

Wie hoch ist das Risiko von Extremwetterereignissen?

Der Klimawandel ist als Hauptursache für die Zunahme von Wetterextremen anzusehen. Es ist davon auszugehen, dass der Klimawandel die Variabilität von Ernteerträgen in vielen Regionen Deutschlands erhöhen wird. Um das Risiko dieser besser abschätzen zu können, wurde das Projekt EMRA (ExtremwetterMonitoring und RisikoAbschätzungssystem) ins Leben gerufen.

Dr. Markus Möller, Dr. Thorsten Ulbrich, Dr. Jörn Strassemeyer, Dr. Sandra Kregel, Julius Kühn-Institut (JKI), Kleinmachnow

Juliane Kellner und Dr. Cathleen Frühauf, Deutscher Wetterdienst, Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung Braunschweig (ZAMF), Braunschweig

Das Monitoring landwirtschaftlich genutzter Fläche ist eine Voraussetzung, um den Grad der Auswirkungen des Klimawandels auf die Lebensmittelproduktion besser einschätzen zu können. Extremwetter (z. B. Trockenheit, Dürre, Spätfrost, Starkregen, Hagel) und dadurch entstandene Schäden in der Landwirtschaft (z. B. Bodenerosion, Ernteeinbußen) werden in Deutschland allerdings noch nicht systematisch erfasst. Deshalb können viele Zusammenhänge nur unzureichend erklärt werden, was die Abschätzung zukünftiger Risiken und die Entwicklung geeigneter Managementmaßnahmen erschwert.

In dem vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) geförderten Verbundprojekt EMRA (ExtremwetterMonitoring und RisikoAbschätzungssystem zur Bereitstellung von Entscheidungshilfen im Extremwettermanagement der Landwirtschaft) will das JKI in Zusammenarbeit mit sechs weiteren Partnern ein Online-System zum Extremwettermonitoring und zur Risikoabschätzung entwickeln. EMRA baut auf Erkenntnissen des Projektes „Agrarrelevante Extremwetterlagen“ (<https://www.agrarrelevante-extremwetterlagen.de>) auf, in dem relevante Extremwetterlagen für verschiedene Kulturen identifiziert worden sind. Neben der Beschreibung und Quantifizierung der Betroffenheit und möglicher Auswirkungen stand die Beschreibung und Bewertung verfügbarer Managementmaßnahmen im Fokus. Als Ergebnis wurden für zahlreiche Feldfrüchte Schwellenwerte für meteorologische Extremereignisse ermittelt, die dem Entscheidungshilfesystem von EMRA zugrunde liegen und weiterentwickelt werden.

Mit dem EMRA-System entsteht eine



Hagelschaden im Kartoffelbestand (Dahnsdorf, 2013).

Foto: Schwarz

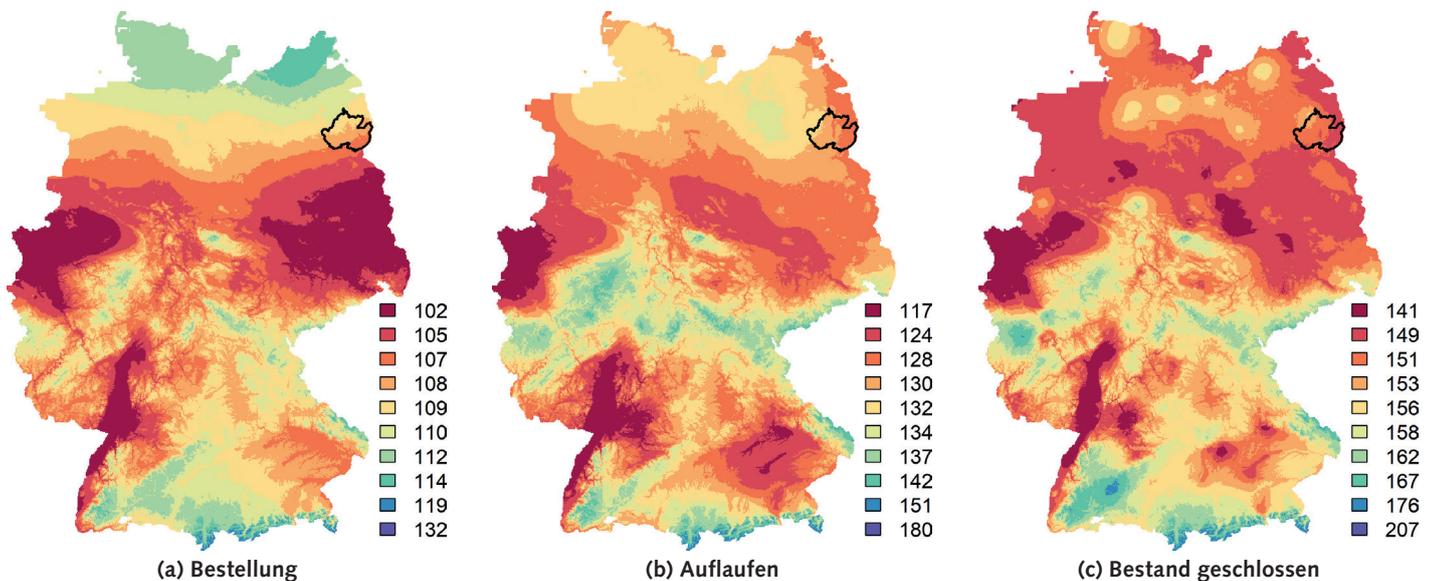
Sammlung von Werkzeugen, die Landwirte und Berater beim Management von Extremwetterereignissen unterstützen sollen. Zentrale Bausteine sind der Aufbau einer Datenbank zur Extremwetteranalyse

