

Indikatoren und Berichterstattung zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)

Hintergrundpapier zum Indikatorenset des Handlungsfelds „Landwirtschaft“

Stand: 09.11.2023

Versionsverlauf:

08.12.2014	Bosch & Partner GmbH, Konstanze Schönthaler	Version zum Abschluss des DAS-Indikatorenprojekts FKZ 3711 41 106
05.02.2016	Bosch & Partner GmbH, Konstanze Schönthaler	Änderungen im Rahmen des UBA FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ (FKZ 3714 48 103 0)
07.08.2019	Koordinierungsstelle im UBA I 1.6, Petra van Rühl	Aktualisierungen nach der Fortschreibung des DAS-Monitorings 2019
31.05.2022	Bosch & Partner GmbH, Konstanze Schönthaler	Aufnahme zusätzlicher Indikatoren, Überarbeitung bestehender Indikatoren (im Rahmen des UBA FKZ 3720 48 101 0)
16.06.2022	Bosch & Partner GmbH, Konstanze Schönthaler	Einarbeitung von Änderungen und Ergänzungen der Stabsstelle Klima des Thünen-Instituts
01.08.2022	Bosch & Partner GmbH, Konstanze Schönthaler	Einarbeitung von Ergänzungen des JKI zur Schädigungsproblematik
10.01.2023	Bosch & Partner GmbH, Konstanze Schönthaler	Einarbeitung redaktioneller Anmerkungen aus der IMAA-Abstimmung
29.03.2023	Bosch & Partner GmbH, Konstanze Schönthaler	Anpassungen nach Änderung des Indikatortitels LW-I-4 im Zuge der Datenzulieferung durch JKI
08.11.2023	Bosch & Partner GmbH, Konstanze Schönthaler	Finale Redaktion

1	Indikatoren	3
1.1	Versionsverlauf.....	3
1.2	Änderungen für den Monitoringbericht 2019.....	3
1.3	Beteiligungen an der Entwicklung der DAS-Monitoring Indikatoren	4
2	Thematische Einordnung der Indikatoren, diskutierte Indikationsmöglichkeiten	6
2.1	Themenfelder	6
2.2	Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Landwirtschaft“	10
2.2.1	Impact-Indikatoren	10
2.2.1.1	Pflanzenproduktion – Phänologie.....	10
2.2.1.2	Pflanzenproduktion – Erträge	11
2.2.1.3	Pflanzenproduktion – Abiotische Schäden	13
2.2.1.4	Pflanzenproduktion – Biotische Schäden	14
2.2.1.5	Tierproduktion – Leistungsfähigkeit.....	16
2.2.1.6	Tiergesundheit und Mortalität	18
2.2.2	Response-Indikatoren	19

2.2.2.1	Übergreifende Anpassungsaktivitäten.....	19
2.2.2.2	Pflanzenproduktion.....	20
2.2.2.3	Tierproduktion.....	25
2.3	Schnittstellen des Handlungsfelds „Landwirtschaft“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern	27

1 Indikatoren

1.1 Versionsverlauf

Die DAS-Monitoring-Indikatoren wurden im Frühjahr 2014 in einer Ressortabstimmung erstmalig festgelegt. Im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ (LW) wurde im Zuge der ersten Berichtsfortschreibung 2019 ein Impact-Indikator aus dem Indikatorenset gestrichen. Die Zeitreihen zweier Indikatoren konnten im Bericht 2019 nicht aktualisiert werden. Für die zweite Fortschreibung 2023 wurden mehrere Indikatoren überarbeitet, ein Indikator wurde nicht weitergeführt. Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über den Versionsverlauf.

Tabelle 1: Indikatorenset im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ (Änderungen)

Bericht 2015	Bericht 2019	Bericht 2023	Indikatortitel
Impact-Indikatoren: Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft			
LW-I-1	LW-I-1	LW-I-1	Verschiebung agrarphänologischer Phasen
LW-I-2	LW-I-2	LW-I-2	Ertragsschwankungen
LW-I-3			Qualität von Ernteprodukten
LW-I-4	LW-I-3	LW-I-3	Hagelschäden in der Landwirtschaft
LW-I-5	LW-I-4	LW-I-4	Schaderregerbefall (Fallstudie) (2015, 2019) Befall mit Schadorganismen (Fallstudie)
Response-Indikatoren: Ergriffene Anpassungsmaßnahmen bzw. Maßnahmen oder Entwicklungen, die den Anpassungsprozess im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ unterstützen			
LW-R-1	LW-R-1	LW-R-1	Anpassung von Bewirtschaftungsrhythmen
LW-R-2	LW-R-2		Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen
		LW-R-2	Sorten und Vermehrung wärmeliebender Kulturen
LW-R-3	LW-R-3	LW-R-3	Anpassung des Sortenspektrums im Weinbau
LW-R-4	LW-R-4		Maissorten nach Reifegruppen
		LW-R-4	Anbau wärmeliebender Ackerkulturen
LW-R-5	LW-R-5	LW-R-5	Pflanzenschutzmittel-Anwendung (2015, 2019) Pflanzenschutzmittel-Absatz und -Anwendung (2023)
LW-R-6	LW-R-6	LW-R-6	Landwirtschaftliche Bewässerung

1.2 Änderungen für den Monitoringbericht 2019

Das Indikatorenset im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ wurde für den Monitoringbericht 2019 nahezu unverändert beibehalten. Der Indikator Qualität von Ernteprodukten (LW-I-3 in 2015) wurde 2019 nicht berichtet, weil die Daten nicht vollständig bereitgestellt werden konnten. Die Daten zur Fallstudie zum Befall mit Schadorganismen (LW-I-4 in 2019) konnten ebenfalls nicht aktualisiert werden, der Indikator wurde aber für den Monitoringbericht 2019 dennoch beibehalten. Gleiches gilt für den Response-Indikator zur landwirtschaftlichen Beregnung bzw. Bewässerung (LW-R-6 in 2019), auch hier konnte die Datenreihe nicht aktualisiert werden. Auch dieser Indikator wurde aber weiterhin berichtet. Es wurde darauf hingewiesen, dass dringend eine Weiterentwicklung des Indikators für den Monitoringbericht 2023 notwendig sei.

1.3 Beteiligungen an der Entwicklung der DAS-Monitoring Indikatoren

Da die DAS-Indikatoren primär auf vorhandenen Datenquellen und bereits existierenden bzw. in Diskussion befindlichen Indikatoren aufbauen sollen, war bzw. ist der Austausch mit Fachleuten eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Entwicklung fachlich akzeptierter Indikatorensets zu den DAS-Handlungsfeldern. Im Verlauf der Indikatorentwicklung erfolgte die Einbindung einer großen Zahl behördlicher und nicht-behördlicher Expert*innen im Rahmen von bilateralen Gesprächen, Kleingruppensitzungen und Workshops.

Die Indikatorentwicklung im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ wurde – mit Blick auf den Monitoringbericht 2019 – mit einer Kleingruppensitzung mit Vertreter*innen des Julius Kühn-Instituts (JKI) und Friedrich-Loeffler-Instituts (FLI) am 3.2.2010 eingeleitet. In der Sitzung wurden grundsätzliche Indikationsideen diskutiert und Schwerpunkte für die weitere Arbeit festgelegt. Im Nachgang der Sitzung wurden über bilaterale Expert*innenkontakte die einzelnen Indikatoren konkret ausgearbeitet. Eine weitere Kleingruppensitzung in anderer personeller Zusammensetzung unter Beteiligung von Expert*innen des JKI, des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (TI), des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung e.V. (ZALF), der TU Dresden und des Deutschen Wetterdienstes (DWD) fand am 13.12.2013 statt. Darin wurden die konkreten Indikatorvorschläge diskutiert und Anregungen für Weiterentwicklungen gegeben, die dann im weiteren Verlauf geprüft und teilweise auch umgesetzt wurden. Im weiteren Verlauf der Indikatorentwicklung für die erste und zweite Berichtsfortschreibung 2019 und 2023 haben nur bilaterale Abstimmungen stattgefunden.

Die nachstehende Tabelle 2 gibt Auskunft über Personen und Institutionen, die auf unterschiedliche Weise und in unterschiedlicher Intensität am Diskussionsprozess um mögliche Indikatoren zum DAS-Handlungsfeld „Landwirtschaft“ beteiligt waren. Im Prozess der Weiterentwicklung des Indikatorensets für die zweite Berichtsfortschreibung 2023 wurden weitere Expert*innen in die Diskussionen einbezogen.

Tabelle 2: Beteiligte an der Diskussion von Indikatoren im Handlungsfeld „Landwirtschaft“

Name	Institution
Beteiligungen an der Erstentwicklung bis 2015	
Amkreutz, Axel	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV), Abt. Sach- und Technische Versicherung, Schadenverhütung, Statistik
Anter, Jano	Johann Heinrich von Thünen-Institut (TI), Institut für Ländliche Räume, Braunschweig
Bergschmidt, Angela	TI, Institut für Betriebswirtschaft
Booß Dr., Andreas	Regierungspräsidium Darmstadt, Dezernat Weinbau
Büscher, Ernst	Deutsches Weininstitut, Mainz, Abteilung Kommunikation
Driesch von den, Marliese	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Referat 321 Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt
Erfidan, Hamidae	Statistisches Bundesamt (StaBa), Zweigstelle Bonn, Gruppe VII-A Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
Fischer Prof. Dr., Ulrich	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Kompetenzzentrum Wein-forschung, Abteilung Weinbau und Oenologie
Freier Prof. Dr., Bernd	Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz
Fricke, Ekkehard	Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Geschäftsbereich Landwirtschaft, Sachgebiet Beregnung

Name	Institution
Frühauf Dr., Cathleen	Deutscher Wetterdienst (DWD), Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung
Gömann, Horst	TI, Institut für Ländliche Räume
Greef Prof. Dr., Jörg Michael	JKI, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde
Grünhage Prof. Dr., Ludger	Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich Biologie und Chemie, Institut für Pflanzenökologie
Haxsen, Gerhard	TI, Institut für Betriebswirtschaft
Jentsch Dr., Uwe	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat 420 Pflanzenproduktion und Agrarökologie
Joermann Dr., Gerhard	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), Referat 202: Informationsmanagement, Leistungsverfahren, Nachzulassungsmonitoring
Kaminski, Katrin	JKI, Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit
Kampen Dr., Helge	Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Institut für Infektionsmedizin
Kersebaum PD Dr. Dr. habil., Kurt-Christian	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V. (ZALF), Institut für Landschaftssystemanalyse
Klaus Dr., Christine	FLI, Institut für bakterielle Infektionen und Zoonosen, Jena
Klemm, Volker	Bundessortenamt (BSA), Referat 203: Wertprüfung Mais, Gräser, Klee
König Prof. Dr., Sven	Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften (FB 11), FG Tierzucht, Witzenhausen
Köstner, PD Dr., Barbara	TU Dresden, Fakultät Umweltwissenschaften, Fachrichtung Hydrowissenschaften, Professur für Meteorologie, Projektleitung LandCare
Krengel, Sandra	JKI, Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz
Lebzien Dr., Peter	FLI, Institut für Tierernährung
Lindhauer Prof. Dr., Meinolf G.	Max-Rubner Institut (MRI), Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide
Löpmeier, Franz-Josef	DWD, Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung
Manderscheid Dr., Remy	TI, Institut für Biodiversität
Moritz Dr., Johanna	Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Landesinstitut Tiergesundheit und Futtermittel - Spezialeinheit Tierschutz (SE 6)
Ordon Prof. Dr., Frank	JKI, Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz
Quett, Nora-Sophie	BSA, Referat P2 Kommunikation, Biopatent-Monitoring, Qualitätsmanagement
Petermann Dr., Sabine	Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES), Tierschutzdienst
Potthoff Dr., Martin	Georg-August-Universität Göttingen, Zentrum für Biodiversität und Nachhaltige Landnutzung
Rammelmeyer, Lydia	StaBa, Bodennutzung, pflanzliche Erzeugung
Rath, Jürgen	Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK)
Röhrig Dr., Manfred	Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion (ISIP)
Schrader Dr., Lars	FLI, Institut für Tierschutz und Tierhaltung
Seng, Mirjam	BVL, Referat 202: Informationsmanagement, Leistungsverfahren, Nachzulassungsmonitoring
Stoll Dr., Manfred	Hochschule Geisenheim, Zentrum Wein- und Gartenbau, Institut für Allgemeinen und Ökologischen Weinbau
Unger Prof. Dr., Jens-Georg	JKI, Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit
Weigel Dr., Hans-Joachim	TI, Institut für Biodiversität
Weigend Dr., Steffen	FLI, Institut für Nutztiergenetik
Wehling Dr., Peter	JKI, Institut für Züchtungsforschung an landwirtschaftlichen Kulturen
Winkel, Sebastian	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt, Referat für tiergenetische Ressourcen
Wulf Prof. Dr., Alfred	JKI, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst

Name	Institution
Zimmermann, Kirsten	DWD, Referat KU21 Nationale Klimaüberwachung
Beteiligungen an der Weiterentwicklung bis 2019	
	keine Weiterentwicklung von Indikatoren
Beteiligungen an der Weiterentwicklung bis 2023	
Burghoff Dr., Olaf	GDV, Sach- und Technische Versicherung, Schadenverhütung, Statistik
Krengel-Horney Dr., Sandra	JKI, Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz
Quett, Nora-Sophie	BSA, Referat P2 Kommunikation, Biopatent-Monitoring, Qualitätsmanagement
Söder Dr., Mareike	TI, Stabsstelle Klima und Boden

2 Thematische Einordnung der Indikatoren, diskutierte Indikationsmöglichkeiten

2.1 Themenfelder

Im Vorfeld der Diskussion konkreter Indikatoren wurden die thematischen Felder, die bei der Indikatorentwicklung berücksichtigt werden sollten, beschrieben. Sie wurden aus Literaturrecherchen und Expert*inneninterviews abgeleitet. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Themenfelder und die Zuordnung der Indikatoren zu den Themenfeldern bzw. thematischen Teilaspekten. Die im Priorisierungsprozess für die weitere Bearbeitung ausgewählten Themenfelder auf der Impact-Ebene sind grau hinterlegt.

Tabelle 3: Themenfelder zum Handlungsfeld „Landwirtschaft“

Themenfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Impacts (Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft)		
Veränderung der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche	Veränderung der Fläche, auf der nachhaltig Ertrag produziert werden kann	
	Verlust von Anbaufläche durch steigenden Meeresspiegel	
Agrophänologie	Verlängerung der Wachstumsperiode für Kulturpflanzen	
	Verschiebung agrophänologischer Phasen bei Kulturpflanzen	LW-I-1: Verschiebung agrarphänologischer Phasen
	Desynchronisierung / Synchronisierung der Lebenszyklen von Schad- und Nutzorganismen	
	Verschiebung agroklimatischer Zonen	
Ertrag und Qualität der Ernteprodukte	Veränderung der Ertragsstabilität	LW-I-2: Ertragsschwankungen
	Veränderung der Qualität von Ernteprodukten	
	Veränderung des Artenspektrums im Dauergrünland	
Pflanzengesundheit	Veränderung der Pflanzengesundheit durch veränderten abiotischen Stress (z. B. Trockenheit, Hitze, Hagel, Ozon, UV-B)	LW-I-3: Hagelschäden in der Landwirtschaft Schnittstelle zum DAS-Handlungsfeld „Boden“: BO-I-1 (Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden)

Themenfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Veränderung der Pflanzengesundheit durch veränderten biotischen Stress (Abundanzverschiebungen bei vorhandenen Schadorganismen und Auftreten neuer Schadorganismen)	LW-I-4: Befall mit Schadorganismen (Fallstudie)
	Veränderung der Pflanzengesundheit durch Wechselwirkungen zwischen Schad- und Nutzorganismen	
	Veränderung der Pflanzengesundheit durch Verschiebungen in der Nährstoffverfügbarkeit	
Produktivität in der Tierhaltung	Produktionsveränderungen durch höhere Sommertemperaturen und Hitzestress (insb. bei hoher Luftfeuchte)	
	Produktionsveränderungen durch erhöhte Niederschläge im Winter	
	Produktionsveränderungen durch Wassermangel	
	Erhöhte Produktivität durch mildere Winter	
	Veränderung der Produktqualität (insbesondere Milch) durch höheren Keimdruck im Stall	
Tiergesundheit	Beeinträchtigung der Gesundheit des Tiers durch Hitzestress	
	Beeinträchtigung der Tiergesundheit durch Parasiten (u. a. Kriebelmücken, Dasselfliegen)	
	Verbreitung und Abundanzveränderung von möglichen Vektoren	Schnittstelle zum DAS-Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“: GE-I-5 (Überträger von Krankheitserregern)
	Verbreitung und Abundanzveränderung von möglichen Vektoren, die für die Übertragung von Krankheitserregern ausschließlich auf Tiere verantwortlich sind	
	Verbreitung und Abundanzveränderung vektorassoziierter Krankheitserreger	
	Erhöhung der Prävalenz / Inzidenz von Infektionskrankheiten	
	Erhöhte Prävalenz / Inzidenz von Krankheiten infolge erhöhter UV-Strahlung	
	Veränderung der Tiergesundheit durch Mykotoxine in Futtermitteln	
	Veränderung der Tiergesundheit durch veränderte Futterqualität	
	Beeinträchtigung der Tiergesundheit durch kontaminiertes Trinkwasser (u. a. auch nach heftigen Regenfällen)	
Bestandsführung und Effizienz von Produktionsfaktoren	Beeinträchtigung der Planungssicherheit der Landwirtschaft	
	Einschränkungen bei der Bodenbearbeitung	
	Einschränkungen bei der Ausbringung von Dünger und Pflanzenschutzmittel	
	Einschränkungen beim Weidemanagement	
	Einschränkungen beim Wassermanagement	

Themenfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
	Erhöhter Energieaufwand für Lüftung und Kühlung (u. a. von Ställen)	
Einkommen in der Landwirtschaft	Einkommensveränderungen in der Landwirtschaft	
	Einkommensstruktur in der Landwirtschaft	
Responses (Ergriffene Anpassungsmaßnahmen bzw. Maßnahmen oder Entwicklungen, die den Anpassungsprozess unterstützen)		
Landwirtschaftliche Beratung	Wissenstransfer im Hinblick auf angepasste Formen der Pflanzen- und Tierproduktion	
	Neufassung von Anbauempfehlungen	
	Verbesserung des Risikomanagements der landwirtschaftlichen Betriebe	
Anpassung der betrieblichen Struktur	Anpassung der Betriebsgröße, Aufgabe von Betrieben	
	Änderung der Eigentumsverhältnisse	
	Veränderung des Produktionsprogramms	
Anpassung der Anbausysteme im Pflanzenbau	Veränderung von Anbaugebieten	LW-R-4: Anbau wärmeliebender Ackerkulturen
	Anpassung der Anbauplanung	
	Anpassung des Kulturpflanzenspektrums	LW-R-4: Anbau wärmeliebender Ackerkulturen
	Auswahl geeigneter Sorten	LW-R-2: Sorten und Vermehrung wärmeliebender Kulturen LW-R-3: Anpassung des Sortenspektrums im Weinbau LW-R-4: Maissorten nach Reifegruppen
	Anpassung von Fruchtfolgen	
	Anpassung des Anbaumanagements (u. a. Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz, Düngung)	LW-R-1: Anpassung von Bewirtschaftungsrhythmen LW-R-5: Pflanzenschutzmittel-Absatz und -Anwendung
	Anpassung der eingesetzten Technik und Technologie	
Verbesserung der Standortbedingungen	Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit	Schnittstelle zum DAS-Handlungsfeld „Boden“: BO-R-1 (Humusgehalte von Acker- und Grünlandböden)
	Steuerung des regionalen / lokalen Wasserhaushalts - Wassermangelgebiete	LW-R-6: Landwirtschaftliche Bewässerung
	Steuerung des regionalen / lokalen Wasserhaushalts - hochwassergefährdete Gebiete	
Anpassung der Tierhaltung	Baulich-technische Veränderungen (Ställe und Weiden)	
	Veränderung des Haltungsmanagements	
	Veränderung des Fütterungsmanagements	
	Auswahl geeigneter Rassen bzw. genetischer Herkünfte	

Themenfeld	Thematischer Teilaspekt	Indikatoren
Eindämmen von Krankheitsursachen in der Tierhaltung	Verhinderung der Ausbreitung von Vektoren und Krankheitserregern	
	Verbesserung der Prophylaxe gegen Infektionskrankheiten	
Erweiterung des landwirtschaftlichen Monitorings	Intensivierung des Monitorings von Schadorganismen und Anwendung von PSM	
	Monitoring von Vektoren und Verbreitungstendenzen von Krankheitserregern	
	Weiterentwicklung der Bodenbeobachtung	
Erweiterung der landwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung	Verbesserung der Bestandsführung (allgemein)	
Erweiterung des landwirtschaftlichen Monitorings	Verbesserung der Pflanzenschutzsysteme	
	Verbesserung der Düngesysteme	
	Forschung zur Kulturarteneignung	
	Sortenzüchtung	
	Züchtungsforschung Pflanze und Erhaltung pflanzengenetischer Ressourcen	
	Forschung zur Nutztiergenetik	
	Forschung zu Anpassungsmechanismen beim Tier	
	Entwicklung angepasster Techniken und Technologien für die Pflanzen- und Tierproduktion	
	Entwicklung neuer Techniken und Technologien zur Verarbeitung landwirtschaftlicher Rohprodukte	
	Weiterentwicklung in der Biotechnologie	
	Forschung zur Verbesserung des Risikomanagements	
Marktentwicklung	Veränderung von Menge, Preis und Qualität der am Markt angebotenen Produkte (Produktionsmittel sowie landwirtschaftliche Zwischen- und Endprodukte)	
Erweiterung des landwirtschaftlichen Monitorings	Anpassungen in der Lebensmittelverarbeitung	
	Erschließung außerlandwirtschaftlicher Einnahmequellen	
	Entwicklung des landwirtschaftlichen Versicherungsmarkts	

Diese Priorisierungen wurden im Wesentlichen durch die Ergebnisse der bundesweiten Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 (KWRA¹) bestätigt. Auch darin werden die größten Herausforderungen bis zur Mitte und zum Ende des Jahrhunderts bei den Klimawirkungen „Abioti-

¹ Kahlenborn W., Porst L., Voß M., Fritsch U., Renner K., Zebisch M., Wolf M., Schönthaler K., Schauser I. 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Kurzfassung. Climate Change 26/2021. Dessau-Roßlau, 127 S. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-10_cc_26-2021_kwra2021_kurzfassung.pdf

scher Stress (Pflanzen)“ und „Ertragsausfälle“ gesehen. Die Klimawirkung „Qualität der Ernteprodukte“ wurde nur als „mittel“ bedeutsam bewertet. Daher wurde an dem im Monitoringbericht 2015 präsentierten Indikator LW-I-3 (Qualität von Ernteprodukten) für den Monitoringbericht 2023 nicht weiter gearbeitet. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass diese Thematik zu einem späteren Zeitpunkt im Kooperation mit dem MRI (Max-Rubner-Institut) wieder aufgenommen wird. Zusätzlich zu den im DAS-Monitoring mit Indikatoren angesprochenen Themenfeldern wurde in der KWRA auch die Klimawirkung „Hitzestress bei und Leistung von Nutztieren“ für das Ende des Jahrhunderts als hoch bedeutsam bewertet. Das Themenfeld wurde auch im Zuge der Erstellung des ersten Monitoringberichts 2015 umfangreich diskutiert, und es wurden Datenrecherchen durchgeführt, die allerdings nicht zu dem Ergebnis führten, dass sich ein Indikator generieren ließ. Für den Monitoringbericht 2023 wurde das Thema nicht erneut aufgenommen, aber auch hier gilt, dass die Problematik bei der Weiterentwicklung des Indikatorensystems im Blick bleiben muss.

