

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

### Politische Abstimmung der Indikatoren zum Handlungsfeld „Landwirtschaft“ – Hintergrundpapier

Autor: Bosch & Partner GmbH, Konstanze Schönthaler  
im Auftrag des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106

Stand: 07.08.2019

mit geringfügigen Änderungen am 08.12.2014

mit weiteren Änderungen am 05.02.2016 im Rahmen des UBA FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ (FKZ 3714 48 103 0)

Aktualisierung nach Fortschreibung DAS Monitoring 2019, UBA I 1.6 Petra van Rüth,  
07.08.2019

## 1 Indikatorenauswahl

Für das Handlungsfeld „Landwirtschaft“ (LW) werden folgende Indikatoren vorgeschlagen:

- **5 Impact-Indikatoren (Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft):**
  - LW-I-1: Verschiebung agrarphänologischer Phasen
  - LW-I-2: Ertragsschwankungen
  - ~~LW-I-3: Qualität von Ernteprodukten (2019 nicht fortgeschrieben, Daten wurden teilweise nicht zur Verfügung gestellt)~~
  - LW-I-3: Hagelschäden in der Landwirtschaft
  - LW-I-4: Schaderregerbefall (Fallstudie, Proxy), Für DAS Monitoring 2019 Darstellung aus Monitoring 2015 übernommen, da noch keine aktuellen Daten bereit standen
- **6 Response-Indikatoren (ergriffene Anpassungsmaßnahmen bzw. Maßnahmen oder Entwicklungen, die den Anpassungsprozess unterstützen):**
  - LW-R-1: Anpassung von Bewirtschaftungsrhythmen
  - LW-R-2: Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen
  - LW-R-3: Anpassung des Sortenspektrums
  - LW-R-4: Maissorten nach Reifegruppen
  - LW-R-5: Pflanzenschutzmittel-Anwendung
  - LW-R-6: Landwirtschaftliche Beregnung (2019 standen keine Daten für die Aktualisierung, Berichtstext wurde aktualisiert, um Themenfeld im Monitoringbericht darstellen zu können, für nächsten Monitoringbericht ist die Weiterentwicklung des Indikators unbedingt notwendig)

Außerdem gibt es Indikatoren aus dem DAS-Handlungsfeld „Boden“ (BO), die mit Blick auf die Landwirtschaft von Interesse sind. Dies sind im Wesentlichen:

- BO-I-1: Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden

- BO-I-2: Regenerosivität (Fallstudie)
- BO-R-1: Humusgehalte von Ackerböden (Fallstudie)
- BO-R-2: Dauergrünlandfläche

## **2 Beteiligungen**

Da die DAS-Indikatoren primär auf vorhandenen Datenquellen und bereits existierenden bzw. in Diskussion befindlichen Indikatoren aufbauen sollen, war die Beteiligung von Fachexperten zu den DAS-Handlungsfeldern eine der wesentlichen Voraussetzungen für den Projekterfolg. Im Verlauf der Indikatorenentwicklung erfolgte die Einbindung einer großen Zahl behördlicher und nicht-behördlicher Experten im Rahmen von bilateralen Gesprächen, von auf die DAS-Handlungsfelder fokussierten Kleingruppen, von Workshops und der Projektbegleitenden Arbeitsgruppe.

Die nachstehende Tabelle 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.

