720	1.750	7.700	2.290

Anm.: „-“ kein Wert vorhanden; „/“ Keine Angaben, da Zahlenwert nicht sicher genug (relativer Standardfehler größer als 15 %)

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2024c).

10 Technische Ausstattung der betriebseigenen Bewässerungssysteme

Das Merkmal „Vorhandensein von betriebseigenem Wasserreservoir“ wurde erstmal in der ASE 2023 abgefragt und ist eine der neuen Technikmerkmale, die zum Themenkomplex „Bewässerung im Freiland“ hinzugefügt wurden. Die gestellte Frage „Verfügt Ihr Betrieb über ein betriebseigenes Wasserreservoir?“ liefert eine „Ja-Nein“-Antwort und unterscheidet damit nicht die Art, Größe oder Anzahl der Bauwerke. Zur Abgrenzung eines Wasserreservoirs gibt der Qualitätsbericht der ASE 2023 folgende Beschreibung: „Ein betriebseigenes Wasserreservoir beinhaltet die natürliche und künstliche Wasserspeicherung von Trink- oder Nutzwasser. Zu den natürlichen Wasserspeichern zählen Teiche und Becken auf dem Gelände des Betriebes. Tief- oder Hochbehälter zählen zu den künstlichen Wasserspeichern.“ (DESTATIS, 2024a).

Mit dem Merkmal „Vorhandensein von betriebseigenen Pumpstationen“ (ebenfalls nur ASE 2023) wird das grundsätzliche Vorhandensein durch eine „Ja-Nein“-Frage erfasst. Wie bei der Frage zum Vorhandensein von Wasserreservoirs ist keine Aussage über Art, Menge, Lage etc. der einzelnen Pumpstationen ableitbar (DESTATIS, 2024a). Einen Hinweis über die Definition einer Pumpstation liefert die Durchführungsverordnung (EU) 2021/2286¹⁵: „Pumpstation: Der Betrieb verfügt über eine Pumpstation, unabhängig davon, ob es sich um eine (oberirdische) Zentrifugalpumpe, eine Tiefbrunnen–Turbinen–Pumpe, eine Tauchpumpe, eine Propellerpumpe oder eine sonstige Pumpe a. n. g. handelt.“. Pumpen oder Pumpstationen dienen dazu, Wasser aus verschiedenen Quellen wie Brunnen, Flüssen oder Reservoirs zu nutzen und es über ein Leitungssystem zu den geplanten Bewässerungsflächen zu transportieren. Der Wasserdruck, der durch die Pumpen generiert wird, treibt zudem häufig die Bewässerungstechnik an. Pumpstationen werden in der Regel mechanisch (z. B. mit Diesel- oder Elektropumpen) betrieben.

Das neue Merkmal „Nutzung von Fertigationssystemen“ aus der ASE 2023 liefert eine „Ja-Nein“-Antwort auf die Frage: „Können mit dem betriebseigenen Bewässerungssystem Düngemittel oder andere Zusatzstoffe in den Boden gebracht werden (Fertigationssystem)?“ (DESTATIS, 2024a). Fertigation ist eine Methode in der Landwirtschaft, bei der Bewässerungssysteme gleichzeitig zur Ausbringung von Nährstoffen verwendet werden (Paschold, 2010). Diese Technik hilft, Nährstoffausträge in andere Ökosysteme zu reduzieren und die Pflanzenbedarfe genau zu decken. Durch Fertigation kann Wasser und Dünger bedarfsgerecht und exakt zum optimalen Zeitpunkt an die Pflanzen abgegeben werden. Diese Methode ist besonders vorteilhaft im Vergleich zur traditionellen Düngung mit granulierten Nährstoffen, deren Verfügbarkeit unter trockenen Bedingungen eingeschränkt ist. Die zunehmende Häufigkeit von Extremwetterereignissen, wie Trockenperioden und Starkniederschlägen, macht eine zuverlässige und effiziente Nährstoff- und Wasserversorgung immer wichtiger. Fertigation ermöglicht es, die Pflanzen selbst in schwierigen klimatischen Bedingungen optimal zu versorgen. Die effiziente Ausbringung von Nährstoffen kann die Umweltbelastung verringern und die nachhaltige Landwirtschaft unterstützen. Forschungen zeigen, dass die gezielte Düngung durch Bewässerungssysteme die Effizienz und Nachhaltigkeit der Agrarproduktion erheblich verbessern kann Fuß et al.(2021) beschrieben diesen Zusammenhang von Bewässerung und Düngung am Beispiel des Hopfenanbaus in Bayern.

Beschreibung auf Bundes- und Landesebene für das Jahr 2022

Die Interpretation über die Anzahl der Betriebe, in denen es ein **betriebseigenes Wasserreservoir** gibt, ist schwierig. Laut Erläuterungen im Qualitätsbericht der ASE 2023 können Wasserreservoirs künstlich oder natürlich sein. Die Verteilung und Anzahl von Wasserreservoirs in den verschiedenen Bundesländern ist heterogen (vgl. Tabelle 24). Insgesamt gibt es 3.870 Betriebe in Deutschland, die über ein eigenes

¹⁵ Durchführungsverordnung (EU) 2021/2286 der Kommission vom 16. Dezember 2021 zu den für das Referenzjahr 2023 gemäß der Verordnung (EU) 2018/1091 des Europäischen Parlaments und des Rates über integrierte Statistiken zu landwirtschaftlichen Betrieben zu liefernden Daten hinsichtlich der Liste der Variablen und ihrer Beschreibung sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1200/2009 der Kommission (ABl. L 458 S. 284–343) .

Wasserreservoir verfügen. Baden-Württemberg führt diese Liste mit 800 Betrieben an, dicht gefolgt von Niedersachsen mit 780 Betrieben. Bayern und Nordrhein-Westfalen weisen mit 760 bzw. 640 Betrieben ebenfalls hohe Zahlen auf. Im Gegensatz dazu gibt es in Berlin sowie Bremen keine registrierten Betriebe mit Wasserreservoirs, was zeigt, dass diese Technik in bestimmten Regionen kaum oder gar nicht genutzt wird. Schleswig-Holstein und Rheinland-Pfalz zeigen moderate Zahlen mit jeweils 200 und 130 Betrieben. Dadurch, dass das Merkmal „Vorhandensein von betriebseigenem Wasserreservoir“ dem Themenkomplex „Bewässerung im Freiland“ zugeordnet wird, kann die Anzahl der Betriebe mit eigenem Wasserreservoir in Tabelle 24 unvollständig sein, da auch Betriebe mit Anbau von Kulturen unter Glas über Wasserreservoirs verfügen können. Nach Angaben des Bundesverbands Zierpflanzen verfügen viele ihrer Mitgliedsbetriebe über ein Becken zum Auffangen und Speichern vom Regenwasser. Ähnliches kann auch für den Anbau anderer Kulturen unter Glas gelten.

Die Ausstattung der Betriebe mit **betriebseigenen Pumpstationen** ist in Deutschland unterschiedlich ausgeprägt. (vgl. Tabelle 24). Von den insgesamt 9.220 Betrieben hat Niedersachsen hier die höchste Anzahl mit 2.910 Betrieben, was nahezu einem Drittel der gesamten Anzahl von Pumpstationen in Deutschland entspricht. Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg folgen mit 1.730 und 1.230 Betrieben. Bayern zeigt ebenfalls eine hohe Anzahl mit 1.220 Betrieben. Weniger häufig sind Pumpstationen in Berlin, mit nur zehn Betrieben, und Bremen, wo keine Betriebe registriert sind. Schleswig-Holstein (410 Betriebe), Brandenburg (290 Betriebe), Hessen und Rheinland-Pfalz (jeweils 280 Betriebe) sowie Sachsen und Sachsen-Anhalt (jeweils 210 Betriebe) weisen moderate Zahlen mit auf. Diese Zahlen deuten auf eine weitreichende Verbreitung von Pumpstationen in der deutschen Landwirtschaft hin, wobei jedoch deutliche Unterschiede zwischen den Bundesländern bestehen.

Insgesamt gibt es 2.230 Betriebe in Deutschland, welche die Bewässerung mit der Düngung kombinieren (**Fertigation**). Baden-Württemberg besitzt 590 Betriebe mit Fertigationseinrichtungen, was den höchsten Wert darstellt, gefolgt von Bayern mit 430 Betrieben. Die starke Nutzung passt auch zur Nutzung von Tropfbewässerung in den entsprechenden Bundesländern (siehe Kapitel 6.2.2), da Tropfbewässerung sich besonders für Fertigation eignet (Gödeke et al., 2024). Nordrhein-Westfalen hat 390 Betriebe, die diese Technik nutzen, und Niedersachsen hat 270 entsprechend ausgestattete Betriebe. In Niedersachsen zeigt sich, verglichen mit der hohen Anzahl bewässernder Betriebe, insgesamt ein relativ geringer Einsatz von Fertigation. Dies lässt sich auf den hohen Anteil von ackerbaulicher Bewässerung zurückführen, in der mit großen technischen Beregnungsanlagen bewässert wird, die weniger geeignet für Fertigation sind. Brandenburg und Sachsen-Anhalt weisen niedrige Zahlen von 70 bzw. 30 Betrieben auf. In Hessen und Rheinland-Pfalz gibt es jeweils 110 und 130 Betriebe.

Tabelle 24: Vorhandensein von betriebseigenen Bewässerungssystemen, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland

technische Ausstattung der betriebseigenen Bewässerungssysteme			
Bundes- land	Wasserreservoir	Pumpstation	Fertigation
	Anzahl der Betriebe		
BW	800	1.230	590
BY	760	1.220	430
BE	0	10	-
BB	70	290	70
HB	/	0	-
HH	80	180	40
HE	130	280	110
MV	50	150	/
NI	780	2.910	270
NW	640	1.730	390
RP	130	280	130
SL	10	20	10
SN	130	210	70
ST	50	210	30
SH	200	410	50
TH	60	90	30
DE	3.870	9.220	2.230

Anm.: „-“ kein Wert vorhanden; „/“ Keine Angaben, da Zahlenwert nicht sicher genug (relativer Standardfehler größer als 15 %)

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2024c).