sowie die Sammlung von Meldungen über bereits aufgetretene Schäden durch Wetterextreme in Deutschland. EMRA ist als Pilotprojekt angelegt, in dem zunächst die Extremwetterauswirkungen auf die Kul-

Tabelle: Beispieldefinitionen für niederschlagsbedingte Extremwetterlagen von Kartoffeln

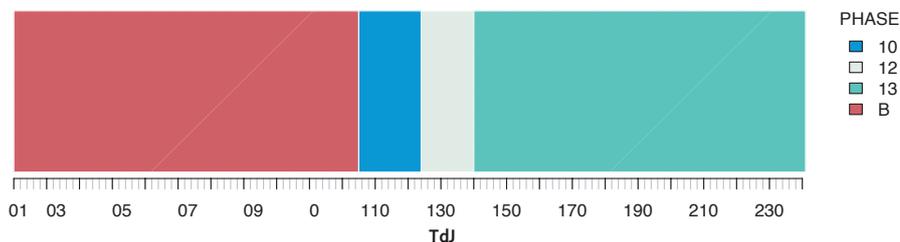
Extremwetterlage	Definition	Indikator	
		Zeitraum nach Gömann et al. (2015)	Dynamischer Zeitraum
Dürre	Niederschlagssumme	1.6. bis 31.08.	Beginn Phase 13 (BBCH 39) + 90 Tage
Trockenheit	Tage ohne Niederschlag	15.03. bis 15.04.	Beginn Phase 12 (BBCH 09) – 30 Tage

Abb. 1: Beobachtungswerte, an welchen Tag des Jahres (Farbskala) bestimmte Kartoffelphasen in Deutschland stattfinden



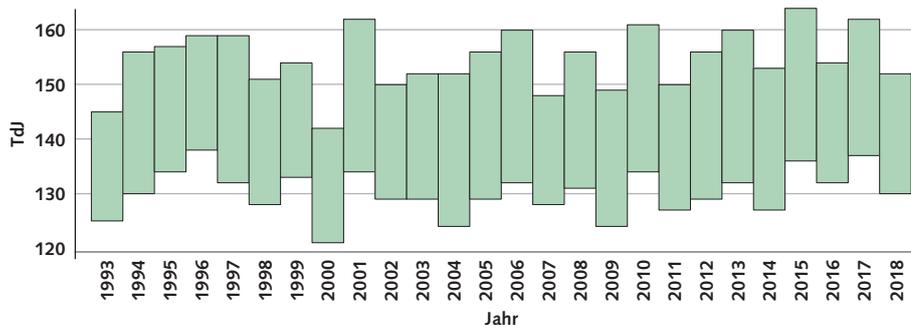
Räumlich interpolierte Starttermine (Tage des Jahres = TdJ) der Kartoffelphasen 10 (Bestellung; BBCH 00), 12 (Auflaufen; BBCH 09) und 13 (Bestand geschlossen; BBCH 39) im Jahr 2018 auf Grundlage der phänologischen Beobachtungen. Der Landkreis Uckermark ist durch eine schwarze Umrandung gekennzeichnet.