**Tab. 1: Beteiligte an der Diskussion von Indikatoren im Handlungsfeld „Landwirtschaft“**

| <b>Name</b>                                 | <b>Institution</b>   |
|---|--|
| Amkreutz, Axel                              | Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. , Abt. Sach- und Technische Versicherung, Schadenverhütung, Statistik   |
| Anter, Jano                                 | Thünen-Institute (TI), Institut für Ländliche Räume, Braunschweig  |
| Bergschmidt, Angela                         | Thünen-Institut (TI) 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, Zweigstelle Bonn, Gruppe VII-A Land- und Forstwirtschaft, Fischerei   |
| Fischer Prof. Dr., Ulrich                   | Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz, Kompetenzzentrum Weinforschung, 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   |
| Frühauf Dr., Cathleen                       | Agrarmeteorologischen Forschungsstelle des DWD   |
| Gömann, Horst                               | Thünen-Institute (TI), Institut für Ländliche Räume, Forschungsbereich Ressourcennutzung, Umwelt- und Naturschutz  |
| Greef Prof. Dr., Jörg Michael               | Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde  |
| Grünhage Prof. Dr., Ludger                  | Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich Biologie und Chemie, Institut für Pflanzenökologie   |
| Haxsen, Gerhard                             | Thünen-Institut (TI) für Betriebswirtschaft  |
|   |  |
| Jentsch Dr., Uwe                            | Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat 420 Pflanzenproduktion und Agrarökologie   |
| Joermann Dr., Gerhard                       | Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Abteilung 2 – Pflanzenschutzmittel, Referat 202: Informationsmanagement, Listungsverfahren, Nachzulassungsmonitoring |
| Kaminski, Katrin                            | Julius Kühn-Institut (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                        | Friedrich-Loeffler-Institut (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                             | Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz  |
| Lebzien Dr., Peter                          | Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Institut für Tierernährung  |
| Lindhauer Prof. Dr., Meinolf G.             | Max-Rubner Institut (MRI), Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide   |
| Löpmeier, Franz-Josef                       | Deutscher Wetterdienst (DWD), Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung   |
| Manderscheid Dr., Remy                      | Thünen-Institut (TI) für Biodiversität   |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Moritz Dr., Johanna         | Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, Landesinstitut Tiergesundheit und Futtermittel - Spezialeinheit Tierschutz (SE 6), Oberschleißheim              |
| Ordon Prof. Dr., Frank      | Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz   |
| Quett, Nora-Sophie          | Bundessortenamt (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          | Statistisches Bundesamt, Bodennutzung, pflanzliche Erzeugung   |
| Rath, Jürgen                | Deutsches Maiskomitee e.V. (DMK)   |
| Röhrig Dr., Manfred         | Informationssystem Integrierte Pflanzenproduktion (ISIP)   |
| Schrader Dr., Lars          | Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Institut für Tierschutz und Tierhaltung   |
| Seng, Mirijam               | Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Abteilung 2 – Pflanzenschutzmittel, Referat 202: Informationsmanagement, Listungsverfahren, Nachzulassungsmonitoring |
| Stoll Dr., Manfred          | Hochschule Geisenheim, Zentrum Wein- und Gartenbau, Institut für Allgemeinen und Ökologischen Weinbau  |
| Unger Prof. Dr., Jens-Georg | Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit   |
| Weigel Dr., Hans-Joachim    | Thünen-Institut (TI) für Biodiversität   |
| Weigend Dr., Steffen        | Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Institut für Nutztiergenetik  |
| Wehling Dr., Peter          | Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Züchtungsforschung an landwirtschaftlichen Kulturen   |
| Winkel, Sebastian           | Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung / Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt, Referent für tiergenetische Ressourcen                         |
| Wulf Prof. Dr., Alfred      | Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst   |
| Zimmermann, Kirsten         | DWD, Referat KU21 Nationale Klimaüberwachung   |

Die Indikatorenentwicklung im Handlungsfeld „Landwirtschaft“ wurde mit einer Kleingruppensitzung mit Vertretern des JKI und 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 Expertenkontakte die einzelnen Indikatoren konkret ausgearbeitet. Eine weitere Kleingruppensitzung in anderer personeller Zusammensetzung unter Beteiligung von Experten des JKI, des Thünen-Instituts, des ZALF, der TU Dresden und des 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.

### 3 Thematische Einordnung der Indikatoren, diskutierte Indikationsmöglichkeiten

#### 3.1 Themenfelder

Im Vorfeld der Diskussion konkreter Indikatoren wurden die thematischen Felder, die bei der Indikatorenentwicklung berücksichtigt werden sollten, beschrieben. Sie wurden aus Literaturrecherchen und Experteninterviews abgeleitet. Die Themenfelder auf der Impact-Ebene wurden im Rahmen von Expertengesprächen priorisiert. Tab. 2 gibt einen Überblick über die Themenfelder und die Zuordnung der vorgeschlagenen Indikatoren zu den Themenfeldern bzw. thematischen Teilaspekten. Die für die Indikatorenarbeit priorisierten Themenfelder sind grau hinterlegt.