11 Durchführung von Wartungsarbeiten am Bewässerungssystem oder Leitungsnetz in den Jahren 2020, 2021 und 2022

Das Merkmal „Durchführung von Wartungsarbeiten in den vergangenen drei Jahren am Bewässerungssystem oder Leitungsnetz“ wurde ebenfalls mit der ASE 2023 eingeführt. Die Frage lautet: „Welche Wartungsarbeiten wurden in den letzten 3 Jahren an Ihrem Bewässerungssystem oder Leitungsnetz durchgeführt?“. Die drei möglichen Antworten – wobei nur eine Antwort angekreuzt werden kann – sind (DESTATIS, 2024a):

- „Keine Arbeiten zur Instandhaltung“
- „Nur regelmäßige jährliche Arbeiten zur Instandhaltung (Inspektion)“
- „Größere Reparaturen oder Sanierungen“.

Eine nähere Erläuterung der möglichen Antworten liegt nicht vor. Die Wartungsarbeiten beziehen sich dabei auf die vergangenen drei Jahre 2020, 2021 und 2022.

Grundsätzlich sind die Kosten für die Wartung und Reparatur von Bewässerungssystemen (Bewässerungstechnik) oder am Leitungsnetz ein Kostenpunkt, der bei der betriebswirtschaftlichen Betrachtung die Wirtschaftlichkeit von Bewässerungsmaßnahmen mitbestimmt. Bei Reparaturkosten handelt es sich um variable Maschinenkosten, die je nach verwendeter Technik und deren Alter variieren können. Regelmäßige Wartungsarbeiten sind essenziell, um die Funktionsfähigkeit des Bewässerungssystems zu erhalten. Durch kontinuierliche Instandhaltung werden Ausfallzeiten minimiert und die Lebensdauer der Bewässerungsanlagen verlängert. Zudem tragen gut gewartete Systeme zur Effizienzsteigerung bei, indem sie Wasserverluste reduzieren und somit zu erheblichen Kosteneinsparungen führen.

Beschreibung auf Bundes- und Landesebene für das Jahr 2022

Die Ergebnisse (vgl. Tabelle 25) legen nahe, dass regelmäßige jährliche Arbeiten zur Instandhaltung von Bewässerungssystemen oder dem Leitungsnetz notwendig sind. Auf Bundesebene zeigt sich, dass insgesamt 4.830 Betriebe keine Wartungsarbeiten durchgeführt haben, während 10.290 Betriebe regelmäßige jährliche Instandhaltungsarbeiten vorgenommen haben. Ferner führten 2.160 Betriebe größere Reparaturen oder Sanierungen durch.

Regional zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern. Niedersachsen verzeichnet die höchste Anzahl an Betrieben ohne Wartungsarbeiten (1.080 Betriebe), gefolgt von Baden-Württemberg mit 1.020 Betrieben. Bei den Betrieben, die regelmäßige jährliche Instandhaltungsarbeiten durchgeführt haben, liegt Niedersachsen mit 2.780 Betrieben an der Spitze, dicht gefolgt von Baden-Württemberg mit 2.070 Betrieben. Niedersachsen weist zudem die meisten Betriebe auf, die größere Reparaturen oder Sanierungen durchgeführt haben (760 Betriebe).

Tabelle 25: Durchführung von Wartungsarbeiten in den vergangenen drei Jahren am Bewässerungssystem oder Leitungsnetz, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland

Bundesland	Wartungsarbeiten am betriebseigenen Bewässerungssystem oder Leitungsnetz in den vergangenen drei Jahren (2020–2022)		
	keine Arbeiten zur Instandhaltung	regelmäßige jährliche Arbeiten zur Instandhaltung	größere Reparaturen oder Sanierungen
	<i>Anzahl der Betriebe</i>		
BW	1.020	2.070	400
BY	910	1.570	230
BE	0	10	0
BB	110	260	50
HB	-	0	-
HH	60	140	20
HE	180	430	100
MV	30	140	30
NI	1.080	2.780	760
NW	790	1.550	290
RP	260	530	100
SL	10	20	10
SN	60	180	40
ST	50	210	40
SH	250	340	70
TH	30	70	10
DE	4.830	10.290	2.160

Anm.: „-“ kein Wert vorhanden

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2024c).

12 Vorhandensein und Art von Wassermesssystemen

Ebenfalls neu in der ASE 2023 ist die Erfassung des „Vorhandenseins und die Art eines Wassermesssystems“. Im Fragebogen zur ASE 2023 lautet die Frage: „Ist Ihr Bewässerungssystem mit einem betriebseigenen Wassermesssystem ausgestattet? Wenn ja, durch welche Art der Messung?“. Die Frage, ob ein Wassermesssystem vorhanden ist, muss mit einer „Ja-Nein“-Antwort beantwortet werden. Bei der Differenzierung des Messsystems wird zwischen drei Antwortmöglichkeiten differenziert (DESTATIS, 2024a):

- manuelle Ablesung (Messrinnen oder -wehre)
- automatische Messung
- Kombination aus manueller Ablesung und automatischer Messung

Wassermesssysteme sind wichtige Instrumente zur Überwachung und Verwaltung des Wasserverbrauchs in landwirtschaftlichen Betrieben. Deren Einsatz trägt tendenziell zu einer effizienten Ressourcennutzung bei. Zudem können betriebliche Daten gesammelt werden, die zu einer Anpassung der Bewässerungsstrategie führen können und für die Berechnung von Wasserkosten notwendig sind. Außerdem liefern die Daten eine statistische Information und einen Überblick über den Einsatz von Technologien zur Wasserbewirtschaftung in landwirtschaftlichen Betrieben. Über die statistische Erhebung wird deutlich, wie verbreitet Wassermesssysteme sind und welche Technologien bevorzugt genutzt werden. Mit diesen Daten können ggf. Fördermaßnahmen und Programme entwickelt werden, um die Verbreitung und Implementierung von effizienten Wassermesssystemen in der Landwirtschaft zu fördern.

Beschreibung auf Bundes- und Landesebene für das Jahr 2022

In Deutschland zeigen die Daten eine breite Vielfalt in der Ausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe. Von den erfassten 17.290 Betrieben verfügt ein signifikanter Teil, 8.140 Betriebe, über kein Wassermesssystem. Von den verbleibenden Betrieben nutzen 5.470 die manuelle Ablesung (Messrinnen oder -wehren), während 2.630 Betriebe auf automatische Messsysteme setzen. Eine Kombination aus manueller und automatischer Ablesung wird von 1.050 Betrieben angewendet. Das bundesweite Verhältnis zwischen Betrieben mit „Keiner Ausstattung mit einem Wassermesssystem“ (8.140 Betriebe) und der Summe aus den drei möglichen Messsystemen „Manuell“, „Automatisch“ und „Kombination“ ist nahezu ausgeglichen (vgl. Tabelle 26).

In den meisten Bundesländern, z. B. Baden-Württemberg, Bayern oder Nordrhein-Westfalen, gibt es mehr Betriebe, die kein Messsystem haben, als Betriebe mit Messsystem. Auffällig ist, dass in Niedersachsen das Gegenteil der Fall ist: Dort überwiegen die Betriebe mit Messsystemen. Besonders hoch ist dort die manuelle Ablesung mit Messrinnen oder -wehren.

Tabelle 26: Vorhandensein und Art von Wassermesssystemen im Jahr 2022, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland

Bundesland	Art der Wassermessung für das Bewässerungssystem			
	keine Ausstattung	manuelle Ablesung (Messrinnen oder -wehren)	automatische Messung	Kombination aus manueller Ablesung und automatischer Messung
	<i>Anzahl der Betriebe</i>			
BW	2.180	840	330	/
BY	1.580	690	340	/
BE	0	0	0	-
BB	170	160	80	20
HB	0	0	-	-
HH	180	20	10	10
HE	290	250	130	30
MV	70	60	50	20
NI	980	2.060	1.100	470
NW	1.510	670	300	/
RP	480	280	90	/
SL	20	10	/	0
SN	180	60	/	20
ST	80	120	70	30
SH	360	210	70	20
TH	60	30	20	10
DE	8.140	5.470	2.630	1.050

Anm.: „-“ kein Wert vorhanden; „/“ Keine Angaben, da Zahlenwert nicht sicher genug (relativer Standardfehler größer als 15 %)

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2024c).

13 Art der Bewässerungssteuerung

Eine Bewässerungssteuerung erlaubt es, die Bewässerung bzw. die Beregnung eines landwirtschaftlichen Standortes möglichst genau zu steuern (Fricke, 2018). Ziel ist es, Bewässerungszeitpunkt und -menge passgenau für die angebaute Kultur zu ermitteln und damit die Wirtschaftlichkeit der Bewässerungsmaßnahme zu berücksichtigen. Durch eine optimale Bewässerungsstrategie und Einstellung der Bewässerungssteuerung kann die Effizienz der Bewässerung erhöht werden (Beck et al., 2021).

Eine Bewässerungssteuerung kann mit unterschiedlichen Systemen und Techniken durchgeführt werden (vgl. Abbildung 32), wobei sich diese in ihrer Genauigkeit, Komplexität und den Kosten unterscheiden. Die Spanne der Verfahren reicht von weniger objektiven und erfahrungsbasierten Methoden wie der Spatendiagnose bzw. dem „grünen Daumen“ bis hin zu komplexen datengetriebenen Bewässerungssteuerungen, welche die notwendigen Informationen über Sensoren und/oder Satelliten beziehen und in einem Software-Programm (auch Apps) verarbeiten. Computergestützte Steuerungsmodelle wie die Geisenheimer Bewässerungssteuerung (Zinkernagel et al., 2022) oder die „Bodenwasserhaushaltsbilanzierung – BOWAB“ (Müller et al., 2012) können unterschiedlich komplex sein und bodenphysikalische Prozesse wie Sickerwasser oder kapillaren Aufstieg berücksichtigen (Michel und Sourell, 2014).