2.2 Erläuterungen zu Indikationsideen und Indikatoren zum Handlungsfeld „Landwirtschaft“

Nach Veröffentlichung des ersten indikatorengestützten „Monitoringberichts 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel“ wurden im Rahmen des UBA FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ (FKZ 3714 48 103 0²) die Möglichkeiten einer Nutzung von Fernerkundungsdaten, speziell von Satellitendaten zur Weiterentwicklung bestehender DAS-Indikatoren und zur Entwicklung zusätzlicher Indikatoren geprüft. Die Ergebnisse dieser Prüfung sind in die folgenden Darstellungen eingeflossen.

2.2.1 Impact-Indikatoren

Auf der Impact-Ebene können für die Themenfelder „Agrophänologie“, „Ertrag und Qualität der Ernteprodukte“ sowie „Pflanzengesundheit“ Indikatoren vorgeschlagen werden. Alle Indikatoren beziehen sich derzeit auf die Pflanzenproduktion.

2.2.1.1 Pflanzenproduktion – Phänologie

Die landwirtschaftliche Nutzung ist wie kaum eine andere Nutzung in die natürlichen jahreszeitlichen Rhythmen eingebunden. Die Landwirte müssen mit der Planung und Durchführung ihrer Bearbeitungsgänge in den jeweiligen Kulturen auf die jährlich wechselnden Witterungsbedingungen und die jeweils aktuellen Wetterverhältnisse reagieren. Der Indikator LW-I-1 (Verschiebung agrarphänologischer Phasen) macht am Beispiel der in ganz Deutschland weit

² Schönthaler K., von Andrian-Werburg S., Zebisch M., Becker D. 2017: Welchen Beitrag können Satellitenfernerkundung und insbesondere Copernicus-Daten und -Dienste für die Ermittlung ausgewählter Indikatoren des Indikatoren-Sets der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) leisten. Climate Change 7/2017, Dessau-Roßlau, 157 S.
www.umweltbundesamt.de/publikationen/welchen-beitrag-konnen-satellitenfernerkundung

verbreiteten Kultur von Winterraps deutlich, wie sich Verschiebungen in den agrarphänologischen Phasen vollziehen. Für die Impact-Ebene wurde bewusst diese Kultur ausgewählt, da der Zeitpunkt der Blüte des bereits im Herbst des Vorjahres gesäten Winterrapses primär von den Witterungsverhältnissen und nur sekundär von der Bestandsführung abhängt.

Im Rahmen des FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ wurde geprüft, inwieweit eine Weiterentwicklung des Indikators mithilfe von Fernerkundungsdaten möglich ist. Zur Erfassung der Phänologie mithilfe von Satellitendaten gibt es mehrere Forschungsansätze. Grundsätzlich bieten die Copernicus-Produkte „Normalized Difference Vegetation Index“ (NDVI) und „Fraction of photosynthetically active radiation absorbed by the vegetation“ (FAPAR) der globalen Komponente des Dienstes zur Landüberwachung Ansatzpunkte für Auswertungen zur phänologischen Entwicklung. Allerdings erlauben diese aufgrund ihrer vergleichsweise geringen räumlichen Auflösung von 1 km keine parzellenscharfe Auflösung (zur selektiven Betrachtung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen). Für eine höhere räumliche Auflösung ist insbesondere die Nutzung von MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer der NASA) grundsätzlich denkbar. Außerdem wird mit TIMESAT³, das von der schwedischen Lund Universität entwickelt wurde, ein Software-Paket zur Analyse von Zeitreihen von Satellitendaten zur Entwicklung der Vegetation zur Verfügung gestellt, mit dem sich auch Analysen zur Phänologie durchführen lassen. Außerdem wird auch im Rahmen von EUMETSAT CM SAF (The EUMETSAT Satellite Application Facility on Climate Monitoring) an geeigneten Datensätzen gearbeitet. Die Nutzbarmachung all dieser Daten und Tools für einen DAS-Indikator würde aber gegenüber der Nutzung der DWD-Daten aus derzeitiger Sicht einen Zusatzaufwand erfordern, der noch nicht gerechtfertigt erscheint. Die Weiterentwicklungen von Fernerkundungsmethoden zum Monitoring von phänologischen Veränderungen sollten jedoch beobachtet werden, insbesondere, da mit Sentinel Daten hochauflösende und hochfrequente Satellitendaten zur Verfügung stehen, die die Entwicklung vielversprechender Produkte zum Phänologiemonitoring ermöglichen.

2.2.1.2 Pflanzenproduktion – Erträge

Einflüsse der Witterung auf die Ertragsstabilität werden mit dem Indikator LW-I-2 (Ertragschwankungen) abgebildet werden. Der Indikator wurde 2015 in Zusammenarbeit mit dem Thünen-Institut für Ländliche Räume entwickelt und stellt die interannuellen Schwankungen dar. Für den Monitoringbericht 2023 wurde folgende Änderungen des Indikators vollzogen:

- Mit dem Silomais wird nun auch eine Sommerkultur abgebildet. Aufgrund der späten Ernte von Mais lassen sich damit auch noch die Witterungsbedingungen im August bis September abbilden. Mais ist wegen des Flächenumfangs, der bundesweiten Kultivierung und als Beispiel für eine (auch) als Futterpflanze genutzte Kultur interessant, aber die Ertragserfassung ist hier besonders schwierig und daher mit Unsicherheiten behaftet. Es konnte aber bisher keine alternative Kultur identifiziert werden, die eine ähnlich

³ <http://web.nateko.lu.se/timesat/timesat.asp>
www.earth-observation-monitor.net/analysis.php

Anbauausdehnung über ganz Deutschland hat und im Sommer annähernd gleich lang auf dem Feld bleibt.

- Ein Monitoring der interannuellen Ertragsschwankungen wird ergänzt durch eine Darstellung der langfristigen Trends der absoluten Ertragsentwicklung. Dies ist relevant, um zum Beispiel eine Stagnation von Ertragszuwächsen oder gar Rückgänge zu identifizieren. Die Ertragsentwicklung in absoluten Zahlen wurde als gleitendes 6-Jahresmittel in die Indikatordarstellung integriert.

Perspektivisch ist eine regionale Differenzierung des Indikators unbedingt sinnvoll, da die räumliche Aggregation einen erheblichen Teil der Wetter- bzw. Klimawirkungen auf die Ertragsvariabilität kaschiert. Für die Darstellung von Auswirkungen und Anpassung an den Klimawandel sollten zudem Entwicklungen / Trends über längere oder Vergleiche zwischen längeren Zeitscheiben gewählt werden. Vor diesem Hintergrund soll das Factsheet zur Ertragsvariabilität in Zukunft (ergänzend) eine kartografische Darstellung der Entwicklung der Ertragschwankungen auf Kreisebene enthalten. Basis kann eine geplante Datenpublikation des Thünen-Instituts zu konsolidierten Landkreisertragsdaten für eine lange Zeitreihe sein. Neue Jahre sind über Destatis verfügbar und der Indikator ist dann mit geringem Aufwand fortschreibbar. Für einen weiterzuentwickelnden Indikator müssen ein geeignetes Maß zur Ertragsvariabilität (z. B. Variationskoeffizient) und Berechnungsvorschriften (insbesondere zur Länge der Zeitscheiben und zum Detrending) beschrieben werden. Darstellbar wären beispielsweise die Variationskoeffizienten der Erträge in Dekaden. Für den Monitoringbericht 2027 sollte eine entsprechende Weiterentwicklung mit dem Thünen-Institut für Betriebswirtschaft vorbereitet werden.

Im Rahmen des FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ wurden alternative satellitengestützte Datenquellen zu den statistischen Erntedaten geprüft. Hierfür nutzbare Copernicus-Produkte sind grundsätzlich der NDVI, die „Dry Matter Productivity“ und der „Vegetation Condition Index“ (VCI) der globalen Komponente des Dienstes zur Landüberwachung, die in Kombination eingesetzt werden müssten. Denkbar wären ggf. auch Hinweise auf Veränderungen von Schnitthäufigkeiten. Es ist allerdings fraglich, ob mit Blick auf einen bundesweiten DAS-Indikator dieser Mehraufwand, der mit der Nutzarmachung dieser Datenquellen verbunden wäre, gegenüber einer Auswertung der vorliegenden statistischen Daten gerechtfertigt erscheint. Zu einer ähnlich zurückhaltenden Einschätzung führten die Überlegungen zu satellitengestützten Indikationsmöglichkeiten zum thematischen Teilaspekt „Veränderung des Artenspektrums im Dauergrünland“, da sich einzelne Arten bzw. bestimmte Artenspektren im Dauergrünland satellitenbildgestützt nicht erkennen lassen, bzw. hierfür sehr genaue Trainingssamples erforderlich wären.