Tab. 2: Themenfelder zum Handlungsfeld „Landwirtschaft“

| Themenfeld  | Thematischer Teilaspekt   | Indikatoren  |
|---|---|--|
| <b>Impacts (Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft)</b> |   |  |
| 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   | <b>LW-I-1:</b> Verschiebung agrarphänologischer Phasen   |
|   | Desynchronisierung / Synchronisierung der Lebenszyklen von Schad- und Nutzorganismen  |  |
|   | Verschiebung agroklimatischer Zonen   |  |
| Ertrag und Qualität der Ernteprodukte                                 | Veränderung der Ertragsstabilität   | <b>LW-I-2:</b> Ertragsschwankungen<br><b>LW-I-3:</b> Hagelschäden in der Landwirtschaft  |
|   | Veränderung der Qualität von Ernteprodukten   | <b>LW-I-3:</b> Qualität von Ernteprodukten<br><b>LW-I-3:</b> Hagelschäden in der Landwirtschaft  |
|   | Veränderung des Artenspektrums im Dauergrünland   |  |
| Pflanzengesundheit  | Veränderung der Pflanzengesundheit durch veränderten abiotischen Stress (z. B. Trockenheit, Hitze, Hagel, Ozon, UV-B)   | <b>LW-I-3:</b> Hagelschäden in der Landwirtschaft<br>Schnittstelle zum DAS-Handlungsfeld „Boden“: BO-I-1 (Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden) |
|   | Veränderung der Pflanzengesundheit durch veränderten biotischen Stress (Abundanzverschiebungen bei vorhandenen Schadorganismen und Auftreten neuer Schadorganismen) | <b>LW-I-4:</b> Schaderregerbefall (Fallstudie, Proxy)  |

| Themenfeld  | Thematischer Teilaspekt   | Indikatoren  |
|---|---|--|
|   | 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   |  |
|   | Erhöhter Energieaufwand für Lüftung und Kühlung (u. a. von Ställen)   |  |
|   | Einkommensveränderungen in der Landwirtschaft   |  |

| Themenfeld  | Thematischer Teilaspekt  | Indikatoren   |
|---|--|---|
| Einkommen in der Landwirtschaft   | Einkommensstruktur in der Landwirtschaft   |   |
| <b>Responses (Ergriffene Anpassungsmaßnahmen bzw. Maßnahmen oder Entwicklungen, die den Anpassungsprozess unterstützen)</b> |  |   |
| 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  | <b>LW-R-2:</b> Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen                                      |
|   | Anpassung der Anbauplanung   |   |
|   | Anpassung des Kulturpflanzenspektrums  | <b>LW-R-2:</b> Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen                                      |
|   | Auswahl geeigneter Sorten  | <b>LW-R-3:</b> Anpassung des Sortenspektrums<br><b>LW-R-4:</b> Maissorten nach Reifegruppen           |
|   | Anpassung von Fruchtfolgen   |   |
|   | Anpassung des Anbaumanagements (u. a. Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz, Düngung)   | <b>LW-R-1:</b> Anpassung von Bewirtschaftungsrythmen<br><b>LW-R-5:</b> Pflanzenschutzmittel-Anwendung |
|   | Anpassung der eingesetzten Technik und Technologie                                 |   |
| Verbesserung der Standortbedingungen  | Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit   | Schnittstelle zum DAS-Handlungsfeld „Boden“: BO-R-3 (Humusgehalte von Ackerböden)                     |
|   | Steuerung des regionalen / lokalen Wasserhaushalts - Wassermangelgebiete           | <b>LW-R-6:</b> Landwirtschaftliche Beregnung  |
|   | 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                               |   |
| Eindämmen von Krankheitsursachen in der Tierhaltung   | Verhinderung der Ausbreitung von Vektoren und Krankheitserregern                   |   |
|   | Verbesserung der Prophylaxe gegen Infektionskrankheiten                            |   |

| <b>Themenfeld</b>  | <b>Thematischer Teilaspekt</b>  | <b>Indikatoren</b> |
|--|---|--------------------|
| Erweiterung des landwirtschaftlichen Monitorings               | Intensivierung des Monitorings der Schaderreger und Anwendung von PSM   |                    |
|  | Monitoring von Vektoren und Verbreitungstendenzen von Krankheitserregern  |                    |
|  | Weiterentwicklung der Bodenbeobachtung  |                    |
| Erweiterung der landwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung | Verbesserung der Bestandsführung (allgemein)  |                    |
|  | 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) |                    |
|  | Anpassungen in der Lebensmittelverarbeitung   |                    |
|  | Erschließung außerlandwirtschaftlicher Einnahmequellen  |                    |
|  | Entwicklung des landwirtschaftlichen Versicherungsmarkts  |                    |

### **3.2 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 0) 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.



### 3.2.1 Impact-Indikatoren

- **Pflanzenproduktion:**

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.