Abbildung 32: Übersicht verschiedener Bewässerungssteuerungen



Quelle: Fricke (2018).

Im neuen Merkmal „Art der Bewässerungssteuerung“ in der ASE 2023 wird die Art der Bewässerungssteuerung erfasst, die ein landwirtschaftlicher Betrieb nutzt. Es werden vier mögliche Bewässerungssteuerungen unterschieden, wobei nur eine Auswahl getroffen werden kann (DESTATIS, 2024a):

- manuell
- automatisch
- Präzisionsbewässerung
- Kombination aus mehreren Methoden

Es ist nicht weiter definiert, welche der in Abbildung 32 aufgeführten Verfahren den entsprechenden Antwortmöglichkeiten zugeordnet werden kann. Lediglich die „Präzisionsbewässerung“ wird weiter erläutert als eine Bewässerungssteuerung mit der „mittels Sensoren im Boden [...] eine teilflächen- und/oder mengenangepasste Bewässerung [...]“ (DESTATIS, 2024a: S. 22) erfolgt.

Beschreibung auf Bundes- und Landesebene für das Jahr 2022

In Deutschland zeigt sich bei der „Art der Bewässerungssteuerung“ eine deutliche Präferenz für manuelle Methoden (vgl. Tabelle 27). Insgesamt nutzen 10.880 landwirtschaftliche Betriebe manuelle Systeme, gefolgt von 3.260 Betrieben, die automatische Systeme verwenden. Die Präzisionsbewässerung kommt nur in 280 Betrieben zur Anwendung, wobei hier auch eine hohe Anzahl an gesperrten Werten „/“ (vgl. Tabelle 27) vorliegt. Eine Kombination aus mehreren Arten der Bewässerungssteuerung ist in 2.850 Betrieben zu finden. Im Vergleich der Bundesländer zeigt sich insgesamt ein differenziertes Bild, wobei in den bewässerungsintensiveren Bundesländern (z. B. Niedersachsen, Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Hessen) erwartbar viele Betriebe „manuelle“, „automatische“ oder eine Kombination aus beiden Methoden für die Bewässerungssteuerungen nutzen. Präzisionsbewässerungspraktiken sind insgesamt unterrepräsentiert.

Tabelle 27: Art der Bewässerungssteuerung im Jahr 2022, differenziert nach Anzahl der Betriebe je Bundesland

Bundesland	Art der Bewässerungssteuerung			
	manuell	automatisch	Präzisionsbewässerung	Kombination mehrerer Methoden
	<i>Anzahl der Betriebe</i>			
BW	2.570	370	/	500
BY	1.840	430	/	390
BE	0	0	-	0
BB	270	70	/	70
HB	0	-	-	-
HH	170	10	0	40
HE	450	120	/	130
MV	100	60	/	30
NI	2.420	1.310	/	840
NW	1.430	630	/	490
RP	700	70	/	110
SL	30	0	-	10
SN	180	/	-	80
ST	170	50	10	70
SH	470	90	/	90
TH	80	20	-	20
DE	10.880	3.260	280	2.850

Anm.: „-“ kein Wert vorhanden; „/“ Keine Angaben, da Zahlenwert nicht sicher genug (relativer Standardfehler größer als 15 %)

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (2024c).

14 Fazit und Empfehlungen für eine Verbesserung der Agrarstatistik

14.1 Fazit

Die Nationale Wasserstrategie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) adressiert den Informationsbedarf und die Verbesserung der Datengrundlage in den strategischen Themenfeldern 1 („Den naturnahen Wasserhaushalt schützen, wiederherstellen und dauerhaft sichern – Wasserknappheit und Zielkonflikten vorbeugen“) und 7 („Leistungsfähige Verwaltungen stärken, Datenflüsse verbessern, Ordnungsrahmen optimieren und Finanzierung sichern“). Diese Schwerpunkte werden zudem durch mehrere Maßnahmen des Aktionsprogramms Wasser – dem Kernstück der Nationalen Wasserstrategie – konkretisiert, insbesondere durch Aktion 1 („Prognosefähigkeit der Wasserhaushaltsanalysen verbessern“) und Aktion 61 („Schaffung eines Rahmens für die Erhebung, Speicherung und Nutzung gewässerrelevanter Daten“).

Im Rahmen dieser Studie wird ein Beitrag zur Informationsgewinnung geleistet, indem Daten zur Bewässerung aus allen verfügbaren statistischen Quellen zusammengetragen werden. Ziel ist es, den Status quo der Bewässerung in Deutschland umfassend zu beschreiben. Darüber hinaus werden die Herausforderungen bei der Datenerhebung und bei der Interpretation agrarstatistischer Daten zur Bewässerung umrissen sowie Empfehlungen zur Verbesserung der Datengrundlage gegeben.

Die amtliche Statistik ist eine der wenigen verfügbaren Datenquellen zur Bewässerung in Deutschland. Über das Agrarstatistikgesetz erheben die Landwirtschaftszählung und die Agrarstrukturhebung wichtige Informationen auf Ebene der landwirtschaftlichen Betriebe, während über das Umweltstatistikgesetz die Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und Abwasserentsorgung durchgeführt wird. Die Nutzung der statistischen Daten umfasst einige Einschränkungen und Herausforderungen – wie Änderung der methodischen Ansätze zwischen den Erhebungen oder die Geheimhaltungsvorschriften im Allgemeinen. Um mit diesen Unsicherheiten umzugehen, werden die Daten in dieser Studie zum einen auf Bundes- und Landesebene beschrieben, für welche die Ergebnisse repräsentativ sind. Zum anderen können durch die Aufbereitung der Rohdaten mithilfe einer Clusteranalyse erstmals sperrungsfreie und datenschutzkonforme Informationen der Bewässerungsmerkmale der Landwirtschaftszählung 2009 auf Kreisebene und bundesweit vergleichbar interpretiert werden.

Der beschriebene Status quo der landwirtschaftlichen Bewässerung zeigt die Heterogenität der Bewässerungswirtschaft in Deutschland. Die Bewässerung ist nicht flächendeckend im Bundesgebiet, sondern in wenigen Schwerpunktgebieten bzw. Bewässerungsregionen gebündelt. Zudem herrschen auch innerhalb der Schwerpunktgebiete deutliche Unterschiede in Bezug auf die Bewässerungsstrukturen. Während beispielsweise in den Bewässerungsgebieten Nord-Ost-Niedersachsens großflächig Ackerbaukulturen, insbesondere Kartoffeln, mit Großregnern (Sprinklerbewässerung) bewässert werden, ist die Bewässerungswirtschaft in Südhessen und Rheinland-Pfalz geprägt durch den intensiven Gemüse- und Sonderkulturanbau auf kleineren Schlägen mit eher wassereffizienterer Bewässerungstechnik.

Diese Studie zeigt zudem auf, wie sich die Bewässerungswirtschaft in Deutschland in den vergangenen Jahren verändert hat. Die Fläche mit einer Möglichkeit zur Bewässerung wurde seit 2009 ausgeweitet und die tatsächliche Bewässerung hat zugenommen. In diesem Zuge hat die tatsächlich verbrauchte Wassermenge für die Bewässerung zugenommen. Auch unter Berücksichtigung der zum Teil sehr unterschiedlichen klimatischen Bedingungen in den Erhebungsjahren wird deutlich, dass die Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen in Deutschland in den vergangenen Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen hat. Der fortschreitende Klimawandel und die daraus folgenden jahreszeitlichen und zwischenjährlichen Änderungen der Niederschlagsverteilung sowie die zunehmende Häufigkeit und Intensität der extremen Trockenheits- und Dürreereignisse in der Vegetationsperiode sind Gründe, die landwirtschaftliche Betriebe in die Bewässerung einsteigen lassen oder zur Ausweitung bestehender Bewässerungsinfrastruktur bringen.

Die Zunahme der potenziell bewässerbaren Fläche verdeutlicht, wie erheblich die Bewässerungsinfrastruktur ausgebaut wurde, was im Kontext der zunehmenden landwirtschaftlichen Produktionsanforderungen und klimatischen Veränderungen zu betrachten ist. Ein Anstieg der bewässerbaren Fläche lässt sich mit zunehmenden Investitionen in Bewässerungsinfrastruktur erklären. Die Ergebnisse zeigen, dass mehr Betriebe Zugriff auf Bewässerungstechnik haben. Technologisch hat sich die Bewässerung gewandelt, seit 2009 hat der Anteil der Tropfbewässerung zugenommen. Es lässt sich ein Trend hin zu effizienteren Methoden wie der Tropfbewässerung beobachten. Diese können besonders in Regionen mit hohen Wasserkosten oder knappen Wasserressourcen sowie angebauten Dauerkulturen eine bedeutende Rolle spielen.

Ein zentraler Punkt in der Diskussion um die Bewässerung ist die Wirtschaftlichkeit. Kulturen wie beispielsweise Kartoffeln und Gemüse zeigen tendenziell eine hohe Bewässerungswürdigkeit, da der wirtschaftliche Nutzen durch Ertragssicherung die zusätzlichen Kosten der Bewässerung übersteigt. Dies macht die Bewässerung dieser Kulturen besonders lohnend für Landwirtinnen und Landwirte, sodass diese auch in vielen Regionen intensiv bewässert werden. Andererseits sind die Wasserkosten ein wesentlicher Faktor, der die Entscheidung zur Bewässerung beeinflusst. Diese Kosten variieren je nach Region stark und hängen häufig von der verbrauchten Wassermenge ab. Die Wasserkosten werden überwiegend über die verbrauchte Wassermenge abgerechnet, aber auch eine Abrechnung über die bewässerte Fläche oder andere Faktoren ist möglich. Dabei sind auch die bundeslandspezifischen Unterschiede bei der Wasserentnahmegebühr zu beachten, die einen regionalen Einfluss auf die Bewässerungsentscheidungen der Betriebe haben.