Der Indikator LW-I-3 zur Qualität von Ernteprodukten, der für den Monitoringbericht 2015 entwickelt worden war, bildete in seinem Hauptteil als Fallstudie beispielhaft die nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels auf die Qualität der Weinsorte Riesling ab. Ergänzend enthält der vorgeschlagene Indikator zwei Indikator-Zusätze zu Veränderung von Qualitätsparametern beim Winterweizen (Veränderung der Backqualität in Zusammenarbeit mit dem MRI). Im Falle der Weizenqualität ist die Diskussion zu den Zusammenhängen von Qualitätsparametern und Klimaveränderungen noch vergleichsweise jung. Das MRI hat als Zulieferung für die DAS

alte Datenbestände zu den zwei Qualitätsparametern Verkleisterungseigenschaften und Proteinqualität zu konsistenten Zeitreihen zusammengefügt und hat ein fachliches Interesse, die Abhängigkeiten der Weizenqualität von sich verändernden Witterungsbedingungen weiter zu beobachten und vor dem Hintergrund von Züchtungsfortschritten zu analysieren. Möglicherweise ergibt sich aus diesen Untersuchungen die Perspektive für eine Aufwertung der Indikatorzusätze innerhalb des DAS-Indikatorensets. Eine ursprünglich ausgearbeitete Indikatorversion stellte die Qualität der Weinjahrgänge (basierend auf Daten des Deutschen Weinbauverbands e.V.) und den Anteil von Prädikatswein an der gesamten Weinproduktion (basierend auf Daten des Statistischen Bundesamts) ab und sollte damit deutlich machen, dass die klimatischen Veränderungen für die Landwirtschaft nicht in jedem Falle mit Nachteilen verbunden sein müssen. Der Indikator stieß jedoch in der weiteren Diskussion auf Kritik, da er die Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau in ein zu positives Licht rücken würde, denn neben positiven Auswirkungen durch eine längere Vegetationsperiode und höhere Wärmesummen werden auch zahlreiche negative Auswirkungen diskutiert. Hinzu kam die Kritik, dass der Beurteilung der Weinjahrgänge kein allgemein anerkanntes und gleichzeitig öffentlich zugängliches Verfahren zugrunde liegt. Beim Prädikatsweinanteil sind die Interpretationsmöglichkeiten im Hinblick auf den Klimawandel insofern stark eingeschränkt, da nicht alle Weine, die als Prädikatswein vermarktet werden dürfen, tatsächlich als Prädikatswein vermarktet werden.

Für die Fortschreibung des DAS Monitoringberichts 2019 hat das Institut für Weinbau und Oenologie im Dienstleistungszentrum ländlicher Raum die Daten für die Aktualisierung der Zeitreihen zum vormaligen Indikator LW-I 3 (Qualität von Ernteprodukten) nicht zur Verfügung gestellt. Daher konnte der Indikator nicht fortgeschrieben werden. Der Indikator wurde auch für den Monitoringbericht 2023 zurückgestellt. Möglicherweise kann eine Wiederaufnahme in einem der folgenden Monitoringberichte sinnvoll sein.

2.2.1.3 Pflanzenproduktion – Abiotische Schäden

Die Problematik abiotischer Schäden wurde bereits in den Monitoringberichten 2015 und 2019 am Beispiel des Indikators LW-I-3 (Hagelschäden in der Landwirtschaft) im Indikatorensystem abgebildet. Landwirte decken ihr Hagelrisiko in Deutschland traditionell in breitem Maße privatwirtschaftlich über die Hagelversicherung ab. Weit über 60 % der Anbauflächen sind versichert. Ab 2018 stammen die Daten nicht mehr aus den Technischen Ziffern Hagel, sondern aus der Branchenstatistik, was aber keinen Bruch in der Zeitreihe bedeutet.

Hagelschäden machen nur rund ein Viertel aller durch Wetterextreme angerichteten Schäden aus. Versicherungsangebote für über das Hagelrisiko hinausgehende Wettergefahren (wie Schäden durch Hochwasser oder Lagerschäden durch Sturm und Starkregen) gibt es nach wie vor nur in begrenztem Umfang. Der Markt in der Mehrgefahrenversicherung und der Indexversicherung weitet sich aber sowohl bezüglich des Angebots als auch der Nachfrage derzeit aus. Im Gegensatz zur Hagelversicherung ist allerdings die Zahl der anbietenden Versicherungsunternehmen noch geringer, wodurch sich kartellrechtliche Probleme bei der Weitergabe von Daten der Versicherer durch den GDV ergeben. Es können derzeit keine Daten für einen Indikator bereitgestellt werden. Möglicherweise verbessern sich aber perspektivisch die

Darstellungsmöglichkeiten. Der Indikator LW-I-3 (Hagelschäden in der Landwirtschaft) wurde für den Monitoringbericht 2023 aktualisiert. Ab 2018 fließen in geringem Umfang auch Schäden aus anderen Gefahren (Frost oder Sturm) in die Statistik der landwirtschaftlichen Hagel ein. Künftig soll mit spezifischeren Statistiken eine geeignete Abgrenzung der unterschiedlichen Schadursachen vorgenommen werden.

Im Rahmen des FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ wurde geprüft, ob satellitenbildgestützt eine breitere Erfassung landwirtschaftlicher Schäden möglich ist. Mit Bezug auf die Copernicus-Produkte NDVI und VCI der globalen Komponente des Dienstes zur Landüberwachung erscheint dies grundsätzlich möglich, ein direkt verwertbares Produkt existiert allerdings nicht, d. h. es müssten halbautomatisierte Verfahren zum Einsatz kommen, sodass eine deutschlandweite und regelmäßige Erfassung der Schäden derzeit wohl kaum realisierbar ist. Vor allem für die Erkennung von Hagelschäden oder Schäden durch Sturm wären außerdem hochauflösende Satellitenbilder notwendig. Schäden durch Überschwemmungen ließen sich generell auch aus Daten mit gröberen Auflösungen ableiten. Wie bei allen Auswertungen von Satellitendaten kommt jedoch hinzu, dass sich nur schwer bzw. nur mithilfe komplementärer Daten Aussagen zu den Ursachen der Schäden ableiten lassen. Die Entwicklung von Fernerkundungsmethoden in diesem Anwendungsfeld sollte in Zukunft jedoch weiter beobachtet werden, da u. a. auch die RedEdge-Kanäle von Sentinel-2 Daten, die explizit zur Stresserkennung dienen, ein hohes Auswertepotenzial bieten.

2.2.1.4 Pflanzenproduktion – Biotische Schäden

Daten zum Befall mit in Deutschland etablierten Schädlingen werden von den Ländern erhoben (s. Indikator LW-I-4: Befall mit Schadorganismen, vormals Schaderregerbefall) und seit dem Jahr 2003 in harmonisierter Form im Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion (ISIP) gehalten. Sie sind Grundlage für die Erstellung von Prognosen, aus denen die Länder wiederum Warnmeldungen ableiten. Ein zentraler Zugriff des Bundes auf die Daten des ISIP ist bisher nicht geregelt. Hierzu bedürfte es der Einverständniserklärung der Länder. Neben den Einschränkungen bezüglich des Datenzugriffs besteht nach wie vor Forschungsbedarf, was die Zusammenhänge von Schädlingsbefall mit den sich verändernden Witterungsbedingungen betrifft. Aus diesen Gründen es zum jetzigen Zeitpunkt nur möglich, einen Fallstudien- und Proxy-Indikator für das DAS-Indikatorenset darzustellen. Die Fallstudie stützt sich auf Befallsdaten aus einzelnen Ländern, allerdings sind nur Darstellungen für drei ausgewählte Schadorganismen und zwei Bundesländer möglich. Eine Weiterentwicklung des Indikators ist für den Monitoringbericht 2027 geplant. Sie sollte in Abstimmung mit der Entwicklung der im Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP 2013) genannten Indikatoren (insbesondere des Indikators 25 „Befallsdruck“) und den Aktivitäten im Nationalen Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften (MonViA) (insbesondere Indikator „Schaderregervielfalt“) erfolgen, da sich inhaltlich und organisatorisch erhebliche Synergien ergeben können. Angestrebt wird der Aufbau eines Indikators, der Trends hinsichtlich des Auftretens wichtiger Schadorganismen in repräsentativen Kulturen auf Basis einer mehrfaktoriellen Analyse regionalisiert darstellt. Dabei sollten neben den bedeutenden Klimavariablen auch weitere Einflussfaktoren wie Standort-, Anbau- und sortenbedingte Gegebenheiten

in die Auswertung eingebunden werden, sofern entsprechende Informationen und Daten verfügbar sind. Nur so lassen sich die Wirkung des Klimawandels auf den Schädlingsdruck sowie die Wirkung bereits implementierter Anpassungsmaßnahmen valide abschätzen. Eine Bereitstellung entsprechender Daten durch die Pflanzenschutzdienste der Länder an das JKI vorausgesetzt kann das JKI eine derartige Analyse in regelmäßigen Intervallen realisieren und einen entsprechenden Indikator in Abstimmung mit den beteiligten Ländern in regelmäßigen Abständen berichten.

Zum Auftreten neuer, d. h. bisher nicht in Deutschland etablierter Schadorganismen wurden mögliche Datenquellen diskutiert. Das Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit am JKI arbeitet mit dem Ziel, die Einschleppung von Quarantäneschadorganismen und invasiven gebietsfremden Arten aus befallenen Gebieten zu verhindern oder nach einer unerwünschten Einschleppung Gegenmaßnahmen zur Tilgung oder Begrenzung eines Befalls zu ergreifen. Zu diesem Zwecke führt das Institut unter anderem sogenannte Risikoanalysen (PRA = PestRiskAnalysis) nach § 4a Pflanzenbeschauverordnung durch, um das Schadenspotenzial eines Organismus nach einer möglichen Einschleppung zu ermitteln und daraus geeignete Maßnahmen zum Schutz vor diesem Schadorganismus abzuleiten. Häufiger Anlass für eine PRA ist, dass bei der routinemäßigen phytosanitären Einlasskontrolle von aus nichteuropäischen Staaten eingeführtem Pflanzgut durch die in den Bundesländern zuständigen Behörden Schadorganismen identifiziert wurden, die bisher nicht in Deutschland vorkommen. Bei der Einstufung des Etablierungsrisikos eines solchen Schadorganismus durch das JKI werden inzwischen auch Klimaszenarien berücksichtigt, d. h. es wird geprüft, ob unter den in Zukunft veränderten Klimabedingungen günstige Voraussetzungen für eine Etablierung der Art in Deutschland gegeben sind. Besteht ein solches Risiko, spricht das JKI eine Empfehlung an das jeweilige Bundesland aus und empfiehlt ggf. dem BMEL vorläufige Maßnahmen für Handelseinschränkungen auf der Bundes- bzw. der EU-Ebene zu erlassen. Ferner prüft das JKI, ob zusätzlich auch die EU-Kommission und die EU Mitgliedstaaten, die EPPO (Pflanzenschutzorganisation für Europa und den Mittelmeerraum) und das IPPC (Sekretariat der Internationalen Pflanzenschutzkonvention) zu informieren ist. Dem Vorschlag, auf der Grundlage der Anzahl durchgeführter PRA mit positivem Befund, einen DAS-Indikator zu entwickeln, wurde seitens des JKI nicht gefolgt, da die Anzahl der durchgeführten PRA von zahlreichen Faktoren abhängig ist, die nicht mit dem Klimawandel in Verbindung stehen, und der Indikator daher nicht sinnvoll im Hinblick auf eine klimawandelbedingte Zu- oder Abnahme gefährlicher Schadorganismen hin interpretiert werden.