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 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 parzelscharfe Auflösung (zur selektiven Betrachtung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen). Für eine höhere räumliche Auflösung ist insbesondere die Nutzung von MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer der NASA) denkbar. So sollen MODIS-Daten auch im Copernicus-Projekt der Thüringer Klimaagentur in der TLUG („Operationelle Nutzung von Satellitendaten zur Entwicklung, Darstellung und routinemäßigen Aktualisierung von Klimafolgenindikatoren zur Pflanzenphänologie (Beginn, Ende und Länge von Vegetationsperioden) für Thüringen“) eingesetzt werden. Das Projekt startete allerdings erst Ende 2015, so dass noch keine weiterführenden Erkenntnisse aus diesen Arbeiten vorliegen. Außerdem wird mit TIMESAT<sup>1</sup>, 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

---

<sup>1</sup> <http://web.nateko.lu.se/timesat/timesat.asp>  
[www.earth-observation-monitor.net/analysis.php](http://www.earth-observation-monitor.net/analysis.php)

jedoch beobachtet werden, insbesondere, da von jetzt an mit Sentinel Daten hochauflösende und hochfrequente Satellitendaten zur Verfügung stehen, die in Zukunft die Entwicklung vielversprechender Produkte zum Phänologiemonitoring ermöglichen werden. Derzeit arbeitet beispielsweise das Julius-Kühn-Institut an Veränderungsanalysen zur Phänologie (Aus-saat/Erntetermine) mittels Sentinel-1 Daten und betont die immensen Möglichkeiten durch Sentinel<sup>2</sup>.

Einflüsse der Witterung auf die Ertragsstabilität und die Qualität von Ernteprodukten sollen mit den beiden Indikatoren LW-I-2 (Ertragsschwankungen) und LW-I-3 (Qualität von Ernteprodukten) beispielhaft abgebildet werden. Der erstgenannte Indikator wurde in Zusammenarbeit mit dem Thünen-Institut für Ländliche Räume entwickelt und stellt die interannuellen Schwankungen dar.

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 Nutzbar-machung 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 Trainingsamples erforderlich wären.

Der Indikator LW-I-3 (2015) zur Qualität von Ernteprodukten bildet 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. Für die Fortschreibung des DAS Monitoringberichts 2019 hat das Institut für

---

<sup>2</sup> s. [www.d-copernicus.de/sites/default/files/dokumente/Forum\\_2015/Lilienthal\\_JKI.pdf](http://www.d-copernicus.de/sites/default/files/dokumente/Forum_2015/Lilienthal_JKI.pdf)

Weinbau und Oenologie im Dienstleistungszentrum ländlicher Raum die Daten für die Aktualisierung der Zeitreihen nicht zur Verfügung gestellt. Daher konnte der Indikator LW-I 3 nicht fortgeschrieben werden und wurde aus dem Monitoringsystem zur DAS entnommen.

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.

Die Problematik abiotischer Schäden wird am Beispiel des Indikators LW-I-3 (Hagelschäden in der Landwirtschaft) im Indikatorensystem verankert. Landwirte decken ihr Hagelrisiko in Deutschland traditionell in breitem Maße privatwirtschaftlich über die Hagelversicherung ab. Weit über 60 % der Anbauflächen sind versichert. Versicherungsangebote für über das Hagelrisiko hinausgehende Wettergefahren (wie Schäden durch Hochwasser oder Lagerschäden durch Sturm und Starkregen) bestehen nur begrenzt und statistische Daten darüber liegen nicht vor, so dass sich diese Schäden zumindest derzeit noch nicht abbilden lassen.

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 (GMO<sup>3</sup>). 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 (in Baden-Württemberg beispielsweise sind das die Regierungspräsidien), 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

---

<sup>3</sup> 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.

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“ subsumiert. 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.

Da Aussagen zu abiotisch verursachten Schäden an landwirtschaftlichen Kulturen derzeit aufgrund der fehlenden Möglichkeiten einer landwirtschaftlichen Mehrgefahrenversicherung in Deutschland nur für Hagelschäden möglich sind, die nicht einmal ein Viertel aller durch Wetterextreme angerichteten Schäden ausmachen, wurde im Rahmen des FuE-Vorhabens „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ 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.