Die Wasserverfügbarkeit für die Bewässerung und die Regulierung der Wasserentnahme sind wichtige Themen und bestimmen die regionalspezifische Ausprägung der Bewässerung. Verschiedene Wasserquellen wie Grundwasser und Oberflächenwasser werden regional unterschiedlich stark genutzt. Grundwasser ist die am weitesten verbreitete Wasserquelle, gefolgt von Wasser aus öffentlichen oder privaten Versorgungsnetzen sowie betriebsfremdem Oberflächenwasser. Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) setzen strenge Rahmenbedingungen für die Wasserentnahme, um einen nachhaltigen Umgang mit Wasserressourcen sicherzustellen. Dabei müssen mögliche Interessenkonflikte um die begrenzte Ressource Wasser berücksichtigt werden. Mit dem Klimawandel als Treiber müssen landwirtschaftliche Betriebe Anpassungsstrategien entwickeln und aufgreifen, welche die Effizienz und die Resilienz der Produktion gegenüber klimatischen Veränderungen erhöhen können. Hierzu gehört unter anderem die Nutzung alternativer Wasserressourcen, wie aufbereitetes Wasser oder Regenwasser. Diese Maßnahmen helfen dabei, die Abhängigkeit von herkömmlichen Wasserquellen zu verringern und die Bewässerung nachhaltiger zu gestalten. Die Erarbeitung erfolgreicher Anpassungsstrategien und Konzepte sowohl auf der regionalen als auch auf der betrieblichen Ebene erfordert eine gute Informationsgrundlage über Wasserverfügbarkeit und Wassernutzungen sowie ihre zukünftigen Entwicklungen. Dieser Bedarf wurde bereits in mehreren Gremien – z. B. der LAWA-Kleingruppe „Wasserwirtschaft–Land/Forstwirtschaft–Klimawandel und AG KliWa21+“¹⁶ – und den jeweiligen Berichten (LAWA, 2022; LAWA und BLAG ALFFA, 2024) identifiziert und betont.

¹⁶ LAWA und BLAG ALFFA (2024) – Ad hoc-Arbeitsgruppe der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Anpassung der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel“ (BLAG ALFFA) und der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, Ausschuss Klimawandel (LAWA-AK) zur Bearbeitung von Wechselwirkungen bei Klimawandelfolgen und -anpassungsmaßnahmen zwischen Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei sowie Wasserwirtschaft.

14.2 Empfehlungen für eine Verbesserung der Agrarstatistik

In der vorliegenden Studie wird Verbesserungsbedarf in Bezug auf Datenverfügbarkeit und Datenqualität der Ergebnisse der Agrarstatistik festgestellt.

Zum einen sind die im Rahmen der Landwirtschaftszählung und Agrarstrukturerhebung erhobenen Bewässerungsdaten als unvollständig zu betrachten, da die Bewässerung von Kulturen unter Glas (z. B. in Gewächshäusern) und Frostschutzberegnung bisher nicht erfasst werden. Dies wirkt sich negativ auf die Zuverlässigkeit der Daten zur Wassernutzung in der Landwirtschaft aus.

Zum anderen ist die Regelmäßigkeit (zeitliche Auflösung) der Datenerhebung und die Kontinuität der erfassten Merkmale verbesserungswürdig. Auf Basis der aktuellen Datenverfügbarkeit ist das Ableiten von Zusammenhängen zwischen einzelnen Merkmalen und Trendabschätzungen von Zeitreihen mit Unsicherheiten behaftet. Dies liegt an der groben zeitlichen Auflösung, also der Regelmäßigkeit der Datenerhebungen, sowie an der Kontinuität der erfassten Merkmale. Deswegen ist die Eignung der Daten nach aktuellem Stand auf eine Beschreibung der Bewässerung reduziert und datengetriebene Auswertungen (z. B. Korrelationsanalysen) mit einem räumlichen Bezug sind methodisch schwierig. Insgesamt ist die Regelmäßigkeit der Erhebungen verbesserungswürdig, wenngleich klar ist, dass die statistischen Erhebungen einen erheblichen Zeit- und Kostenaufwand mit sich bringen und zudem durch komplexe Abwägungen in der Europäischen Agrarstatistikverordnung und deren Umsetzung im Agrarstatistikgesetz geprägt sind.

Die räumliche Auflösung ist ein weiteres Merkmal der Datenqualität. Die räumliche Auflösung ist durch die Repräsentativität der statistischen Erhebung und den Datenschutz geprägt und in der Regel auf Ebene der Bundesländer (NUTS-2-Level) gegeben. Dabei ist vor allem bei der Erstellung regionaler Wasserversorgungskonzepte und für regionale Entscheidungen zur Priorisierung von Wassernutzungen eine kleinräumigere Betrachtung, z. B. auf Ebene der Kreise oder Gemeinden, notwendig und wünschenswert.

Wie verlässlich und aussagekräftig die erhobenen Daten zur Bewässerung in der Landwirtschaft sind, hängt unter anderem vom Befragungsdesign (Welche Merkmale sind adressiert?) sowie davon ab, wie einzelne Fragen formuliert sind und wie diese durch an der Befragung teilnehmende Betriebe interpretiert werden. Bei der Beschreibung der Merkmale wird an verschiedenen Stellen dieser Studie drauf hingewiesen, dass die bisherigen Formulierungen der Fragen sowie der Spielraum bei ihrer Interpretation zu irreführender Darstellung der Merkmale führen können. Das lässt sich z. B. anhand des Merkmals „Vorhandensein von betriebseigenen Pumpstationen“ der neuen ASE 2023 darlegen. Es gibt keine Erläuterungen oder Definitionen dazu, was mit „Pumpstation“ gemeint ist. Weitere Beispiele sind die Merkmale „Betriebseigenes und betriebsfremdes Oberflächengewässer“ und „Anderer Herkunft“ im Bereich Wasserherkunft. Das erste Merkmal umfasst „kleine natürliche Teiche oder künstliche Staubecken, welche entweder direkt auf dem Betriebsgelände liegen oder ausschließlich von dem Betrieb genutzt werden“ (DESTATIS, 2024a), für das letzte Merkmal wurde „gesammeltes Regenwasser“ als Beispiel angegeben. Entsprechend könnte z. B. ein mit Regenwasser gefülltes betriebseigenes Wasserspeicherbecken beiden Kategorien zugeordnet werden. Insbesondere die neu aufgenommenen Merkmale in der ASE 2023 sind unzureichend erläutert und erschweren die Interpretation der Ergebnisse.

In Hinsicht auf die zuvor diskutierten quantitativen und qualitativen Datenmängel sind die im Rahmen der Agrarstatistik erhobenen Datensätze in weitgefasser Perspektive für die Erarbeitung und Beantwortung regionaler Fragestellungen (z. B. die Erstellung von Wassermanagementkonzepten) aktuell nicht geeignet. Zur Verbesserung der Qualität und Bedarfsorientierung von statistischen Informationen zur Bewässerung in der Landwirtschaft in kommenden agrarstatistischen Erfassungen empfehlen wir die folgenden Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstatistik:

- Neben der Bewässerung im Freiland sollten auch Frostschutzberegnung und Bewässerung von Kulturen unter Glas im Rahmen der Landwirtschaftszählung und Agrarstrukturerhebung adressiert werden.

- Die Erfassung des Wasserverbrauchs der Bewässerung sollte nicht nur für den Betrieb erfolgen, sondern auch für die einzelnen Kulturgruppen.
- Die Festlegung und Definition von Bewässerungsmerkmalen sowie die räumliche Auflösung und Regelmäßigkeit der jeweiligen Datenerhebungen sollte in Abstimmung mit den relevanten Nutzerinnen und Nutzern dieser Daten – in erster Linie Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern auf unterschiedlichen Ebenen – erfolgen.
- Bei der Formulierung von Erläuterungen zu den einzelnen Merkmalen, die in den Fragebögen aufgeführt werden, gibt es Verbesserungsbedarf. Eine Erläuterung bzw. Beschreibung sollte detaillierter ausformuliert werden, um den Interpretationsspielraum der Befragten zu reduzieren.
- Die Merkmale zur Bewässerung in der Landwirtschaft sollten häufiger erhoben werden, um ihre zeitliche Entwicklung zu ermitteln und die relevanten Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger über die wichtigen Veränderungen in landwirtschaftlicher Wassernutzung informieren zu können. Die Möglichkeit zur Bewässerung, die tatsächliche Bewässerung und der Wasserverbrauch sollten im besten Falle jährlich, aber mindestens im Rhythmus der ASE erhoben werden. So würde der Wettereffekt auf die Bewässerung besser einschätzbar werden. Weitere Merkmale zu den bewässerten Kulturgruppen, zu Bewässerungsverfahren und -technik sowie zur Wasserherkunft sollten im 10-jährlichen Rhythmus der LZ berücksichtigt werden.

Die empfohlenen Maßnahmen tragen dazu bei, die Datengrundlage zu schaffen bzw. zu verbessern. Insbesondere vor dem Hintergrund der Nationalen Wasserstrategie braucht es eine detaillierte und vor allem regionalisierte Informationsgrundlage, die es der Politik und den Verwaltungen ermöglicht, zielgerichtete Entscheidungen zu treffen. Des Weiteren besteht im Forschungskontext ein Bedarf an Daten zur Verbesserung von Modellen. Insbesondere im Rahmen verschiedener Projekte in Deutschland, die Bewässerungsbedarfe der Vergangenheit mithilfe von Modellierungsmethoden ermitteln (Kreins et al., 2015; Bernhardt et al., 2022; McNamara et al., 2024; aus der Beek et al., 2024), können die Informationen einerseits als Eingangsdaten, aber andererseits auch als Vergleichsdaten zur Verbesserung der Modelle dienen. Dadurch profitiert auch die Modellierung der zukünftigen Bewässerung. Die Informationen über regionale Wasserverfügbarkeiten und Wasserbedarfe können gegenüberstellt und analysiert werden. Sowohl die Modellierungen als auch die Realdaten der Agrarstatistik dienen regionalen Gremien bei der Erarbeitung von Wasserversorgungskonzepten und bei der Priorisierung von aktuellen und zukünftigen Wassernutzungen in Deutschland.