Außerdem koordiniert das Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit ein flächendeckendes Monitoring von 14 möglicherweise in Deutschland vorkommenden Quarantäneschadorganismen und invasiven Arten. Eine Erweiterung auf weitere Organismen und unspezifische Monitoringinstrumente sind in einigen Jahren auf Grundlage neuen EU-Rechts zu erwarten. In diesen Monitoring sind alle Bundesländer eingebunden. Die Erfassungsdichte ist in Abhängigkeit vom jeweiligen Schadorganismus unterschiedlich. Ergänzt wird das Monitoring durch Einzelmeldungen der Pflanzenschutzdienst der Bundesländer über die Schadorganismen, die nach § 1a der Pflanzenbeschauverordnung der Meldepflicht unterliegen. Die derzeit erhobenen Monitoringdaten sind allerdings ungeeignet für die Erstel-

lung eines Indikators für Klimaveränderungen, da die berücksichtigten Organismen ein innerhalb Deutschlands vom Klima unabhängiges Verbreitungsverhalten haben. Hinzu kommt, dass bei den Auftretensmeldungen der meldepflichtigen Schadorganismen im Einzelnen ausführlich die Situation zu analysieren wäre, warum es zu einem Schadorganismenauftreten kommt. Die Daten können aber Grundlage für einen Indikator sein, wenn weitere Analysen der Einzelfälle diese begleiten. Bei der angestrebten Erweiterung des allgemeinen Monitoringsystems auf neuer EU-Rechtsgrundlage könnten tatsächlich interessante Aussagen zum Klimaeinfluss auf die Populationen von Schaderregern und ihre Auswirkungen in Deutschland ermöglicht werden. Perspektivisch sollte diese optionale Datenquelle daher in jedem Falle im Blick bleiben.

Vergleichbar der Diskussion um die satellitengestützte Erfassung abiotischer Schäden in der Landwirtschaft (s. o.) wurde im FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ auch die Indikation biotischer Schäden geprüft. Da die Copernicus-Produkte NDVI bzw. VCI (über verminderte NDVI/VCI-Werte) nur indirekte Herleitungen von Ernteschäden, aber keine Aussagen zu den Ursachen zulassen, müssten die Daten zusammen mit Informationen zu Schädlingsauftreten ausgewertet werden, um differenziertere Angaben zu machen. Dies ist für ein deutschlandweites konsistentes Monitoring derzeit wohl nicht realisierbar.

2.2.1.5 Tierproduktion – Leistungsfähigkeit

Im Bereich der Tierproduktion war es bisher nicht möglich, an Daten zur Generierung bundesweiter Indikatoren zu gelangen. Spezifische Daten, die mit Blick auf Klimafolgewirkungen auswertbar wären, stehen i. d. R. nicht bundesweit zur Verfügung.

Mit Blick auf Produktivitätseinbußen wurde für den ersten Monitoringbericht 2015 erwogen, Daten zum Rückgang der Milchmenge während Hitzeperioden zu recherchieren, da diese Produktivitätsgröße recht unmittelbar auf veränderte Rahmenbedingungen reagiert. Zur bei den Molkereien abgelieferten Milchmenge gibt es aber keine bundesweit auswertbaren Daten. Außerdem wäre es (vergleichbar dem Indikator zu den hitzebedingten Todesfällen im DAS-Handlungsfeld „Menschliche Gesundheit“) erforderlich, räumliche Bezüge von Molkereidaten zu den von Hitzewellen betroffenen Einzugsgebieten herzustellen. Alternativ denkbar wäre in diesem Zusammenhang eine Prüfung der Nutzbarkeit von Daten aus der Milchleistungsprüfung. In Deutschland unterlagen im Jahr 2011 knapp 85 % des Gesamtbestands der Kühe dieser freiwilligen Prüfung. Ermittelt werden im Rahmen der Prüfung die Milchleistung sowie Qualitätsparameter der Milch wie u. a. Fett-, Eiweiß- und Harnstoffgehalte. Die Ergebnisse haben für die Landwirte Bedeutung für die Überwachung und Steuerung ihrer Tierbestände und dienen zur Sicherung der Milchqualität, Optimierung der Fütterung, Verbesserung der Tiergesundheit und für züchterische Maßnahmen. Die Milchleistungsprüfung wird dabei nach den Normen des Internationalen Komitees für Leistungsprüfungen in der Tierproduktion vorgenommen. I. d. R. erfolgen die Kontrollen im vierwöchigen Abstand. Die Daten werden – je nach Bundesland unterschiedlich – von den Landeskontrollverbänden für Milchwirtschaft, den Landesverbänden für Leistungsprüfungen in der Tierzucht, den Landwirtschaftskammern oder den Landeskuratorien der Erzeugerringe zusammengeführt. Um die Daten zur Milchleistung

mit Effekten von Hitzewellen zu korrelieren, bedürfte es allerdings sowohl zeitlich wie räumlich hoch aufgelöster Daten. Ob der vierwöchige Kontrollturnus dabei ausreichend ist, ist fraglich. Hinzu kommt, dass die Erhebungen stark dezentralisiert erfolgen. Grobe Durchschnittswerte sind für eine zielgerichtete Interpretation keinesfalls ausreichend. Die Interpretation müsste außerdem u. a. rassenspezifische Unterschiede und Einflüsse der Haltungsbedingungen berücksichtigen.

Auf Anregung der Kleingruppensitzung am 13.12.2013 wurde zudem die Möglichkeit geprüft, über klimatische Schwellenwerte zur spezifischen Risikoassessungen bezüglich Produktions- und Funktionalitätsmerkmalen von Nutztieren zu kommen. Vergleichsweise breiter fachlicher Konsens besteht mit Blick auf den Temperatur-Luftfeuchtigkeits-Index (THI, temperature humidity index), wobei die Berechnungsformeln in Details voneinander abweichen können (Brügemann et al. 2012⁴, Gauly et al. 2012⁵). Der THI kombiniert Temperatur und Luftfeuchtigkeit und ist ein Maß für den Hitzestress bei Rindern, Schweinen und Geflügel. Es sind auch Schwellenwerte für milden, mittleren und starken Hitzestress beschrieben (Chase 2006⁶, LfL 2008⁷, Gauly et al. 2012, Gasteiner & Steinwider 2010⁸). Unter anderem ergaben systematische Untersuchungen in Niedersachsen⁴, dass sich bei erhöhten THI-Werten Tendenzen zur Abnahme der Fruchtbarkeit, zu Beeinträchtigungen der Eutergesundheit und zur Reduzierung der Milchleistung beobachten lassen. Signifikante Trends konnten jedoch nicht festgestellt werden. Neben den im Freiland messbaren THI-Werten spielen für die o.g. Merkmale vor allem auch die Haltungsbedingungen eine Rolle. Aussagekräftig wären vor allem Erhebungen in den Ställen selbst, die sich mit einem Netz von Vergleichsbetrieben systematisieren ließen. Eine solche bundesweite Datenbasis steht aber noch nicht zur Verfügung. Für die Monitoringbericht 2015 und 2019 wurde die Diskussion um die THI-Werte daher auch nicht wieder aufgenommen.

In der KWRA 2021 wurde der Ansatz hingegen aufgegriffen, und es wurden Projektionen zur künftigen Entwicklung des THI in drei Kategorien durchgeführt⁹: THI > 60 bis 70 (geringer bis mäßiger Hitzestress), THI > 70 bis 80 (starker Hitzestress) und THI > 80 (extremer Hitzestress). Die Klassengrenze wurden über Literaturrecherchen und Expert*innengespräche abgesichert. Der Berechnung des THI wurden nach den Empfehlungen von Brügemann et al.

⁴ Brügemann K., Gernand E., König von Borstel U., König S. 2012: Defining and evaluating heat stress thresholds in different dairy cow production systems. Archiv Tierzucht 55 (2012) 1: 13-24.

⁵ Gauly M., Bollwein H., Breves G., Brügemann K., Dänicke S., Das G., Demeler J., Hansen H., Isselstein J., König S., Lohölter M., Martinsohn M., Meyer U., Potthoff M., Sanker C., Schröder B., Wrage N., Meibaum B., von Samson-Himmelstjerna G., Stinshoff H., Wrenzycki C. 2012: Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in Central Europe – a review. Animal, 2012 Dec 20: 1-17.

⁶ Chase L.E. 2006: Climate change impacts on dairy cattle.
www.researchgate.net/publication/253292665_Climate_Change_Impacts_on_Dairy_Cattle

⁷ LfL – Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2008: Untersuchungen zur Optimierung des Stallklimas in Außenklimaställen für Milchvieh. Schriftenreihe 8 / 2008, Freising, 97 S.

⁸ Gasteiner J. & Steinwider A. 2010: Hitzestress bei Kühen unter Weidebedingungen. Klauentierpraxis 4/2010.

⁹ Renner K., Fritsch U., Zebisch M., Wolf M., Schmuck A., Ölmez C., Schönthaler K., Porst L., Voß M., Wolff A., Jay M. 2021: Klimawirkungs- und Risikoanalyse 2021 für Deutschland. Teilbericht 2: Risiken und Anpassung im Cluster Land. Climate Change 21/2021, Dessau-Roßlau, 339 S.
www.umweltbundesamt.de/publikationen/KWRA-Teil-2-Cluster-Land

2012 die Formel von NRC (1971)¹⁰ verwendet. Für den Monitoringbericht 2027 ist eine Wiederaufnahme der Diskussion um eine Zeitreihe zur Entwicklung des THI denkbar, um das in der KWRA 2021 für hoch bedeutsam bewertete Themenfeld im Monitoringbericht aufnehmen zu können.

2.2.1.6 Tiergesundheit und Mortalität

Zu Fragen der Tiergesundheit wurden ebenfalls im Zuge der Erstellung des ersten Monitoringberichts 2015 Recherchen unternommen und Gespräche geführt. Daten zur Tiergesundheit der Bestände und zum Medikamenteneinsatz werden u. a. im Zuge der Bestandsbetreuung durch die Tierärzte ermittelt. Im Rahmen des Qualitäts- und Herkunftssicherungssystems QS „Qualität und Sicherheit für Lebensmittel“, in dem sich im Herbst 2001 Verbände und Institutionen aus den Bereichen Landwirtschaft, Futtermittel, Schlachtung und Zerlegung, Fleischwarenindustrie und Handel mit der CMA (Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH) zusammengeschlossen haben, wird ein Kontrollsystem als Grundlage für die Vergabe des QS-Zeichens unterhalten. Einmal jährliche tierärztliche Bestandsbesuche sind verpflichtend. Ferner gibt es Bemühungen, im Zusammenhang mit dem so genannten „Herdengesundheitscore“ (HGS) Verfahren zu entwickeln, mit denen sich die Tiergesundheit in einem Bestand quantifizieren lässt. Bundesweite und zentral verfügbare Daten stehen hierfür aber nicht zur Verfügung (s. u. a. BLAHA et al. 2006¹¹). Hinzu kommt, dass die Tiergesundheit eine außerordentlich komplex beeinflusste Größe ist, die in erheblichem Maße von der Tierhaltung und der Rassenwahl abhängt. Klimabedingte Einflussfaktoren lassen sich dabei nur schwer herausarbeiten.

Recherchiert wurde für den ersten Monitoringbericht 2015 auch zur Mortalität bei Nutztieren. Daten zur Mortalität von Tieren ließen sich im Falle von transportbedingten Sterbefällen (z. B. durch Überhitzung beim Transport zu den Schlachthöfen) bei den Schlachthöfen, für in den Betrieben selbst verendete Tieren bei den Tierkörperbeseitigungsanlagen erfragen. Für eine regelmäßige und systematische Weitergabe von Daten an die Veterinärämter besteht aber keine Meldepflicht¹². Bundes- und landesweite Daten stehen aus diesem Grunde auch nicht zur Verfügung.