Daten zum Befall mit in Deutschland etablierten Schädlingen werden von den Ländern erhoben (s. Indikator LW-I-4: 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 vorzuschlagen. Er stützt sich auf historische Befallsdaten aus einzelnen Ländern, die im JKI im Rahmen von Forschungsarbeiten ausgewertet wurden. Die Verwendung dieser Daten erlaubt die Darstellung auch weiter zurückreichender Zeitreihen zum Schaderregerbefall, allerdings nur für drei ausgewählte Schaderreger und zwei Bundesländer. Eine Weiterentwicklung des Indikators ist erforderlich. Sie sollte in Abstimmung mit der Entwicklung der im Nationalen Aktionsplan zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (NAP 2013) genannten Indikatoren (und hier insbesondere des Indikators 25 „Befallsdruck“) erfolgen. Diskutiert wurde außerdem, anstelle der Befallsdaten die sich verändernden Infektionsbedingungen abzubilden. Aber auch hier wäre eine Schaderreger-spezifische Darstellung erforderlich, da jeder Schaderreger seinen spezifischen Optimumsbereich hat. Das DAS-Indikatorenkonzept bevorzugt allerdings grundsätzlich die Abbildung der tatsächlichen Effekte (Befall) und nicht der sich verändernden Risikosituation (Infektionsbedingungen). Daher wird in diesem Falle einer Darstellung der Befallsdaten der Vorzug gegeben. Ggf. wäre eine Abbildung der sich verändernden Infektionsbedingungen für das Vulnerabilitätsnetzwerk von Interesse.

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 neuerdings 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 Erstellung 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 Schaderregerpopulationen 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.

- **Tierproduktion:**

Im Bereich der Tierproduktion war es 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. Recherchiert wurde mit Schwerpunkt zur Mortalität bei Nutztieren und zu Produktivitätseinbußen. 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 Meldepflicht<sup>4</sup>. Bundes- und landesweite Daten stehen aus diesem Grunde auch nicht zur Verfügung. Mit Blick auf Produktivitätseinbußen stellt sich die Situation ähnlich dar. Während der Indikatorentwicklung wurde erwogen, Daten zum Rückgang der Milchmenge während Hitzeperioden zu recherchieren, da diese Produktivitätsgröße recht unmittelbar auf veränderte Rahmenbedingungen reagiert. Zur

---

<sup>4</sup> 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.

bei den Molkereien abgelieferten Milchmenge gibt es aber auch keine bundesweit auswertbaren Daten. Außerdem wäre es (vergleichbar dem Indikator zu den Hitzetoten 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.

Zu Fragen der Tiergesundheit wurden ebenfalls 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. 2006<sup>5</sup>). 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.

---

<sup>5</sup> 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.

Auf Anregung der Kleingruppensitzung am 13.12.2013 wurde die Möglichkeit geprüft, über klimatische Schwellenwerte zur spezifischen Risikoaussagen 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. 2012<sup>6</sup>, GAULY et al. 2012<sup>7</sup>). 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 2006<sup>8</sup>, LfL 2008<sup>9</sup>, GAULY et al. 2012, GASTEINER & STEINWIDDER 2010<sup>10</sup>). Unter anderem ergaben systematische Untersuchungen in Niedersachsen (BRÜGEMANN et al. 2012), 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. Eine bundesweite Auswertung von DWD-Daten und Berechnung von THI-Werten (z. B. in Form von Tagen mit Schwellenwertüberschreitungen) könnte zwar erste Hinweise auf kritische Situationen geben. Für eine zielgerichtete Auswertung müssten jedoch geeignete Stationen und relevante Räume (z. B. solche, in denen sich die Tierproduktion innerhalb Deutschlands konzentriert) ausgewählt sowie Methoden der Mittelwertbildung erprobt werden (ggf. in Anlehnung an das Verfahren des DWD zur Ausgabe von Hitzewarnungen für Warnkreise, die dem DAS-Indikator GE-I-1 Hitzebelastung<sup>11</sup> zugrunde gelegt wurden). Eine solche methodische Ausarbeitung ist im Rahmen des DAS-Vorhabens jedoch nicht möglich.

Die Relevanz vektorassoziierter Tierkrankheiten und die Rolle der Tiere als Überträger wurden mit dem FLI intensiver diskutiert. Anfänglich wurden konkrete Vorarbeiten zur Entwicklung eines Indikators zur Blauzungenkrankheit (Auftreten und Impfungen) unternommen. Die Blauzungenkrankheit gehört zu den anzeigepflichtigen Tierseuchen (s. auch Verordnung zum Schutz gegen die Blauzungenkrankheit vom 22. März 2002). Zusammenfassende Daten zum aktuellen Krankheitsgeschehen bietet das FLI aus entsprechenden Meldungen der Länder.