Literaturverzeichnis

- Abwasserverband Braunschweig (2024) Unser Verbandsgebiet, zu finden in <<https://www.abwasserverband-bs.de/de/wer-wir-sind/verbandsgebiet/>> [zitiert am 17.6.2024]
- Albrecht M, Stöpel R, Pflieger I, Nußbaum G (2001) Informationen zur Bewässerung im Freiland, hg. v. Fachverband für Feldberegnung Beregnungsring Thüringen e. V., 2. Auflage
- Anter J, Kreins P, Heidecke C, Gömann H (2018) Entwicklung des regionalen Bewässerungsbedarfs – Engpässe in der Zukunft? In: Schimmelpfennig S, Anter J, Heidecke C, Lange S, Röttchen K, Bittner F (eds) Bewässerung in der Landwirtschaft: Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg. Braunschweig: pp 125–136
- aus der Beek T, Sturm S, Vollmer T, Müller BM, Streck T, Weber T (2024) WatDEMAND: Multi-sektorale Wasserbedarfsszenarien für Deutschland und Abschätzung zukünftiger Regionen mit steigender Wasserknappheit: Abschlussbericht. DVGW-Förderkennzeichen W 202124 und W 202307, hg. v. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW)
- Beck M, Troidl T, Hageneder F, Kirchner S (2021) Bodensensormessung und Datenaufzeichnung: Entscheidungshilfe zur Bewässerungssteuerung, 1. Aufl. Beratungsblatt, zu finden in <www.alb-bayern.de/bef12> [zitiert am 15.1.2024]
- Bernhardt JJ, Neuenfeldt S (2024) Spatial Data on Irrigation in Germany: A Comprehensive Analysis of Agricultural Statistical Data the NUTS-3 Level for the Years 2009 and 2019. DOI: 10.3220/DATA20241120161738-0
- Bernhardt JJ, Rolfes L, Kreins P, Henseler M (2022) Ermittlung des regionalen Bewässerungsbedarfs für die Landwirtschaft in Bayern, hg. v. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (Thünen-Institut), 138 p. Thünen-Report, zu finden in <<https://dnb.info/1262317894/>> [zitiert am 12.10.2023]
- Berthold G (2010) Klimawandel und Zusatzwasserbedarf im Hessischen Ried. In: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (ed) Jahresbericht 2009 des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Wiesbaden: pp 63–71
- DIN 19655:2008-11 Bewässerung- Aufgaben, Grundlagen, Planung und Verfahren. Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: Berlin
- BMUV [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz] (ed) (2023) Nationale Wasserstrategie: Kabinettsbeschluss vom 15. März 2023, 120 p, zu finden in <https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/BMUV_Wasserstrategie_b.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- Bug J, Harders D (2024) Potenzieller mittlerer Zusatzwasserbedarf im Klimawandel: Geofakten 46.1, hg. v. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie Niedersachsen (LBEG). Geofakten, zu finden in <https://nibis.lbeg.de/DOI/dateien/Geofakten_46_1_2024_Text_3.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2005) Qualitätsbericht: Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in der Landwirtschaft, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt, zu finden in <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Umwelt/wasserversorgung-abwasser-landwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile> [zitiert am 24.5.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2009) Umwelt: Nichtöffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2007, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt. Fachserie 19 Reihe 2.2, zu finden in <https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00008102/2190220079004.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2011a) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bodennutzung der Betriebe 2010, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt. Fachserie 3 Reihe 3.1.2, zu finden in <https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00004300/2030312107004.pdf> [zitiert am 24.5.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2011b) Landwirtschaftszählung 2010: Qualitätsbericht, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt, zu finden in <https://www.forschungsdatenzentrum.de/sites/default/files/lwz-h_2010_qb.pdf> [zitiert am 4.1.2023]

- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2011c) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bodenbearbeitung, Bewässerung, Landschaftselemente/Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden (ELPM). Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010. Fachserie 3 Heft 5, zu finden in <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Produktionsmethoden/Publikationen/Downloads-Produktionsmethoden/bodenbearbeitung-bewaesserung-2032805109004.pdf?__blob=publicationFile> [zitiert am 17.6.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2011d) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bodenbearbeitung, Bewässerung, Landschaftselemente/Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden (ELPM). Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010. Fachserie 3 Heft 5, zu finden in <<https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Produktionsmethoden/Publikationen/Downloads-Produktionsmethoden/bodenbearbeitung-bewaesserung-2032805109005.html>> [zitiert am 17.6.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2013a) Umwelt: Nichtöffentliche Wasserversorgung und nichtöffentliche Abwasserentsorgung 2010, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt. Fachserie 19 Reihe 2.2, zu finden in <https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00012248/2190220109004.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2013b) Agrarstrukturhebung 2013: Qualitätsbericht, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt, zu finden in <https://www.forschungsdatenzentrum.de/sites/default/files/Qualitaetsbericht.ASE_.2013.pdf> [zitiert am 24.5.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2014) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bewässerung in landwirtschaftlichen Betrieben / Agrarstrukturhebung. Ergebnisse der Agrarstrukturhebung 2013., Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt, zu finden in <https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00026891/5411205139004.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2016) Umwelt: Nichtöffentliche Wasserversorgung und nichtöffentliche Abwasserentsorgung 2013, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt. Fachserie 19 Reihe 2.2, zu finden in <https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00027202/2190220139004_korr24102016.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2017) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei: Bewässerung in landwirtschaftlichen Betrieben / Agrarstrukturhebung. Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2016., Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt, zu finden in <https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00063015/5411205169004_korr14082017.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2018a) Agrarstrukturhebung 2016: Qualitätsbericht, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt, zu finden in <https://www.forschungsdatenzentrum.de/sites/default/files/ase_2016_qb_1.pdf> [zitiert am 24.5.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2018b) Umwelt: Nichtöffentliche Wasserversorgung und nichtöffentliche Abwasserentsorgung 2016, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt. Fachserie 19, zu finden in <https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00037986/2190220169004.pdf> [zitiert am 6.12.2023]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2021a) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bewässerung in landwirtschaftlichen Betrieben/Landwirtschaftszählung. Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2020., Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt, zu finden in <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Landwirtschaftliche-Betriebe/Publikationen/Downloads-Landwirtschaftliche-Betriebe/betriebe-bewaesserung-5411205209004.pdf?__blob=publicationFile> [zitiert am 30.6.2022]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2021b) Landwirtschaftszählung 2020: Qualitätsbericht, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt, zu finden in <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Land-Forstwirtschaft-Fischerei/landwirtschaftszaehlung.pdf?__blob=publicationFile> [zitiert am 24.5.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2023a) Umwelt: Erhebung der nichtöffentlichen Wasserversorgung und der nichtöffentlichen Abwasserentsorgung 2019. Qualitätsbericht, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt, zu finden in <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Umwelt/nichtoeffentliche-wasserversorgung-abwasserentsorgung.pdf?__blob=publicationFile> [zitiert am 6.12.2023]

- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2023b) Umwelt: Nichtöffentliche Wasserversorgung und nichtöffentliche Abwasserentsorgung 2019, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt. Fachserie 19 Reihe 2.2, zu finden in <https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00076513/2190220199005.xlsx> [zitiert am 6.12.2023]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2024a) Agrarstrukturhebung 2023: Qualitätsbericht, zu finden in <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Land-Forstwirtschaft-Fischerei/agrarstruktur.pdf?__blob=publicationFile> [zitiert am 12.6.2024]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2024b) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Gemüseerhebung – Anbau und Ernte von Gemüse und Erdbeeren 2022, Statistisches Bundesamt, Statistisches Bundesamt. Fachserie 3 Reihe 3.1.3, zu finden in <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Obst-Gemuese-Gartenbau/Publikationen/Downloads-Gemuese/gemueseerhebung-2030313227004.pdf?__blob=publicationFile> [zitiert am 4.1.2023]
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (ed) (2024c) Statistischer Bericht – Landwirtschaftliche Betriebe – Bewässerung: 2023. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Landwirtschaftliche-Betriebe/Publikationen/Downloads-Landwirtschaftliche-Betriebe/statistischer-bericht-betriebe-bewaesserung-5411205239005.html>> [zitiert am 19.12.2024]
- Durchführungsverordnung (EU) 2018/1874 der Kommission vom 29. November 2018 zu den für 2020 gemäß der Verordnung (EU) 2018/1091 des Europäischen Parlaments und des Rates über integrierte Statistiken zu landwirtschaftlichen Betrieben und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 1166/2008 und (EU) Nr. 1337/2011 hinsichtlich der Liste der Variablen und ihrer Beschreibung zu liefernden Daten (ABI L 306 S. 14–49), zu finden in <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32018R1874>> [zitiert am 17.6.2024]
- Durchführungsverordnung (EU) 2021/2286 der Kommission vom 16. Dezember 2021 zu den für das Referenzjahr 2023 gemäß der Verordnung (EU) 2018/1091 des Europäischen Parlaments und des Rates über integrierte Statistiken zu landwirtschaftlichen Betrieben zu liefernden Daten hinsichtlich der Liste der Variablen und ihrer Beschreibung sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1200/2009 der Kommission (ABI. L 458 S. 284–343), zu finden in <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32021R2286>> [zitiert am 17.6.2024]
- DWA [Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.] (ed) (2022) Grundsätze und Richtwerte zur Beurteilung von Anträgen zur Entnahme von Wasser für die Bewässerung: Merkblatt DWA-M 590, 2. Auflage, korrigierte Fassung
- DWD [Deutscher Wetterdienst] (2024a) Raster der Tagessumme des Niederschlags in mm für Deutschland – HYRAS-DE-PRE, Version v5.0, für die Jahre 1991–2023, zu finden in <https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/daily/hyras_de/precipitation/> [zitiert am 17.6.2024]
- DWD [Deutscher Wetterdienst] (2024b) Tägliche Raster der FAO Grasreferenzverdunstung, Version v1.0, für die Jahre 1991–2023, zu finden in <https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/grids_germany/daily/evaporation_fao/> [zitiert am 17.6.2024]
- Engel N, Heumann S (2024) Zusatzwasserbedarfe – Methodenumsetzung im LBEG und DWA Merkblatt M590: Vortrag. Uelzen. DLG-Bewässerungstagung, zu finden in <<https://www.dlg.org/events/landwirtschaft/dlg-bewaesserungstagung-2024>> [zitiert am 17.6.2024]
- FDZ (2018) Landwirtschaftszählung – Haupterhebung 2010, On-Site, Version 0, hg. v. Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder
- FDZ (2022a) Metadatenreport: Teil I: Allgemeine und methodische Informationen zur Landwirtschaftszählung 2020 (EVAS-Nummer: 41141), hg. v. Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder
- FDZ (2022b) Metadatenreport: Teil II: Produktspezifische Informationen zur Nutzung der Landwirtschaftszählung 2020 (EVAS-Nummer: 41141) am Gastwissenschaftsarbeitsplatz und per Kontrollierter Datenfernverarbeitung., hg. v. Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, zu finden in <https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn065033.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- FDZ [Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder] (ed) (2023a) Landwirtschaftszählung – Haupterhebung 2010. DOI: 10.21242/41141.2010.00.00.1.1.0
- FDZ [Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder] (ed) (2023b) Landwirtschaftszählung – Haupterhebung 2020. DOI: 10.21242/41141.2020.00.00.1.1.0