Die Relevanz vektorassoziierter Tierkrankheiten und die Rolle der Tiere als Überträger wurden im Rahmen der Erstellung des ersten Monitoringberichts 2015 mit dem FLI intensiver diskutiert. Anfänglich wurden konkrete Vorarbeiten zur Entwicklung eines Indikators zur Blauzungenerkrankung (Auftreten und Impfungen) unternommen. Die Blauzungenerkrankung gehört zu den anzeigepflichtigen Tierseuchen (s. auch Verordnung zum Schutz gegen die Blauzungen-

¹⁰ Kelly C. F. & Bond T. E. 1971: Bioclimatic Factors and their Measurement. In: National Research Council (NRC) (Hg.) A guide to environmental research on animals. – 1869. Washington, DC, US.: 7-92.

¹¹ Blaha T., Dickhaus, C. P., Meemken D. 2006: The „Animal Treatment Index“ (ATI) for benchmarking pig herd health. In: The 19th International Pig Veterinary Society Congress, 16.–19.07.2006, Frederiksberg, Copenhagen, Denmark, 189.

¹² u. a. Sezgin H. 2012: Grillfleisch mit Federn – Kleine Frage ans Veterinäramt: Wie viele Hühner krepieren in überhitzten Ställen? DIE ZEIT, 23.8.2012, Nr. 35.

krankheit vom 22. März 2002). Zusammenfassende Daten zum aktuellen Krankheitsgeschehen bietet das FLI aus entsprechenden Meldungen der Länder. Zur Anzahl der bestätigten Blauzungenkrankheits-Fälle in Deutschland berichtet außerdem das BMEL (differenziert nach Bundesländern und Tierbestandstyp) seit 2006. In den Jahren 2008 und 2009 bestand bundesweit Impfpflicht. Infolge eines z. T. erheblichen Impfwiderstands bei den Landwirten wurde die Impfpflicht allerdings zum 1.1.2010 wieder aufgehoben. Die Bundesländer regeln die Impfpflicht nun unterschiedlich, was dazu führt, dass die Daten nicht mehr sinnvoll interpretiert werden können.

Aus den genannten Gründen konnten für die die Tierhaltung betreffenden Themenfelder „Produktivität in der Tierhaltung“ und „Tiergesundheit“ keine Indikatoren für das DAS-Indikatorensystem vorgeschlagen werden.

2.2.2 Response-Indikatoren

2.2.2.1 Übergreifende Anpassungsaktivitäten

Von den in Tabelle 3 gelisteten Response-Themenfeldern beziehen sich die „Landwirtschaftliche Beratung“, die „Anpassung der betrieblichen Struktur“, die „Erweiterung des landwirtschaftlichen Monitorings“, die „Erweiterung der landwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung“ und die „Marktentwicklung“ sowohl auf die Pflanzen- als auch die Tierproduktion.

Für die „landwirtschaftliche Beratung“ wurden im Rahmen der Erstellung des ersten Monitoringberichts 2015 Indikationsmöglichkeiten erwogen. Die Beratung erfolgt aber in Deutschland dezentral. Die Landwirte nutzen eine Vielzahl unterschiedlicher Beratungsangebote (z. B. von den Landwirtschaftskammern, von Beratungsringen, einer Vielzahl unterschiedlicher Verbände sowie von gewerblichen Unternehmen z. B. des Stallbaus oder der Futtermittelwirtschaft). Über themenspezifische Publikationen in viel gelesenen landwirtschaftlichen Fachzeitschriften (wie top agrar, der DGS, der SUS oder auch profi) ließe sich ein Überblick darüber herstellen, wie intensiv das Thema in der praxisnahen Diskussion verankert ist. Eine solche Auswertung wird aber als zu aufwändig für eine regelmäßige Fortschreibung angesehen. Diskutiert wurde ein Indikator zum Beratungsangebot im Pflanzenschutz. Hier bot sich durch die zentrale Zusammenführung von Informationen im ISIP die Möglichkeit, zu einer bundesweit gültigen Aussage zum Beratungsangebot im Pflanzenschutz zu kommen. Die Indikatorentwicklung wurde konzeptionell bereits weit vorangetrieben, letztendlich hatte 2015 der Vorstand des ISIP entschieden, vorerst keine Daten für das DAS-Indikatorensystem zur Verfügung zu stellen. Die Thematik ist danach nicht wieder aufgenommen worden.

Das Themenfeld „Anpassung der betrieblichen Struktur“ wurde zwar zu Indikationsmöglichkeiten in der Kleingruppe Landwirtschaft im Rahmen der Erstellung des ersten Monitoringberichts 2015 diskutiert, Aussagen zu den Folgen des Klimawandels auf der Betriebsebene gelten aber als ausgesprochen spekulativ. Möglicherweise befördert der Klimawandel den Trend zu immer

größeren Betriebseinheiten in Deutschland¹³. Die spezifischen Effekte des Klimawandels auf die gesamtbetriebliche Organisation werden aber vermutlich stark von Effekten überlagert, die auf Veränderungen der agrarpolitischen Rahmenbedingungen zurückzuführen sind. Als Annäherung an die Thematik wurde 2015 ein Indikator zur Anbauvielfalt von Fruchtarten im Ackerbau erwogen, da in der DAS darauf hingewiesen wird, dass die Agrobiodiversität u. a. im Hinblick auf die Erhaltung der Anpassungsfähigkeit der Agrarökosystem näher zu untersuchen sei. Ein Indikatorvorschlag wurde damals auch fachlich ausgearbeitet (Berechnung eines Ungleichverteilungskoeffizienten für die in der Bodennutzungshaupterhebung und Erhebung über die Viehbestände des Statistischen Bundesamtes aufgenommen Ackerfrüchte). Die bundesweite Darstellung verdeckt allerdings sehr stark regionale Unterschiede und ist auf dieser hohen Aggregationsebene nicht mehr sinnvoll interpretierbar. Für die fachlich valide Darstellung wären eine Zusammenfassung der Fruchtarten nach ihrem Risiko (z. B. Zusammenfassung von Wintergerste und Winterweizen) und eine regionalisierte Aufbereitung erforderlich. Die Indikationsidee wurde vor diesem Hintergrund nicht weiter verfolgt.

Die Themenfelder „Erweiterung des landwirtschaftlichen Monitorings“ und „Erweiterung der landwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung“ wurden im Rahmen der Kleingruppe Landwirtschaft diskutiert. Es konnten aber keine Indikationsideen entwickelt und nutzbare Daten identifiziert werden. Perspektivisch könnte hier das landwirtschaftliche Versuchswesen (u. a. mit den Sortenversuchen) in den Blick genommen werden.

Für das Themenfeld „Marktentwicklung“ wurde ein Indikator zur Entwicklung des Weizenpreises diskutiert. Über den Zusammenhang zwischen Klimawandel und schrumpfenden Getreideernten ist auf globaler Ebene eine rege Diskussion im Gange. Während die Nachfrage nach Weizen weltweit steigt, wird im globalen Maßstab immer weniger Weizen produziert. Dies führt zu steigenden Weizenpreisen. Aufgrund der durch globale Entwicklungen stark beeinflussten Preisbildung beim Weizen erlaubt ein Indikator zum Weizenpreis keine spezifischen Aussagen für Deutschland. Seine Entwicklung für das DAS-Indikatorensystem wurde daher nicht weiter vorangetrieben.

2.2.2.2 Pflanzenproduktion

Für die Pflanzenproduktion konnten auf der Response-Ebene bereits für das Monitoring 2015 Indikatoren vorgeschlagen werden, die ein relativ breites Spektrum unterschiedlicher Maßnahmentypen ansprechen.

Im Indikator LW-R-1 (Anpassung von Bewirtschaftungsrhythmen) wird der mittlere Zeitpunkt der Bestellung von Mais abgebildet. Im Gegensatz zu der als Impact-Indikator eingestuften Blüte des Winterraps ist der mittlere Zeitpunkt der Bestellung von Mais zwar in erheblichem Maße witterungsgesteuert, aber auch beeinflusst von den betrieblichen Abläufen und technischen Möglichkeiten des Betriebs.

¹³ Christen O. 2008: Langfristige Trends und Anpassung der Anbausysteme an den Klimawandel. In Tiedemann A. v, Heitefuss R., Feldmann F.: Pflanzenproduktion im Wandel – Wandel im Pflanzenschutz. Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig: 57-64.

Zum thematischen Teilaspekt „Veränderung von Anbaugebieten“ wurde neben verschiedenen ackerbaulichen Kulturen (wie Körnermais, Durum, Sonnenblume, Hirse) für das Monitoring 2015 auch die Veränderung der Rebfläche diskutiert, und es wurde auf der Grundlage der Weinstatistik eine Indikator Darstellung ausgearbeitet. Aufgrund seiner hohen Wärmebedürftigkeit, kulturhistorischer Gegebenheiten und den bestehenden Pflanzregelungen (nach dem Weingesetz von 1971) findet Weinbau derzeit in Deutschland innerhalb eng begrenzter Anbaugebiete statt. Diese vergleichsweise starke geographische Eingrenzung macht den Wein zu einer Kultur, die auf kurz- und längerfristigen Veränderungen der klimatischen Ausgangsbedingungen besonders sensibel reagiert¹⁴. Die Hypothese ist, dass unter den Rahmenbedingungen einer wärmeren Witterung der Weinbau auch in Gebiete vordringt, die derzeit nicht zu den klassischen Anbaugebieten zählen und nicht oder nur in sehr geringem Umfang weinbaulich genutzt sind (z. B. Schleswig-Holstein oder auch Teile der östlichen Bundesländer¹⁵). In den Jahren 2005-2015 hat sich die Anbaufläche außerhalb der klassischen Anbaugebiete nur um etwas mehr als 40 Hektar erhöht und belief sich im Jahr 2011 auf nur 0,07 % der gesamten Rebfläche in Deutschland. Grund für diese nur geringe Dynamik war, dass für die räumliche Verteilung der Rebfläche neben den klimatischen Rahmenbedingungen zahlreiche andere Faktoren entscheidend sind. Generell war der Weinbau auf europäischer Ebene und gerade in Deutschland seit 1971 reguliert, d. h. es durften bis Ende 2015 Reben nur auf solchen Flächen angebaut werden, die über entsprechende Pflanzrechte verfügen. Um Neupflanzungsrechte nutzen zu können, mussten bestehende Rebflächen gerodet werden. Die Pflanzrechte-Regelung ist allerdings Ende 2015 ausgelaufen. Seit Anfang 2016 gilt durch die Europäische Verordnung über die Gemeinsame Marktordnung Nr. 1308/2013 ein neues EU-Genehmigungssystem für Rebplantagen. Wesentlichen Änderungen gegenüber dem bisherigen Pflanzrechtssystem sind, dass kommerzieller Weinanbau nun im gesamten Bundesgebiet zulässig ist und die deutsche Rebfläche nicht mehr grundsätzlich begrenzt ist. Mit der Neuordnung ist nun also ein Anbau auch auf Flächen möglich, die bisher nicht mit Reben bepflanzt sind. Allerdings regelt § 7 Absatz 1 Weingesetz eine Obergrenze für Genehmigungen für Neuanpflanzungen. Für die Jahre 2016 bis 2023 betrug diese 0,3 % der tatsächlich am 31. Juli des jeweils vorangegangenen Jahres in Deutschland mit Reben bepflanzten Gesamtfläche. Daher kann trotz Verbesserung der Witterungsbedingungen für den Weinbau in Deutschland nicht mit einer nennenswerten Ausweitung der Rebflächen gerechnet werden. Hinzu kommt, dass die Anlage von Reben mit sehr hohen Investitionskosten verbunden ist. Zusätzlich bedarf es angemessener Infrastrukturen in räumlicher Erreichbarkeit für die Weiterverarbeitung der Trauben. Neben Anbautraditionen spielt außerdem die Marktnähe eine wichtige Rolle, um erfolgreich vermarkten zu können. Entscheidend sind beim Wein insbesondere traditionsbelaagte oder attraktive Herkunftsbezeichnungen (z. B. Weingut Prinz zur Lippe in Sachsen oder Rebanlage Keitum auf Sylt). Aus heutiger Sicht erscheint ein DAS-Indikator zur Ausweitung