---

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> Chase L.E. 2006: Climate change impacts on dairy cattle. [www.climateandfarming.org/pdfs/FactSheets/III.3Cattle.pdf](http://www.climateandfarming.org/pdfs/FactSheets/III.3Cattle.pdf)

<sup>9</sup> Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) 2008: Untersuchungen zur Optimierung des Stallklimas in Außenklimaställen für Milchvieh. *Schriftenreihe 8 / 2008*. Freising, 97 S.

<sup>10</sup> Gasteiner J. & Steinwider A. 2010: Hitzestress bei Kühen unter Weidebedingungen. *Klauentierpraxis* 4/2010. [www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?no\\_html=1&Itemid=100033&option=com\\_fodok&task=download&publ\\_id=8778](http://www.raumberg-gumpenstein.at/c/index.php?no_html=1&Itemid=100033&option=com_fodok&task=download&publ_id=8778)

<sup>11</sup> Der Indikator zeigt die mittlere Anzahl von Tagen pro Jahr, für die in den „DWD-Warnkreisen“ Deutschlands Hitzewarnungen ausgesprochen werden



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.

### **3.2.2 Response-Indikatoren**

Von den in Tab. 1 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 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 hat jedoch der Vorstand des ISIP entschieden, vorerst keine Daten für das DAS-Indikatorensystem zur Verfügung zu stellen.

Das Themenfeld „Anpassung der betrieblichen Struktur“ wurde zwar auf sinnvolle Indikationsmöglichkeiten in der Kleingruppe Landwirtschaft hin 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 Deutschland (CHRISTEN 2008<sup>12</sup>). 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 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

---

<sup>12</sup> 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 Phyto-medizinische Gesellschaft, Braunschweig: 57-64.

der Anpassungsfähigkeit der Agrarökosystem näher zu untersuchen sei. Ein Indikatorvorschlag wurde 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.

- **Pflanzenproduktion:**

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

Das Themenfeld „Anpassung der Anbausysteme im Pflanzenbau“ eröffnet umfangreiche Indikationsmöglichkeiten. Sie reichen vom Kulturpflanzenspektrum, über die Sortenwahl im Anbau, die Sortenentwicklung bis zur Anpassung des Anbaumanagements. Für die genannten Aspekte wurden mehrere Indikationsideen diskutiert, z. T. auch detailliert ausgearbeitet. Nicht alle wurden letztendlich in das vorgeschlagene Set (LW-R-1 bis LW-R-5) aufgenommen.

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.

Im Zusammenhang mit 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 bisher nicht statistisch erfassten Kulturen Hirse und Soja genutzt werden könnte. Es gibt zum Anbau landwirtschaftlicher Fruchtarten aber bisher 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 gibt es jedoch deutschlandweit noch kein operationelles Produkt und Verfahren. Allerdings sind, 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 derzeit an der automatisierten Kulturartenklassifikation mit Sentinel-1 Daten.<sup>13</sup>

Zum thematischen Teilaspekt „Veränderung von Anbaugebieten“ wurde neben verschiedenen ackerbaulichen Kulturen (wie Körnermais, Durum, Sonnenblume, Hirse, s. LW-R-2) auch die Veränderung der Rebfläche diskutiert, und es wurde auf der Grundlage der Weinstatistik eine Indikatordarstellung 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 reagiert (JONES 2007<sup>14</sup>). 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 Bundesländer, s. auch HANNAH et al. 2013<sup>15</sup>). In den zurückliegenden zehn Jahren 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 ist, dass für die räumliche Verteilung der Rebfläche neben den klimatischen Rahmenbedingungen zahlreiche andere Faktoren entscheidend sind. Generell ist der Weinbau auf europäischer Ebene und gerade in Deutschland seit 1971 stark reguliert, d. h. es dürfen in der EU Reben nur auf solchen Flächen angebaut werden, die über entsprechende Pflanzrechte verfügen. Um Neupflanzungsrechte nutzen zu können, müssen bestehende Rebflächen gerodet werden. Darüber hinaus besteht ein Anbauverbot, das eine Überproduktion von Wein vermeiden soll. Diese derzeit noch gültige Pflanzrechte-Regelung läuft allerdings Ende 2015 aus. Für die Zeit danach diskutiert die EU-Kommission zurzeit ein „Autorisierungssystem“ für Neupflanzungen, das für alle Kategorien von Wein – also für Weine mit geschützter Ursprungsbezeichnung, geschützter geografischer Angabe und für Weine ohne Herkunftsangabe – gelten soll. Jede neue Pflanzung, die über die bestehende Rebfläche hinausgeht, könnte dann eine (kostenfreie, nicht übertragbare) Genehmigung erhalten. Mit der Neuregelung wäre ein Anbau auch auf Flächen möglich, die heute nicht mit Reben bepflanzt sind. Eine Umsetzung