- FDZ [Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder] (2024) Geheimhaltung: Verpflichtung zur statistischen Geheimhaltung, zu finden in <<https://www.forschungsdatenzentrum.de/de/geheimhaltung>> [zitiert am 17.6.2024]
- Fricke E (2014) Wirtschaftlichkeit – Nutzen und Kosten der Bewässerung. In: Rickmann M, Sourell H (eds) Bewässerung in der Landwirtschaft. Clenze: Agrimedia: pp 111–118
- Fricke E (2018) Effiziente Bewässerungstechnik und -steuerung.: Stand und Trends. In: Schimmelpfennig S, Anter J, Heidecke C, Lange S, Röttchen K, Bittner F (eds) Bewässerung in der Landwirtschaft: Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg. Braunschweig: pp 65–76
- Fricke E (2022) Einstieg in die Bewässerung – was ist zu beachten? Landwirtschaftskammer Niedersachsen, zu finden in <https://www.lwk-niedersachsen.de/lwk/news/39063_Einstieg_in_die_Bew%C3%A4sserung_%E2%80%93_was_ist_zu_beachten> [zitiert am 30.8.2022]
- Fricke E (2023) Fakten zur Bewässerung in Deutschland: Vortrag beim Fachforum 30 “Verbandliches Wassermanagement“ im Rahmen des „Zukunftsforums Ländliche Entwicklung“. Berlin, zu finden in <https://www.zukunftsforum-laendliche-entwicklung.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/_migrated/uploads/tx_bleinhaltselemente/FF30_Fakten_Bewaesserung-Fricke_230126.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- Fricke E, Heidorn H (2004) Effizientes landwirtschaftliches Beregnungs-Management, p 13
- Fuß S, Münsterer J, Portner J, Schlagenhauer A (2021) Tropfbewässerung und Fertigation bei Hopfen, hg. v. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LFL), zu finden in <https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/tropfbewaesserung-fertigation-hopfen_lfl-information.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- AgrStatG: Gesetz über Agrarstatistiken (Agrarstatistikgesetz – AgrStatG): Agrarstatistikgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Dezember 2009 (BGBl. I S. 3886), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. November 2022 (BGBl. I S. 2030) geändert worden ist., zu finden in <<https://www.gesetze-im-internet.de/agrstatg/BJNR004690989.html>> [zitiert am 17.6.2024]
- BStatG: Gesetz über die Statistik für Bundeszwecke (Bundesstatistikgesetz – BStatG): Bundesstatistikgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2394), das zuletzt durch Artikel 14 des Gesetzes vom 8. Mai 2024 (BGBl. 2024 I Nr. 152) geändert worden ist., zu finden in <https://www.gesetze-im-internet.de/bstatg_1987/BStatG.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- Gödeke H, Belau T, Müller M (2024) Technik in der Feldbewässerung – Systemvergleich, hg. v. ALB Bayern e. V. Fachgruppe Bewässerung, zu finden in <www.alb-bayern.de/fgb1> [zitiert am 25.7.2024]
- Gramm M (2014) Bewässerung in Sachsen: Untersuchungen zu pflanzenbaulichen Anpassungsstrategien an den klimabedingten Trockenstress und deren Wirtschaftlichkeit unter Nutzung wassersparender Verfahren der Bewässerung und Beregnung. Dresden: Saechsische Landesbibliothek- Staats- und Universitaetsbibliothek Dresden; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Online-Ressource. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Heft 17/2014
- Hoegh-Guldberg O, Jacob D, Taylor M, Bindi M, Brown S, Camilloni I, Diedhiou A, Djalante R, Ebi KL, Engelbrecht F, Guiot J, Hijioka Y, Mehrotra S, Payne A, Seneviratne SI, Thomas A, Warren R, Zhou G (2022) Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. In: IPCC (ed) Global Warming of 1.5°C. Cambridge University Press: pp 175–312
- Kaiserliches Statistisches Amt (1913) Die Deutsche Landwirtschaft, Hauptergebnisse der Reichsstatistik. Berlin: Puttkammer und Mühlbrecht, 279 p
- Kappes R (1990) Beregnungsanlagen in der DDR. In: Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft 25(2):1–15
- Kreins P, Henseler M, Anter J, Herrmann F, Wendland F (2015) Quantification of Climate Change Impact on Regional Agricultural Irrigation and Groundwater Demand. Water Resour Manage 29(10):3585–3600. DOI: 10.1007/s11269-015-1017-8
- KTBL [Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.] (2014) Technik der Freilandbewässerung, zu finden in <https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Artikel/Gartenbau/Freilandbewaesserung/Technik_Freilandbewaesserung.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- LAWA (2022) Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel, hg. v. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), zu finden in <https://www.lawa.de/documents/umgang-zielkonflikte-anpassung-klimawandel-barrierefrei_1689856947.pdf> [zitiert am 5.1.2024]

- LAWA und BLAG ALFFA (2024) Fokus Wasser – Folgen des Klimawandels und Maßnahmen zur Anpassung. Beispiele und Lösungsansätze für Wechselwirkungen zwischen Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Aquakultur und Binnenfischerei, hg. v. LAWA und BLAG ALFFA, zu finden in <https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Klima-Energie/BLAG-ALFFA/Fokus-Wasser.pdf?__blob=publicationFile&v=2> [zitiert am 14.5.2024]
- Leibundgut C, Vonderstrass I (2016) Traditionelle Bewässerung – ein Kulturerbe Europas, 1. Auflage. Langenthal: Merkur Druck AG, zu finden in <<https://permalink.obvsg.at/AC13372141>> [zitiert am 17.6.2024]
- LTZ Augustenberg (2014) Feldversuchswesen Ackerbau – Produktionstechnische Versuche 2014 – Vorläufige Versuchsergebnisse: Wassereffizienz und Berechnungswürdigkeit versch. Kulturen und Sorten (V09-03)., hg. v. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Referat 11, zu finden in <https://ltz.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bw-mlr/get/documents_E-1854382525/MLR.LEL/PB5Documents/ltz_ka/Arbeitsfelder/Pflanzenbau/Bew%C3%A4sserung_DL/Bew%C3%A4sserungErgebnisse/Bew%C3%A4sserungVerschKulturen_DL/V09-03%20Kurzinformativ202014.pdf> [zitiert am 16.12.2022]
- LTZ [Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg] (2024) Bewässerung, zu finden in <<https://ltz.landwirtschaft-bw.de/Lde/Startseite/Arbeitsfelder/Bewaesserung>> [zitiert am 17.6.2024]
- Lüttger A, Dittmann B, Sourell H (2005) Leitfaden zur Berechnung landwirtschaftlicher Kulturen, hg. v. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Landesamt für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung, 16 p
- MacQueen JB (1967) Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations. In: University of California Press (ed) Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Volume 1: Statistics. Berkeley: pp 281–297, zu finden in <<http://projecteuclid.org/euclid.bsm/1200512992>> [zitiert am 17.6.2024]
- McNamara I, Flörke M, Uschan T, Baez-Villanueva OM, Herrmann F (2024) Estimates of irrigation requirements throughout Germany under varying climatic conditions. *Agricultural Water Management* 291:108641. DOI: 10.1016/j.agwat.2023.108641
- Meißner H (1991) Wasserbereitstellung und Wasserbeschaffenheit für Bewässerungszwecke in den neuen Bundesländern. *Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft* 26(2):3–14
- Michel R, Sourell H (eds) (2014) *Bewässerung in der Landwirtschaft*. Clenze: Erling, 176 S. Themenbibliothek Pflanzenproduktion
- Müller U, Engel N, Heidt L, Schäfer W, Kunkel R, Wendland F, Roehm H, Elbracht J (2012) Klimawandel und Bodenwasserhaushalt, hg. v. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG). *Geoberichte*
- MWAT-BW (2023) *Regionen Baden-Württemberg*. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg, zu finden in <<https://www.clusterportal-bw.de/regionen/>> [zitiert am 12.10.2023]
- Ostermann U (2017) Berechnung in Nordostniedersachsen Anpassungsstrategien an den Klimawandel. In: Porth M (ed) *Wasser, Energie und Umwelt*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden: pp 482–490
- Paschold PJ (2010) Steuern und Regeln der Bewässerung. In: Paschold PJ (ed) *Bewässerung im Gartenbau*. Stuttgart: ULMER: pp 81–116
- Paschold PJ, Krüger-Steden E, Röber R, Beltz H (2010) Wasserverbrauch und Bewässerungsbedarf. In: Paschold PJ (ed) *Bewässerung im Gartenbau*. Stuttgart: ULMER: pp 14–30
- Pfeifer S, Rechid D, Bathiany S (2020) *Klimaausblick Deutschland: Dezember 2020*, hg. v. Climate Service Center Germany (GERICS)
- Pfleger I, Rößler U, Michel H, Knoblauch S, Nußbaum G, Werner A, Krumbein M, Penzler R (2010) Untersuchungsergebnisse zur Bewässerung in Thüringen, hg. v. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. *Landwirtschaft und Landschaftspflege in Thüringen*, zu finden in <<http://www.tll.de/www/daten/publikationen/schriftenreihe/h2ot1110.pdf>> [zitiert am 29.8.2022]
- Roth D, Eggers T, Seesselberg F, Albrecht M (1995) Status of sprinkler irrigation in Germany – an analysis of the Federal Sprinkler Irrigation Association: *Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft* 30(2):113–120
- Samaniego L, Thober S, Kumar R, Wanders N, Rakovec O, Pan M, Zink M, Sheffield J, Wood EF, Marx A (2018) Anthropogenic warming exacerbates European soil moisture droughts. *Nature Clim Change* 8(5):421–426. DOI: 10.1038/s41558-018-0138-5