¹⁴ Jones G.V. 2007: Climate Change: Observations, Projections, and General Implications for Viticulture and Wine Production. Working Paper #7, Economics Department, Whitman College. 15. pp.
www.uni-giessen.de/de/fbz/zentren/zeu/pics/News-pics/summerschool/downloads/Koundouras_Climate_change%20observations-projections-and-general-implications-for-viticulture_Jones.pdf

¹⁵ Hannah L., Roehrdanz P.R., Ikegami M., Shepard A.V., Shaw M.R. Tabor G., Zhi L., Marquet P.A., Hijmans R.J. 2013: Climate change, wine, and conservation. PNAS, Vol. 110, No. 17: 6907-6912.

der Rebfläche in Deutschland noch nicht hinreichend begründbar. Sollte die Entwicklung in Zukunft doch dynamischer verlaufen als derzeit erwartet, erlauben die statistischen Daten jedoch entsprechende Auswertungen und Darstellungen.

Zum Themenkomplex Anbau von Sorten und Kulturarten wurden bereits für den Monitoringbericht 2015 drei Indikatoren etabliert, einen zu Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen, einen zur Anpassung des Sortenspektrums (Rotweinsorten) und einen zu Maissorten nach Reifegruppen. Mit den neuen BSA-Datenbanken (Sorten-Datenbanken und Datenbank Saatguterzeugung) sind die Datengrundlagen und deren Zugänglichkeit deutlich verbessert worden. Es lassen sich nun Daten zu den Sortenzulassungen und Vermehrungsflächen in den jeweiligen Jahren leicht abrufen). Es wurde daher für den Monitoringbericht 2023 entschieden, für den Anbau wärmeliebender Fruchtarten einen eigenen Indikator zu entwickeln und der Thematik der Sortenanmeldung und Vermehrung einen anderen Indikator zu widmen. Zudem wurde die Reihenfolge der Präsentation der Indikatoren im Monitoringbericht geändert. Der Anpassungsprozess beginnt nun mit der Sortenanmeldung und Vermehrung (LW-R-2) und mündet dann in den Anbau (LW-R-4). Aussagen zur Vermehrungsflächen sind nun im Gegensatz zum Monitoringbericht 2019 differenziert für Sommer- und Winterdurum und darüber hinaus für Soja möglich. In den Indikator LW-R-4 kann ab 2016 die Sojabohne eingebunden werden.

Der Indikator Maissorten nach Reifegruppen (zuletzt LW-R-4) wird im Monitoringbericht 2023 nicht mehr berichtet. Die Daten sind nur schwer interpretierbar, und darüber hinaus werden nun die Züchtungsaktivitäten ausreichend mit dem neuen Indikator LW-R-2 abgebildet. Der Mais als „Indikatorpflanze“ war im Zuge der politischen Diskussion zum Monitoringbericht 2015 ohnehin in seiner Eignung angezweifelt worden, da sich die Züchtungsaktivitäten zum Mais primär auf europäischer Ebene abspielen und die nationale Züchtung innerhalb Deutschlands demgegenüber von nur geringer Bedeutung ist. Es bestand daher bereits für 2019 der Auftrag, im Zusammenhang mit einer künftigen Fortschreibung des Indikatorensets zu prüfen, ob es alternative Kulturen gibt, die künftig für eine indikatorbasierte Darstellung in Frage kämen.

Der Indikator zur Anpassung des Sortenspektrums im Weinbau (LW-R-3, passend zum thematischen Teilaspekt „Auswahl geeigneter Sorten“) wird hingegen auch für das Monitoring 2023 erhalten. Er soll deutlich machen, welche neuen Anbaumöglichkeiten sich durch den Klimawandel für besonders wärmeliebende Sorten im Weinbau (Merlot und Cabernet Sauvignon) eröffnen. Das Weinbaukataster des Statistischen Bundesamts kann entsprechende Daten aus der Grunderhebung der Rebflächen und Rebflächenerhebung zur Verfügung stellen. Der Indikator stieß in den Diskussionen bis 2015 zunächst auf Kritik, da damit die positive Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau zu stark betont werden könnten¹⁶. Hinzu kommt, dass die Sortenwahl im Weinbau stark von Konsumenteninteressen gesteuert ist. Unterliegt eine Rebsorte einer starken Nachfrage, werden die Weinbauern auch unter schwieri-

¹⁶ Vor diesem Hintergrund ist im weiteren Entwicklungsprozess des Indikatorensystems durchaus zu überlegen, ob nicht der Indikator LW-I-3 „Qualität von Ernteprodukten“ mit seinem Teilindikator zum Säuregehalt des Rieslings, künftig wieder aufgenommen werden sollte, da über diesen Indikator auch die nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau angemessen dargestellt werden können.

geren Bedingungen versuchen, mit der Sorte am Markt zu bleiben. Der dem Indikator zugrunde gelegte Rotweinboom (Nachfrage nach schweren Rotweinen) gilt inzwischen schon wieder als rückläufig, und es werden verstärkt wieder Weiße Rebsorten (wie Riesling und Weißer Burgunder) nachgefragt. Gerade beim Weißwein ist der Klimawandel aber eher nachteilig, da auch bei den traditionellen Weißweinen temperatur- und trockenheitsbedingt hohe Alkoholgehalte gepaart mit untypischen Alterungsnoten (Petrolton) auftreten, was dem Konsumentengeschmack gerade entgegen läuft. Vor diesem Hintergrund wurde 2015 erwartet, dass der derzeit noch eher auf experimenteller Ebene stattfindende Anbau der genannten Rotweinsorten möglicherweise keine weitere Ausdehnung in relevantem Umfang erfährt. Die Anbaufläche hat aber seit der Einführung des Indikators sukzessive zugenommen.

Im Zusammenhang mit dem ehemaligen Indikator LW-R-2 (Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen) wurde im FuE-Vorhaben „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ diskutiert, inwieweit Satellitendaten für eine Erweiterung des Indikators z. B. auch auf die damals noch nicht statistisch erfassten Kulturen Hirse und Soja genutzt werden könnten. Es gab zum Anbau landwirtschaftlicher Fruchtarten aber bis dahin kein fertiges Copernicus Produkt. Generell ist eine Bestimmung von einzelnen Ackerkulturen mit Satellitendaten möglich. Insbesondere Sentinel-1 Daten bieten über multitemporale Auswertungen der Radardaten hierfür ein großes Potenzial. Gerade im Vergleich zu optischen Satellitenbildern spielt dabei die Wolkenbedeckung keine Rolle. Derzeit gab jedoch zumindest bis 2016 deutschlandweit noch kein operationelles Produkt und Verfahren. Allerdings waren damals schon, insbesondere durch die Bereitstellung der Sentinel-Daten, viele Aktivitäten dazu im Gange, die in Zukunft weiter verfolgt werden sollten. So arbeitet das Julius-Kühn-Institut beispielsweise an der automatisierten Kulturartenklassifikation mit Sentinel-1 Daten.¹⁷

Konkret diskutiert und ausgearbeitet wurde im Rahmen des Monitoringbericht 2015 außerdem ein Indikator zu den Winterungen (Anteil der Winterungen beim Menggetreide, Weizen, Raps und Gerste). Hintergrund war die These, dass Wintersorten, die i. d. R. deutlich ertragreicher sind als die Sommersorten (u. a. da sie die Winterfeuchtigkeit gut nutzen können und durch Frühjahrstrockenheit weniger beeinträchtigt werden), dann von den Landwirten bevorzugt werden, wenn die Witterungsbedingungen günstig, d. h. die Winter milde sind. Mit dem Klimawandel wäre daher ein verstärkter Anbau von Wintergetreiden zu erwarten. Die Auswertung der Daten ergab jedoch, dass beim Weizen und bei der Gerste der Anteil der Winterungen bereits heute fast 100 % beträgt. Bei der Gerste ist die Marktnachfrage nach Braugerste (Sommergerste) der entscheidende Faktor, der über das Verhältnis im Anbau von Sommer- und Wintergerste entscheidet. Klimaeinflüsse sind hier weniger ausschlaggebend. Der Indikator wurde daher aus dem Indikatorenset gestrichen.

Zum Themenfeld „Anpassung von Fruchtfolgen“ ließ sich 2015 kein DAS-Indikator generieren. Dies liegt u. a. an der mangelnden Verfügbarkeit bundesweiter Daten. Im FuE-Vorhaben „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ wurde festgestellt, dass

¹⁷ s. Lilienthal H. 2015: Ich sehe was, was Du nicht siehst! Neue Informationen für die Landwirtschaft mit Sentinel-1 und Sentinel-2. Vortrag auf dem Nationalen Forum für Fernerkundung und Copernicus 2015. www.d-copernicus.de/fileadmin/Content/pdf/Forum_2015/Lilienthal_JKI.pdf

Satellitendaten im Gegensatz zu statistischen Daten aufgrund des Flächenbezugs Auswertungen zu veränderten Fruchtfolgen erlauben würden. Die Erfassung von Fruchtfolgen mittels Satellitendaten geschieht allerdings auch über die Identifizierung unterschiedlicher Agrarkulturen, d. h. es gelten dieselben derzeitigen Einschränkungen, aber auch zukünftigen Potenziale, auf die bereits oben hingewiesen wurde.

Für das Themenfeld „Verbesserung der Standortbedingungen“ gibt es eine Schnittstelle zum DAS-Handlungsfeld „Boden“. Der Indikator BO-R-1 dient der Beschreibung von Veränderungen der Humusgehalte von Acker- und Grünlandböden, basiert aber derzeit – aufgrund der noch ausstehenden bundesweiten Auswertung von Daten der Boden-Dauerbeobachtungsflächen – noch auf einer Fallstudie für das Bundesland Bayern. Die Wiederholungsbeprobung der Bodenzustandserhebung (BZE) Landwirtschaft wird derzeit durchgeführt und wird ebenfalls wieder den C_{org} im Boden als Indikator erheben. Da die Daten der BZE auch in die Treibhausgasberichterstattung im Themenfeld LULUCF einfließen, sollte in anderen nationalen Berichten in Zukunft aus Konsistenzgründen ebenfalls auf die BZE zurückgegriffen werden. Im Waldbereich wird für den Humusgehalt bereits mit der BZW-Wald gearbeitet (vgl. FW-R-3 Humusvorrat in Waldböden).