Abb. 2: Zeitskala (Tage des Jahres = TdJ) der Beobachtungswerte, an den bestimmte Kartoffelphasen (10 = Bestellung, 12 = Auflaufen, 13 = Bestandschluss und B = Brache) in Landkreis Uckermark 2018 stattfinden



Brache umfasst den Zeitraum vor der Bestellung. In Anlehnung an Gömann et al. (2015) wird das Ende von Phase 13 mit 90 Tagen nach Phasenbeginn dargestellt (vgl. Tabelle).

Abb. 3: Jahresbedingte Variabilität der Starttermine der phänologischen Kartoffelphasen 12 (Auflaufen; BBCH 09) und 13 (Bestand geschlossen; BBCH 39) zwischen 1993 und 2018



turen „Winterweizen“ und „Apfel“ in den beiden Modellregionen „Uckermark“ und „Altes Land“ analysiert sowie die Online-

Werkzeuge getestet werden. In diesem Beitrag wird gezeigt, wie die für die Kulturen „Winterweizen“ und „Apfel“ entwickel-

te Vorgehensweise zur Ableitung von Extremwetterindikatoren auf die Kultur „Kartoffel“ übertragen werden kann.

Indikatoren für Extremwetter

Für das Entscheidungshilfeangebot werden im Projekt EMRA Extremwetterindikatoren genutzt, die bereits im Projekt „Agrarrelevante Extremwetterlagen“ identifiziert wurden. Diese zeigen kulturspezifisch relevante Extremwetterereignisse und -lagen in Abhängigkeit von den phänologischen Entwicklungsphasen an. Im Rahmen von EMRA werden diese Extremwetterindikatoren durch die Kopplung von Informationen zur phänologischen Pflanzenentwicklung mit Flächendatensätzen abgeleitet. Hierzu gehören Temperatur-, Niederschlags-, Bodenfeuchte- oder Satellitenbilddaten. Als Bezugseinheiten dienen beliebige Flächengeometrien wie administrative Einheiten, Feldblöcke oder Parzellen.

Die phänologischen Informationen ergeben sich aus der räumlichen Interpolation von historischen und aktuellen phänologischen Beobachtungen, die im Rahmen des langjährigen phänologischen Beobachtungsprogrammes des Deutschen Wetterdienstes (DWD) erhoben werden. [Abbildung 1](#) zeigt für die Kartoffel am Beispiel des Jahres 2018 die interpolierten (von bestehenden Daten abgeleitete) Starttermine (TdJ = Tage des Jahres) der phänologi-

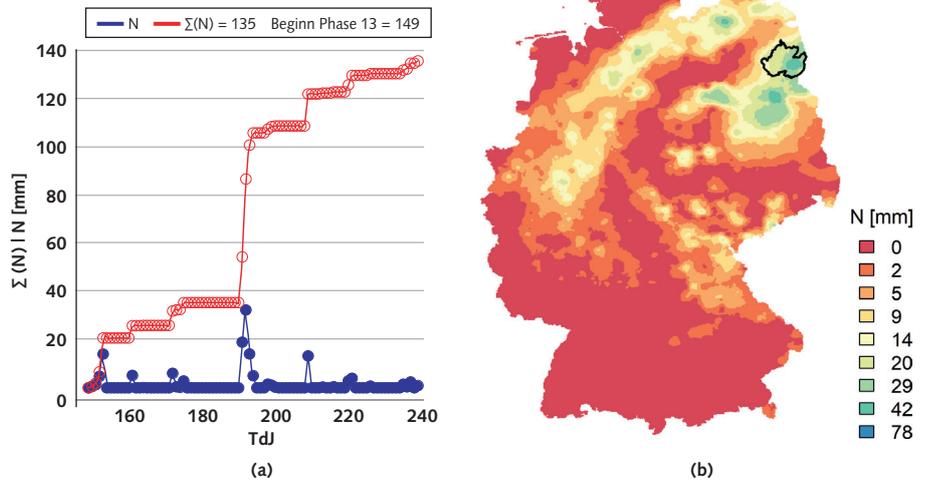
schen Phasen 10 (Bestellung = BBCH 00), 12 (Auflaufen = BBCH 09) und 13 (Bestand geschlossen = BBCH 39). Die Interpolationsergebnisse bilden die Grundlage, um für beliebige Gebiete in Deutschland phänologische Zeitfenster und Zeitreihen abzuleiten. Für den Landkreis Uckermark kann somit beispielhaft der durchschnittliche Jahresverlauf der drei phänologischen Phasen für 2018 veranschaulicht werden ([Abb. 2](#)). Als Phase wird der Zeitraum zwischen zwei beginnenden Phasen angesehen. Darüber hinaus kann nun auch die teils deutliche inner- und zwischenjährliche Variabilität der Pflanzenentwicklung dargestellt werden. So waren beispielsweise die Kartoffelbestände im Landkreis Uckermark im Jahr 2000 bereits am 19. Mai (TdJ = 140) geschlossen (Beginn Phase 13), im Folgejahr jedoch erst etwa drei Wochen später am 11. Juni 2001 TdJ = 162; ([Abb. 3](#)).