---

<sup>13</sup> s. [www.d-copernicus.de/sites/default/files/dokumente/Forum\\_2015/Lilienthal\\_JKI.pdf](http://www.d-copernicus.de/sites/default/files/dokumente/Forum_2015/Lilienthal_JKI.pdf)

<sup>14</sup> 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.sou.edu/envirostudies/gjones\\_docs/Whitman%20College%20WP\\_07.pdf](http://www.sou.edu/envirostudies/gjones_docs/Whitman%20College%20WP_07.pdf)

<sup>15</sup> 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.

soll mit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU nach 2013 erfolgen. Auch bei Einführung des Autorisierungssystems wird in Deutschland aus derzeitiger Sicht aber nicht mit einer nennenswerten Ausweitung der Rebflächen gerechnet, denn die Anlage von Reben ist mit sehr hohen Investitionskosten verbunden. Zusätzlich bedarf es angemessener Infrastrukturen in räumlicher Erreichbarkeit für die Weiterverarbeitung der Trauben. Neben Anbautraditionen spielt ferner die Marktnähe eine wichtige Rolle, um erfolgreich vermarkten zu können. Entscheidend sind beim Wein insbesondere traditionsbehaftete 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 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 thematischen Teilaspekt „Auswahl geeigneter Sorten“ wurde ein Indikator zum Anbau wärmeliebender Rotweinsorten (mit Merlot und Cabernet Sauvignon bestockte Rebfläche) ausgearbeitet (LW-R-3 Anpassung des Sortenspektrums“). Er soll deutlich machen, welche neuen Anbaumöglichkeiten sich durch den Klimawandel für besonders wärmeliebende Sorten eröffnen. Das Weinbaukataster des Statistischen Bundesamts kann entsprechende Daten aus der Grunderhebung der Rebflächen und Rebflächenerhebung zur Verfügung stellen. Der Indikator stieß aus den oben bereits genannten Gründen (positive Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau sollten nicht zu stark betont werden) zunächst auf Kritik. Hinzu kommt, dass die Sortenwahl im Weinbau stark von Konsumenteninteressen gesteuert ist. Unterliegt eine Rebsorte einer starken Nachfrage, werden die Weinbauern auch unter schwierigeren 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 ist zu erwarten, dass der derzeit noch eher auf experimenteller Ebene stattfindende Anbau der genannten Rotweinsorten möglicherweise keine weitere Ausdehnung in relevantem Umfang erfährt. In Rücksprache mit dem Zentrum Wein- und Gartenbau der Hochschule Geisenheim und dem Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz wurde der Indikator aber dennoch im Set belassen, die Begründung aber überarbeitet. Durch die Aufnahme des Teilindikators zum Säuregehalt des Rieslings (s. LW-I-3 „Qualität von Ernteprodukten“) werden auch die nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels auf den Weinbau angemessen dargestellt. Um deutlich zu machen, dass der Indikator nur stellvertretend für umfangreiche Anpassungen des verwendeten Sortenspektrums in der Landwirtschaft ist, wurde der ursprüngliche Titel „Anbau wärmeliebender Rotweinsorten“ in Anpassung des Sortenspektrums geändert.

Um auch Aspekte der züchterischen Aktivitäten mit zu berücksichtigen, wurde der Indikator LW-R-4 (Maissorten nach Reifegruppen) in das Set eingegliedert. Der Mais als „Indikatorpflanze“ wurde im Zuge der politischen Diskussion in seiner Eignung angezweifelt, da sich die Züchtungsaktivitäten zum Mais primär auf europäischer Ebene abspielen und die nationale

Züchtung innerhalb Deutschlands demgegenüber von nur geringer Bedeutung ist. Es sollte daher im Zusammenhang mit einer künftigen Fortschreibung des Indikatorensets geprüft werden, ob es alternative Kulturen gibt, die künftig für eine indikatorbasierte Darstellung in Frage kämen. Interessant könnte beispielsweise die Kartoffel sein, für die die Züchtung innerhalb Deutschlands eine größere Rolle spielt.