Die landwirtschaftliche Beregnung bzw. Bewässerung (LW-R-6) ist zwar noch immer ein Sonderthema, da nur ausgewählte Kulturen beregnet werden; der Indikator macht aber deutlich, wie bei angespannter Wasserversorgung und gleichzeitig zunehmender Landnutzungsintensität das Interesse an einer Bewässerung insbesondere sensibler landwirtschaftlicher Kulturen bzw. Fruchtfolgen wächst. Die Daten stammten im Monitoringbericht 2015 vom Bundesfachverband Feldberegnung und wurde nur in unregelmäßigen Abständen erhoben im Monitoringbericht 2019 konnte die Datenreihen nicht aktualisiert werden. Für den Monitoringbericht 2023 konnte nun erstmals auf die neue Datengrundlage des statistischen Bundesamtes zurückgegriffen werden. Mit dieser Datengrundlage ist die künftige Fortschreibung der Datenreihe gesichert.

Zum thematischen Teilaspekt „Anpassung des Anbaumanagements (u. a. Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz, Düngung)“ wurde bereits für das Monitoring 2015 der Indikator LW-R-5 „Pflanzenschutzmittel-Anwendung“ etabliert. Er stellt den Inlandsabsatz von Pflanzenschutzmitteln (Wirkstoffmengen) sowie den Behandlungsindex (Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung) in Kulturen von Winterweizen, Wintergerste und (Winter-)raps dar. Für den Monitoringbericht 2023 ist eine Anpassung erfolgt, da ab dem Erntejahr 2018 die Berechnung des Behandlungsindex in einer modifizierten Form erfolgt. Zudem wurde der Titel des Indikators auf „Pflanzenschutzmittel-Absatz und -Anwendung“ erweitert, da seit 2015 auch die Absatzdaten dargestellt werden.

Mit Blick auf den Pflanzenschutz vor abiotischen Gefahren wurden bereits für den Monitoringbericht 2015 Indikationsmöglichkeiten in Erwägung gezogen, die technische und bauliche Schutzmaßnahmen adressieren. Großflächige Hagelschutzeinrichtungen spielen insbesondere in den großen Obstbauregionen in Deutschland wie dem Bodenseeraum oder dem Alten Land eine Rolle. Die Einrichtungen können auf verschiedenen Wegen Förderung erhalten. Eine wichtige Förderschiene läuft über die regionalen Erzeugerorganisationen für Obst- und

Weinbau. Sie unterstützen ihre Mitgliedsunternehmen in der Qualitätssicherung und Vermarktung ihrer Produkte und bündeln und koordinieren Anträge zur Investitionsförderung im Rahmen der sogenannten „Operationellen Programme“ unter dem Dach der Gemeinsamen Marktorganisationen (GMO¹⁸). Ein Teil dieser Investitionsförderung betrifft Hagelschutzeinrichtungen, die mit Sätzen von bis zu 50 % förderfähig sind. Die Anträge der Erzeugerorganisationen werden an unabhängige behördliche Stellen gerichtet, die die gesammelten Anträge wiederum an ihre Landesministerien weiterleiten. Für direkt vermarktende Betriebe, d. h. Betriebe, die nicht Mitglieder von Erzeugerorganisationen sind, greifen landesspezifische Agrarinvestitionsförderprogramme (AFP, 2. Säule der EU-Agrarförderung), die ebenfalls Förderungen für Hagelschutzeinrichtungen zum Gegenstand haben können. Der Organisationsgrad der obst- und weinbauenden Betriebe ist dabei in den Ländern sehr unterschiedlich (in der Obstbauregion Bodensee beträgt er beispielsweise 70 %), so dass auch der Umfang der über die GMO laufende Investitionsförderung im Vergleich zur AFP unterschiedlich ist. Die Ministerien der Länder sind gegenüber dem BMEL über die Förderung im Rahmen der GMO berichtspflichtig. Sie leiten die Daten zur erfolgten Förderung aber nur in dem Aggregationsgrad weiter, der auch für die Berichterstattung an die Europäische Kommission erforderlich ist. Dabei werden die Investitionen für Hagelschutzeinrichtungen unter der Kategorie „Aktionen zur Verbesserung bzw. Erhaltung der Produktqualität => Erwerb von Anlagengütern“ subsummiert. Unter diese Kategorie fallen aber auch alle anderen einzelbetrieblichen Maßnahmen und Maßnahmen auf genossenschaftlicher Ebene (z. B. Investitionen in die Einrichtung von Kühllagern). Das bedeutet, dass die Daten auf Bundesebene auch nur in diesem Aggregationsgrad verfügbar sind. Um an differenzierte und bundesweite Daten zu Hagelschutzeinrichtungen zu kommen, müsste eine separate Datenanfrage an die Ministerien der Länder erfolgen. Diese Anfrage müsste außerdem differenziert für die Förderungen im Rahmen der GMO und der AFK sein. Die Entwicklung und Fortschreibung eines Indikators zum Umfang der Investitionen in Hagelschutzeinrichtungen wäre daher mit einem erheblichen Aufwand verbunden.

2.2.2.3 Tierproduktion

Mit Blick auf die Anpassungsmöglichkeiten in der Tierproduktion wurden für den Monitoringbericht 2015 mögliche Indikatoren zur Beschreibung von Tierhaltungsformen diskutiert. Nutztiere haben grundsätzlich eine hohe Anpassungskapazität an erhöhte Temperaturen, die durch geeignete Haltungsformen unterstützt werden kann. Allerdings können insbesondere Hochleistungstiere durchaus empfindlich auf hohe Temperaturen und hohe Luftfeuchtigkeit reagieren. Belastungen drücken sich u. a. in Stoffwechselproblemen aus.

Mit EU-Richtlinien zur Tierhaltung sind artgerechtere Haltungsformen z. T. verpflichtend (z. B. Verbot der Käfighaltung von Hühnern, statt dessen Boden- und Volierenhaltung). Zusätzlich

¹⁸ Die gemeinsamen Marktorganisationen (GMO) dienen seit der Schaffung der Gemeinsamen Agrarpolitik der Regelung der Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse in der Europäischen Union und des Handels mit diesen Erzeugnissen. Im Jahr 2007 wurden alle bestehenden Bestimmungen zur Marktregulierung in einer einheitlichen gemeinsamen Marktorganisation zusammengefasst. Darüber hinaus werden die Direktzahlungen für diese Erzeugnisse seit 2003 außerhalb des Rahmens der GMO geregelt.

gibt es über die rechtlichen Verpflichtungen hinaus bei den Tierhaltern Bestrebungen, die Haltungsbedingungen weiter zu optimieren. Motivation ist dabei nicht nur der Tierschutz, sondern es geht auch um gesunde, robuste und leistungsfähige Tiere sowie die Nachhaltigkeit der Produktion. Umstellungen vollziehen sich dabei nicht allein auf der Ebene der Haltungssysteme, sondern betreffen insbesondere auch weitergehende Stalleinrichtungen. Hierzu gehören beispielsweise Ventilatoren, Duschen und Sprinkleranlagen, die zur Kühlung der Tiere eingesetzt werden können. Aktuelle Veränderungen der Haltungsformen lassen sich derzeit (noch) nicht mit dem Klimawandel in Verbindung bringen. Sie sind vielmehr Reaktion auf den noch immer zunehmenden Einsatz von Hochleistungstieren, deren Stoffwechsel besonders sensibel auf nachteilige Witterungseinflüsse reagiert. Allerdings kann ein Trend zu besser durchlüfteten Stallanlagen und zum vermehrten Einsatz von Kühltechniken auch Ziele der Anpassung an ungünstigere Witterungs- und Klimabedingungen unterstützen. Haltungsformen, die den Tieren Bewegungsfreiheit erlauben, geben ihnen die Möglichkeit, je nach momentaner Wettersituation (z. B. bei starker Hitze) gezielt bestimmte Bereiche innerhalb ihrer Gehege aufzusuchen und dem Stress damit auszuweichen. Dies ist bei stark reglementierter Haltung in diesem Maße nicht möglich. Dennoch gilt, dass insbesondere in der Freilandhaltung für Hühner und beim Weidebetrieb von Rindern entscheidend ist, wie die Freiläufe oder Weiden im Einzelnen ausgestattet sind, d. h. in welchem Umfang sie beispielsweise Schatten bieten. Fehlen Schattenplätze, findet ein Stalltier bei guter Stalllüftung und technischer Ausstattung mit Ventilationsystemen oder Duschen mitunter bessere Bedingungen vor.

Datenrecherchen aus dem Jahr 2014 ergaben, dass bundesweite Daten zu Haltungsformen von Hühnern im Statistischen Jahrbuch des damaligen BMEL verfügbar sind. Angaben zu den Haltungssystemen von Rindern (und Schafen) wurden erst ab 2010 in den Merkmalskatalog der Landwirtschaftszählung aufgenommen. Die Erhebungen dienen u. a. der Emissionsberichterstattung und der Abschätzung der Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt. Das Problem der Nutzung und Interpretation dieser Daten besteht darin, dass einfache Bewertungen der Haltungssysteme bezüglich ihrer Eignung im Zusammenhang mit Klimaanpassung nicht möglich sind. Relevanter wären differenziertere Informationen zur konkreten Ausgestaltung der Haltungssysteme (u. a. Stalleinrichtungen, Ausgestaltung von Freiland- bzw. Weidehaltungssystemen) und zur Weideführung (mit gezielter Vormittags- oder Nachtweide lässt sich Hitzestress reduzieren). Hierzu gab es aber den damaligen Recherchen zufolge keine Daten.

Als einzig möglicher Response-Indikator für die Tierhaltung wurde im Rahmen des Aufbaus des Monitoring Systems ein Indikator zur Erhaltung tiergenetischer Ressourcen vorgeschlagen und ausgearbeitet. Er beruht auf der These, dass eine hohe genetische Vielfalt Grundvoraussetzung für erfolgreiche Anpassungsprozesse ist und dass das vorhandene genetische Anpassungspotenzial daher unter allen Umständen erhalten und möglichst gezielt genutzt werden muss. Da sich der damalige Indikatorentwurf aber lediglich auf die heimischen Tierassen bezog, für deren Erhaltung Deutschland eine besondere Verantwortung trägt, war er nach Einschätzung des damaligen BMEL zur Darstellung der Thematik Klimafolgenanpassung nicht geeignet, da gerade mit Blick auf die Klimaveränderungen in Zukunft möglicherweise auch nicht-heimische Rassen von Interesse sein können. Er sollte daher nicht in das DAS-Indikatorenset aufgenommen werden.

Zum Themenfeld „Eindämmen von Krankheitsursachen in der Tierhaltung“ wurde anfänglich die Impfquote der Blauzungenkrankheit diskutiert. Da die Impfpflicht aber in den Bundesländern unterschiedlich gehandhabt wird, ist es aus politischen und datentechnischen Gründen schwierig, einen bundesweiten Indikator zu formulieren.

2.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Landwirtschaft“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern

Eine wichtige Schnittstelle hat das Handlungsfeld „Landwirtschaft“ mit dem DAS-Handlungsfeld Boden. Die folgenden vier Indikatoren beziehen sich auf landwirtschaftlich genutzte Böden:

- BO-I-1: Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden
- BO-I-3: Regenerosivität
- BO-R-1: Humusgehalte von Acker- und Grünlandböden
- BO-R-2: Dauergrünlandfläche