Die Starttermine der phänologischen Phasen können als Bezugstermine für die Berechnung von zeitlich-dynamischen Extremwetterindikatoren herangezogen werden. In der Tabelle sind die Definitionen eines Dürre- und Trockenheitsindicators aufgeführt, die beide auf der Analyse von täglichen Niederschlagsdaten basieren. In Gömann et al. (2015) sind dazu Schwellenwerte definiert worden, die sich auf feste Zeiträume im Jahr beziehen. Die Verwendung von phänologischen Zusatzinformationen erlaubt es nun, diese zeitlich zu dynamisieren. So können der 15.4. bzw. 1.6. den beginnenden Phasen 12 bzw. 13 zugeordnet werden. Die Zeiträume zwischen dem 1.6. und 31.8. bzw. zwischen dem 15.3. und 15.4. entsprechen 90 bzw. 30 Tagen, die in die dynamische Indikatorendefinition integriert werden können.

[Abbildung 4](#) illustriert, wie der Dürreindikator Niederschlagssumme für den Zeitraum „Beginn der Kartoffelphase 13 (Bestandsschluss; BBCH 39) + 90 Tage“ für den Landkreis Uckermark und das Jahr 2018 berechnet wird. Die Ableitung der Niederschlagssumme zwischen den Tagen des Jahres TdJ = 149 und TdJ = 239 basiert auf Datensätzen des täglichen Niederschlags, die vom DWD im Rahmen des REGNIE-Programmes bereitgestellt werden. So ergibt sich beispielsweise für den 11. Juli 2018 (TdJ = 192) im Landkreis Uckermark ein Tagesniederschlag von 30 mm ([Abb. 4a](#)). Der zugehörige REGNIE-Datensatz ist in [Abbildung 4b](#) dargestellt, in der die Niederschlagszelle über dem Landkreis Uckermark deutlich sichtbar ist.

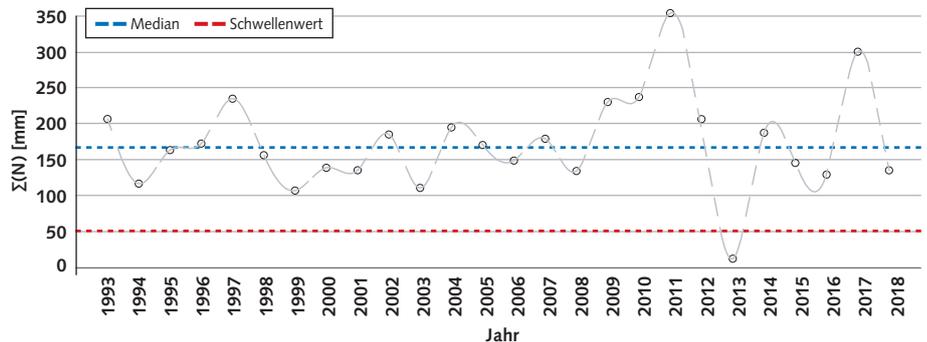
Aus der Darstellung der Zeitreihe des Dürreindicators geht in [Abbildung 5](#) hervor, wie stark die Niederschlagssummen

Abb. 4: Tagesgenaue Niederschlagswerte und Niederschlagssummen in der Phase nach Bestandsschluss in 2018



Absolute (blau, N [mm]) und aufsummierte (rot, Σ(N) [mm]) tägliche Niederschlagsmengen für den Zeitraum „Beginn der Kartoffelphase 13 (Bestand geschlossen; BBCH 39) + 90 Tage“ des Jahres 2018 im Landkreis Uckermark (a) sowie die räumliche Verteilung der Niederschlagsmenge N [mm] am 11. Juli 2018 (TdJ = 192). Quelle: REGNIE-Datensatz des DWD (b).