Konkret diskutiert und ausgearbeitet wurde 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 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 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 im Zusammenhang mit Indikator LW-R-2 (Anbau und Vermehrung wärmeliebender Ackerkulturen) hingewiesen wurde.

Neben den nun vorgeschlagenen Indikatoren wären sicher zahlreiche weitere Indikatoren grundsätzlich denkbar, das Set ist aber ohnehin bereits recht umfangreich.

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 Ackerböden, basiert aber derzeit – aufgrund der noch ausstehenden bundesweiten Auswertung von Daten der Boden-Dauerbeobachtungsflächen – noch auf einer Fallstudie für das Bundesland Bayern. Die landwirtschaftliche Beregnung (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 Beregnung insbesondere sensibler landwirtschaftlicher Kulturen bzw. Fruchtfolgen wächst. 2019 standen keine Daten für die Aktualisierung zur Verfügung. Der Berichtstext wurde aktualisiert, um Themenfeld im Monitoringbericht 2019 darstellen zu können. Für den nächsten DAS Monitoringbericht 2023 ist die Weiterentwicklung des Indikators unbedingt notwendig.

Zu alternativen Datenquellen wurde auch im FuE-Vorhaben „Beitrag der Satellitenfernerkundung zur Ermittlung von DAS-Indikatoren“ diskutiert mit dem Ziel, gegenüber dem aktuellen

DAS-Indikator zu einer höheren und regelmäßigeren zeitlichen Auflösung der Erfassung zu kommen. Aus dem Copernicus-Produktekatalog bieten sich dabei prinzipiell der NDVI und der „Soil water index“ der globalen Komponente des Dienstes zur Landüberwachung an, ggf. auch in Kombination mit multi-spektralen optischen Bildern und Radarbildern. Dabei ließen sich ggf. auch unterschiedliche Bewässerungssysteme unterscheiden. Es existieren derzeit zwar bereits auf Satellitendaten basierende Methoden und globale Produkte zur Kartierung von bewässerten Agrarflächen<sup>16</sup>, allerdings erlauben diese aufgrund der zu groben räumlichen Auflösung noch nicht die Ermittlung eines deutschlandweiten DAS-Indikators. Solange kein operationelles und geeignetes Produkt für Deutschland zur Verfügung steht, ist der Einsatz von Satellitendaten für den Indikator mit nicht unerheblichen methodischen Anforderungen verbunden bzw. nicht sinnvoll machbar.

- **Tierproduktion:**

Mit Blick auf die Anpassungsmöglichkeiten in der Tierproduktion wurden 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 neuen EU-Richtlinien zur Tierhaltung werden artgerechtere Haltungsformen z. T. verpflichtend (z. B. Verbot der Käfighaltung von Hühnern, statt dessen Boden- und Volierenhaltung). Zusätzlich gibt es über die rechtlichen Verpflichtungen hinaus bei den Tierhaltern Bestrebungen, die Haltungsbedingungen weiter zu optimieren. Motivation ist dabei nicht nur der Tiererschutz, 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 Wei-

---

<sup>16</sup> s. z. B. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/40671>

den 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 Ventilationssystemen oder Duschen mitunter bessere Bedingungen vor.

Bundesweite Daten zu Haltungsformen von Hühnern sind im Statistischen Jahrbuch des BMEL verfügbar. 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 gibt es aber keine Daten.

Als einzig möglicher Response-Indikator für die Tierhaltung wurde 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 Indikator derzeit aber lediglich auf die heimischen Tierrassen bezieht, für deren Erhaltung Deutschland eine besondere Verantwortung trägt, ist er nach Einschätzung des 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 soll 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 Ländern unterschiedlich gehandhabt wird, ist es aus politischen und datentechnischen Gründen schwierig, einen bundesweiten Indikator zu formulieren.

### **3.3 Schnittstellen des Handlungsfelds „Landwirtschaft“ mit anderen DAS-Handlungsfeldern**

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

- BO-I-1: Bodenwasservorrat in landwirtschaftlich genutzten Böden
- BO-I-2: Regenerosivität
- BO-R-1: Humusgehalte von Ackerböden
- BO-R-2: Dauergrünlandfläche