- Schittenhelm S, Kruse S, Mastel K, Hufnagel J, Rosner G (2010) Bewässerung und Wasserbedarf von Energiepflanzen: FNR Verbundvorhaben "Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands", Abschlussbericht zum Teilprojekt 5, hg. v. Julius-Kühn-Institut (JKI), zu finden in <<https://edocs.tib.eu/files/e01fb11/669271764.pdf>> [zitiert am 17.6.2024]
- Schreiner C, Schmidt K (2011) Nacherhebung Bewässerung zur Landwirtschaftszählung 2010: Imputation von fehlenden Angaben zur verbrauchten Wassermenge in der landwirtschaftlichen Bewässerung. *Wirtschaft und Statistik*(12):1202–1211
- Seis W, Lesjan B, Maaßen S, Balla D, Hochstrat R, Düppenbecker B (2016) Rahmenbedingungen für die umweltgerechte Nutzung von behandeltem Abwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung: Abschlussbericht, hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Texte
- Siebert S, Kumm M, Porkka M, Döll P, Ramankutty N, Scanlon B (2014) Historical Irrigation Dataset (HID), DOI: 10.13019/M2MW2G
- Simon M (2009) Die landwirtschaftliche Bewässerung in Ostdeutschland seit 1949 – Eine historische Analyse vor dem Hintergrund des Klimawandels, hg. v. F.-W. Gerstengarbe, Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK). PIK Report, zu finden in <<https://www.pik-potsdam.de/en/output/publications/pikreports/.files/pr114.pdf>> [zitiert am 17.6.2024]
- SMUL (2014) Anpassungsmaßnahmen des sächsischen Pflanzenbaus an den Klimawandel, hg. v. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, zu finden in <<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/11449/documents/29474>> [zitiert am 30.8.2022]
- Söder M, Berg-Mohnicke M, Bittner MB, Ernst S, Feike T, Frühauf C, Golla B, Jänicke C, Jorzig C, Leppelt T, Liedtke M, Möller M, Nendel C, Offermann F, Riedesel L, Romanova V, Schmitt J, Schulz S, Seserman D-M, Shawon AR (2022) Klimawandelbedingte Ertragsveränderungen und Flächennutzung (KlimErtrag), hg. v. Thünen-Institut. Thünen Working Paper, zu finden in <https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper_198.pdf> [zitiert am 20.3.2023]
- Statistisches Reichsamt (1930) Die Ergebnisse der Bodenbenutzungserhebung im Jahre 1927. Berlin: Verlag von Reimar Hobbing
- Statistisches Reichsamt (1936) Erzeugung und Verbrauch: Bodenbenutzungserhebung 1935. Endgültige Ergebnisse. In: Statistisches Reichsamt (ed) *Wirtschaft und Statistik*.: Fünfzehnter Jahrgang 1935. Berlin: Verlag für Sozialpolitik, Wirtschaft und Statistik G.m.b.H.: pp 784–794, zu finden in <https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEAusgabe_derivate_00001304/Wirtschaft_und_Statistik-1935-21.pdf> [zitiert am 17.6.2024]
- Teichert A (2009) Freiland Tropfbewässerung im Gemüsebau und weiteren gärtnerischen Kulturen. *Landbauforschung(Sonderheft 328)*:33–36
- Teiser B (2018) Erfahrungen aus der Abwassernutzung auf landwirtschaftlichen Flächen. In: Schimmelpfennig S, Anter J, Heidecke C, Lange S, Röttchen K, Bittner F (eds) *Bewässerung in der Landwirtschaft: Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg*. Braunschweig: pp 47–58
- Thober S, Marx A, Boeing F (2018) Auswirkungen der globalen Erwärmung auf hydrologische und agrarische Dürren und Hochwasser in Deutschland: Ergebnisse aus dem Projekt HOKLIM: Hochaufgelöste Klimaindikatoren bei einer Erderwärmung von 1.5 Grad, hg. v. Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ), zu finden in <https://www.ufz.de/export/data/2/207531_HOKLIM_Brosch%C3%BCre_final.pdf> [zitiert am 17.6.2024]

- Verordnung (EG) Nr. 1166/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über die Betriebsstrukturerhebungen und die Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden sowie zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 571/88 des Rates (ABI L 321 S. 14–34)., zu finden in <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32008R1166>> [zitiert am 17.6.2024]
- Verordnung (EG) Nr. 1200/2009 der Kommission vom 30. November 2009 zur Durchführung der Verordnung (EG) Nr. 1166/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Betriebsstrukturerhebungen und die Erhebung über landwirtschaftliche Produktionsmethoden im Hinblick auf die Koeffizienten für Großvieheinheiten und die Definitionen der Merkmale., zu finden in <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/de/ALL/?uri=CELEX%3A32009R1200>> [zitiert am 17.6.2024]
- Verordnung (EU) 2018/1091 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juli 2018 über integrierte Statistiken zu landwirtschaftlichen Betrieben und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 1166/2008 und (EU) Nr. 1337/2011 (ABI L 200 S. 1–29)., zu finden in <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32018R1091>> [zitiert am 17.6.2024]
- Verordnung (EU) 2020/741 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Mai 2020 über Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung., zu finden in <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32020R0741>> [zitiert am 17.6.2024]
- Verordnung (EU) Nr. 1337/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Dezember 2011 zu europäischen Statistiken über Dauerkulturen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 357/79 des Rates und der Richtlinie 2001/109/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (ABI L 347 S. 7–20)., zu finden in <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32011R1337>> [zitiert am 17.6.2024]
- WHR Beregnung [Beregnungswasserverband Hessisches Ried] (2024) Beregnungswasserverband Hessisches Ried, zu finden in <<https://www.whr-beregnung.de/>> [zitiert am 17.1.2024]
- Wolff P, Hübner R, Stein TM (1996) Germany's irrigation sector under conditions of restricted water allocation. Gesamthochschule Kassel.; Fachbereich 11, Department of Rural Engineering and Natural Resource Protection, Technical Reports in Rural Engineering and Resource Management No. 42
- ZALF (2015) Wassermanagement in der Landwirtschaft.: Schlussbericht zum Forschungsvorhaben 2813HS007 der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)., hg. v. Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V, zu finden in <https://service.ble.de/ptdb/index2.php?detail_id=38121&site_key=141&stichw=Vektor-%C3%BCbertragene+Infektionen%3A+Risikobasierte+und+Kosteneffizeinte+Surveillance-Systeme+%28VICE%29&zeilenzahl_zaehtler=317&NextRow=310&pld=38121&dId=341759> [zitiert am 17.6.2024]
- Zink M, Samaniego L, Kumar R, Thober S, Mai J, Schäfer D, Marx A (2016) The German drought monitor. Environ. Res. Lett. 11(7):74002. DOI: 10.1088/1748-9326/11/7/074002
- Zinkernagel J, Kleber J, Artelt B, Mayer N (2022) Geisenheimer Bewässerungssteuerung 2022 mit kc-Werten für FAO56-Grasreferenzverdunstung. Geisenheim: Hochschule Geisenheim (HGU), zu finden in <https://www.hs-geisenheim.de/fileadmin/redaktion/FORSCHUNG/Institut_fuer_Gemuesebau/Ueberblick_Institut_fuer_Gemuesebau/Geisenheimer_Steuerung/kc-Werte_FAO_Grasreferenzverdunstung_2022.pdf> [zitiert am 5.1.2023]

Anhang

Anhang 1: Beschreibung der Merkmale „Anteil der Kulturenarten an der bewässerten Fläche“ aus der Landwirtschaftszählung 2009 und Zuordnung der landwirtschaftlichen Kulturen