Abb. 5: Zeitreihe des Dürreindicators für den Landkreis Uckermark



Σ(N) = Summe der Tagesniederschläge für den Zeitraum „Beginn der Kartoffelphase 13 (Bestandsschluss) + 90 Tage“ innerhalb eines Jahres

des betrachteten Zeitraums der einzelnen Jahre vom langjährigen Mittelwert abweichen bzw. ob es zu Unterschreitungen des nutzerspezifischen Schwellenwertes der Niederschlagssumme kommt. So beträgt die mittlere Niederschlagssumme im sensitiven Zeitraum zwischen 1993 und 2018 für den Landkreis Uckermark 167 mm. Bei einem angenommenen Schwellenwert von Σ(N) = 50 mm würde in dem Betrachtungszeitraum das Jahr 2013 als von der Dürre betroffen eingeschätzt werden. Das Jahr 2018 war auch sehr durch Trockenheit beeinflusst. Durch den in [Abbildung 4b](#) gezeigten Starkniederschlag im Zeitraum nach dem Bestandsschluss wird der Schwellenwert in [Abbildung 5](#) im Jahr 2018 jedoch nicht unterschritten.

Fazit

Die Landwirtschaft steht vor der Herausforderung, sich an ein in Folge des Klimawandels verändertes Auftreten von extremen Wetterereignissen anzupassen, um mögliche negative Auswirkungen zu verhindern oder zu minimieren. Die heutige und zukünftige Relevanz der Extremwetterereignisse hängt dabei unter anderem von der Fruchtart, der Anbauregion und dem Anbausystem ab. Je nach Extremwetterlage bzw. -ereignis gibt es kurz-, mittel- und langfristige sowie inner- und überbetriebliche Möglichkeiten des Risikomanagements. Eine wichtige Voraussetzung für alle Managemententscheidungen ist die Verfügbarkeit zielgerichteter Information und Daten zur eigenen, möglichst

flächenbezogenen Risikosituation.

Innerhalb des EMRA-Webportals werden relevante Wetter-, Boden- und Anbaudaten miteinander verknüpft und daraus flächen- und kulturartenspezifische Hinweise zu historischen, aktuellen und zukünftigen Extremwetterrisiken abgeleitet, die wiederum Anwendern in Form von Karten und Kennzahlen benutzerfreundlich bereitgestellt werden. Angemeldete Landwirte geben ihre Flächen in das EMRA-System ein und werden dann gewarnt, wenn individualisierbare Kennzahlen etwa für Trockenheit, Hitze und Sonnenbrandrisiko, Erosionsgefährdung, Hagel, Staunässe oder Frost unter- bzw. überschritten werden. Dadurch werden Nutzer bei der Entscheidung zu akuten Schutzmaßnahmen unterstützt. Weiter kann der Landwirt im Vergleich mit benachbarten Flächen oder der Region seine Gefährdung durch meteorologische Risiken abschätzen und klimatische Kennwerte einsehen. So werden Landwirte auch bei mittel- und langfristigen Entscheidungen, etwa zur Wahl von Sorten und Kulturen, unterstützt.

Während der Projektlaufzeit wirken Testbetriebe in den beiden Modellregionen aktiv an der Gestaltung der Inhalte mit, um das EMRA-System entsprechend des Bedarfes zu entwickeln. Bis zum Projektende in 2020 sollen die Online-Werkzeuge für die Pilotkulturen und -regionen in den operativen Betrieb gehen. Wie am Beispiel des Kartoffel-Dürreindikators gezeigt werden konnte, ist der für die Kulturen Winterweizen und Apfel entwickelte EMRA-Ansatz übertragbar. In Gömann et al. 2015 wurden bereits eine Vielzahl von Schwellenwerte in für die Kartoffel sensitiven Zeiträumen für die Vergangenheit und Zukunft flächendeckend für Deutschland untersucht. Informationen zu Dauer- und Starkregen, Trockenheit, Hitze, hohen Windgeschwindigkeiten, Strahlung und Spätfrost liegen bereits vor. Die räumliche Übertragbarkeit ist jetzt durch die Verfügbarkeit deutschlandweiter Grundlagendaten gewährleistet, die im Zuge der Projektbearbeitung in einem Informationsknoten zusammengeführt werden. Aktuelle Informationen zum EMRA-Projekt erhalten Sie auch auf unserer Website (<https://emra.julius-kuehn.de/>). <<

Gömann et al. 2015.

Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Thünen Report 30. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, Germany.

Dr. Markus Möller

Julius Kühn-Institut (JKI), Kleinmachnow
Institut für Strategien und Folgenabschätzung
markus.moeller@julius-kuehn.de