Merkmale
C2063 – Getreide zur Körnergewinnung (ohne Mais) einschl. Saatguterzeugung
C0101 – Winterweizen (einschl. Dinkel und Einkorn)
C0102 – Sommerweizen (ohne Durum)
C0103 – Hartweizen (Durum)
C0104 – Roggen und Wintermenggetreide
C0105 – Triticale
C0106 – Wintergerste
C0107 – Sommergerste
C0108 – Hafer
C0109 – Sommermenggetreide
C0111 – Anderes Getreide zur Körnergewinnung (z. B. Hirse, Sorghum, Kanariensaat).
C2064 – Körnermais/Mais zum Ausreifen (einschl. Corn-Cob-Mix) einschl. Saatguterzeugung
C0110 – Körnermais/ Mais zum Ausreifen (einschließlich Corn-Cob-Mix)
C2065 – Silomais/Grünmais einschl. Lieschkolbenschrot (LKS)
C0122 – Silomais/Grünmais einschließlich Lieschkolbenschrot (LKS)
C2066 – Kartoffeln
C0142 – Frühe, mittelfrühe und späte Speisekartoffeln insgesamt
C0143 – Andere Kartoffeln (Industrie-, Futter- und Pflanzkartoffeln)
C2067 – Zuckerrüben (auch zur Ethanolerzeugung) ohne Saatguterzeugung
C0145 – Zuckerrüben (auch zur Ethanolerzeugung) ohne Saatguterzeugung
C2068 – Hülsenfrüchte zur Körnergewinnung einschl. Saatguterzeugung und Mischkulturen
C0131 – Erbsen (ohne Frischerbsen)
C0132 – Ackerbohnen
C0133 – Süßlupinen
C0134 – Andere Hülsenfrüchte und Mischkulturen zur Körnergewinnung
C2069 – Raps und Rübsen zur Körnergewinnung einschl. Saatguterzeugung
C0161 – Winter- und Sommerraps
C0162 – Winter- und Sommerrübsen
C2070 – Sonnenblumen zur Körnergewinnung einschl. Saatguterzeugung
C0163 – Sonnenblumen
C2071 – Andere Ölf Früchte zur Körnergewinnung einschl. Saatguterzeugung (z. B. Öllein, Senf, Mohn, Sojabohnen)
C0164 – Öllein (Leinsamen)
C0165 – Andere Ölf Früchte zur Körnergewinnung (z. B. Senf, Mohn, Sojabohnen)
C2072 – Pflanzen zur Fasergewinnung (z. B. Hanf, Flachs, Kenaf)
C0174 – Hanf
C0175 – Andere Pflanzen zur Fasergewinnung (z. B. Flachs, Kenaf)
C2073 – Gemüse und Erdbeeren (einschl. Spargel, ohne Pilze) im Freiland
C0181 – Gemüse und Erdbeeren (einschließlich Spargel, ohne Pilze) im Freiland im Wechsel mit landwirtschaftlichen Kulturen
C0182 – Gemüse und Erdbeeren (einschließlich Spargel, ohne Pilze) im Freiland im Wechsel mit anderen Gartengewächsen

Merkmale

Anmerkung: Die Bewässerung von Flächen mit Petersilie und anderen Speisekräutern ist hier nicht aufzuführen. Diese gehören zu den Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen und müssen unter der Sammelposition im Code 2075 eingetragen werden. Es sind hier nur die Freilandflächen einschließlich Frühbeete und Flächen unter Schutz- und Schattennetzen einzubeziehen.

C2074 – Feldgras/Grasanbau auf dem Ackerland (einschl. Mischungen mit überwiegendem Grasanteil)

C0124 – Feldgras/Grasanbau auf dem Ackerland (einschl. Mischungen mit überwiegendem Grasanteil)

C2075 – Andere Kulturen auf dem Ackerland

C0121 – Getreide zur Ganzpflanzenernte einschließlich Teigreife (Verwendung als Futter, zur Biogaserzeugung usw.)

C0123 – Leguminosen zur Ganzpflanzenernte (z. B. Klee, Luzerne, Mischungen ab 80% Leguminosen)

C0125 – Andere Pflanzen zur Ganzpflanzenernte (z. B. Phacelia, Sonnenblumen, weitere Mischkulturen)

C0146 – Andere Hackfrüchte ohne Saatguterzeugung (Futter-, Runkel-, Kohlrüben, Futterkohl, -möhren)

C0171 – Hopfen

C0172 – Tabak

C0173 – Heil-, Duft- und Gewürzpflanzen

C0176 – Ausschließlich zur Energieerzeugung genutzte Handelsgewächse (z. B. Miscanthus)

C0177 – Alle anderen Handelsgewächse (z. B. Zichorie, Rollrasen)]

C0184 – Blumen und Zierpflanzen im Freiland

C0186 – Gartenbausämereien und Jungpflanzenerzeugung zum Verkauf

C0195 – Saat- und Pflanzguterzeugung für Gräser Hackfrüchte (ohne Kartoffeln) und Handelsgewächse (ohne Ölfrüchte)

C0196 – Sonstige Kulturen auf dem Ackerland)

C2076 – Baumobstanlagen und Nüsse

C0211 – Baumobstanlagen

C0213 – Nüsse (Walnüsse, Haselnüsse, Esskastanien/Maronen)

C2077 – Beerenobstanlagen (ohne Erdbeeren)

C0212 – Beerenobst (ohne Erdbeeren)

C2078 – Rebflächen (Kelter- und Tafeltrauben)

C0215 – Rebflächen für Keltertrauben

C0216 – Rebflächen für Tafeltrauben

C2079 – Dauergrünland

C0231 – Wiesen (hauptsächlicher Schnittnutzung)

C0232 – Weiden (einschließlich Mähweiden und Almen)

C0233 – Ertragsarmes (z. B. Hutungen und Heiden)

C0234 – Aus der Erzeugung genommenes Dauergrünland mit Beihilfe-/Prämienanspruch

C2080 – andere Kulturen außerhalb des Ackerlandes

C0217 – Baumschulen ohne forstliche Pflanzgärten für den Eigenbedarf

C0218 – Weihnachtsbaumkulturen außerhalb des Waldes)

C0219 – andere Dauerkulturen, z. B. Korbweidenanlagen)

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von (DESTATIS, 2011b).

Anhang 2: Tatsächlich bewässerte landwirtschaftlich genutzte Fläche in Deutschland, differenziert nach Bundesländern und Kulturarten für das Jahr 2009, in Hektar

Tatsächlich bewässerte Fläche 2009								
für die jeweilige Kultur:								
	gesamt, in ha	Getreide 1,2,3	Körnermais/ Mais zum Ausreifen ^{2,4}	Silomais/ Grünmais ⁵	Kartoffeln	Zucker- rüben ⁶	Hülsen- früchte ^{1,2}	Raps und Rüben ^{1,2}
BW	14.169	505	3.992	109	1.395	238	.	117
BY	14.378	1.007	274	236	3.174	1 485	24	52
BE	.	-	-	-	.	-	-	-
BB	21.082	3.380	799	3.892	4.081	255	261	867
HB	.	-	-	-	-	-	-	-
HH	805	-	-	-	16	-	-	-
HE	15.598	3.279	334	685	1.619	2.289	54	461
MV	14.599	.	.	2.040	6.300	597	.	671
NI	219.070	84.745	4.194	27.243	46.167	25.492	820	6.350
NW	28.252	1.264	375	869	8.434	1.429	73	.
RP	19.867	.	.	99	5.308	1.590	.	-
SL	136	-	-	-	.	-	-	-
SN	3.258	50	226	.	888	.	.	.
ST	12.423	1.797	656	1.768	3.353	1.159	46	77
SH	6.955	968	180	1.072	891	141	30	156
TH	2.116	.	.	.	270	.	-	.

Tatsächlich bewässerte Fläche 2009								
für die jeweilige Kultur:								
	gesamt, in ha	Sonnen- blumen 1,2	Andere Ölfrüchte ^{1,2}	Pflanzen zur Faser- gewinnung	Gemüse und Erdbeeren im Freiland	Feldgras / Grasanbau auf dem Ackerland ⁷	Andere Kulturen auf dem Acker- land	Baum- obstanlagen und Nüsse
BW	14.169	-	.	-	4.739	43	956	996
BY	14.378	.	17	.	5.151	66	1.513	220
BE	.	-	-	-	.	-	.	-
BB	21.082	.	-	-	3.728	.	813	822
HB	.	-	-	-	.	-	.	-
HH	805	-	-	-	324	.	121	306
HE	15.598	16	-	.	5.280	68	995	104
MV	14.599	-	-	-	1.590	356	41	157
NI	219.070	48	86	30	11.574	2.195	2.219	1.415
NW	28.252	.	.	.	10.726	393	2.138	739
RP	19.867	.	.	-	11.014	.	460	.
SL	136	-	-	-	117	-	2	.
SN	3.258	-	-	-	1.443	.	185	125
ST	12.423	-	-	-	2.297	181	719	289
SH	6.955	-	-	-	1.348	172	119	141
TH	2.116	.	-	-	685	-	362	543

Tatsächlich bewässerte Fläche 2009						
für die jeweilige Kultur:						
	gesamt, in ha	Beerenobstanlagen	Rebflächen	Dauergrünland	anderen Kulturen außerhalb des Ackerlandes	
BW	14.169	274	439	66	280	
BY	14.378	134	126	542	346	
BE	.	.	-	-	23	
BB	21.082	91	.	803	736	
HB	.	-	-	-	-	
HH	805	2	-	.	30	
HE	15.598	97	.	219	97	
MV	14.599	77	.	57	40	
NI	219.070	911	-	3.626	1.957	
NW	28.252	324	.	596	843	
RP	19.867	43	263	12	100	
SL	136	.	-	-	4	
SN	3.258	20	-	.	73	
ST	12.423	3	4	.	48	
SH	6.955	99	-	163	1.474	
TH	2.116	5	-	-	9	

Anm.: ¹ zur Körnergewinnung; ² einschließlich Saatguterzeugung; ³ ohne Mais; ⁴ einschließlich Corn-Cob-Mix; ⁵ einschließlich Lieschkolbenschrot; ⁶ ohne Saatguterzeugung; ⁷ einschließlich Mischungen mit überwiegendem Grasanteil; „.“ Zahlenwert geheim zu halten; „-“ nichts vorhanden

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von DESTATIS (DESTATIS, 2011d).

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:

Bernhardt JJ, Stupak N, Neuenfeldt S, Potts F (2025) Status quo der Bewässerung in Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 113 p, Thünen Working Paper 258, DOI:10.3220/WP1736495260000

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

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



Thünen Working Paper 258

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/WP1736495260000

urn:nbn:de:gbv:253-202501-dn069402-8