

Dietmar Roßberg<sup>1</sup>, Jürgen Recknagel<sup>2</sup>

## Untersuchungen zur Anbaueignung von Sojabohnen in Deutschland

Studies on the cultivation suitability of soybeans in Germany

137

### Zusammenfassung

Mit fortschreitender Klimaerwärmung und neuen, früher abreifenden Sorten mit gutem Ertrag wird der Anbau von Sojabohnen auch in Deutschland zunehmend interessant und erreichte 2015 bereits eine Anbaufläche von 17.500 ha. Geeignete Anbaubedingungen vorausgesetzt, ist die Sojabohne in der Lage, höhere Eiweißerträge in höherer Konzentration und besserer Qualität als die heimischen Körnerleguminosen Ackerbohne, Erbse und Lupine zu liefern. In der breiten Praxis fehlt es aber noch an Erfahrungen, insbesondere auch bezüglich der Anbaueignung unter den vielfältigen Standortverhältnissen Deutschlands.

Deshalb beschäftigt sich der Deutsche Sojaförderring seit einigen Jahren mit der Frage, geeignete Kriterien zur Charakterisierung der regionalen geografischen und klimatischen Bedingungen in Deutschland in Bezug auf die Anbaueignung von Sojabohnen zu finden bzw. zu definieren. Als Kooperationspartner fungierte dabei das Julius Kühn-Institut.

Im Wesentlichen ging es darum, Einflussfaktoren wie Temperatur, Niederschlag, Globalstrahlung und Bodengüte geeignet zu klassifizieren und entsprechend zu gewichten, um die örtlichen Rahmenbedingungen für den Sojabohnenanbau objektiv bewerten zu können und in einer detaillierten Karte zu visualisieren und zu dokumentieren.

Die im nachfolgenden Beitrag vorgestellten Ergebnisse stellen einen Konsens zwischen allen beteiligten Wissen-

schaftlern dar und gelten seit Mitte 2016 als geeignete Orientierungshilfe.

**Stichwörter:** Sojabohne, Anbaueignung, geografische Informationssysteme

### Abstract

Global warming and new, early ripening varieties with good yield make the cultivation of soybean increasingly attractive also in Germany. In 2015 a cropping area of 17,500 ha was reached. Under suitable growing conditions, soybean can provide higher protein yields in higher concentration and better quality than the domestic legumes bean, pea and lupine. The broad practice, however, still lacks experience in particular with respect to the suitability of the various local conditions in Germany for soybean cultivation.

For this reason, the Deutsche Sojaförderring has dealt for several years with the issue to find or define appropriate criteria to characterize the regional geographic and climatic conditions in Germany with regard to the suitability for the cultivation of soybean. Research has been done in co-operation with the Julius Kühn-Institut.

Basically, the aim was to classify influential factors like temperature, precipitation, global radiation and soil quality and to weigh them accordingly to allow an objective assessment of the general local conditions for soy-

### Institut

Julius Kühn-Institut – Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow<sup>1</sup>  
Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Deutscher Sojaförderring e.V.<sup>2</sup>

### Kontaktanschriften

Dr. Dietmar Roßberg, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow, E-Mail: dietmar.rossberg@julius-kuehn.de

Jürgen Recknagel, Deutscher Sojaförderring e.V. c/o, Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Außenstelle Emmendingen KÖLBW, Hochburg 1, 79312 Emmendingen

### Zur Veröffentlichung angenommen

17. Februar 2017

bean cultivation and to visualize and document them in a detailed map.

The results presented are a consensus of the involved scientists. They have been an appropriate orientation aid since the middle of 2016.

**Key words:** Soybeans, cultivation suitability, geographic information systems

## Einleitung

Die Fruchtfolgen in Deutschland und Europa um weitere Pflanzen – insbesondere um Leguminosen (bot. Hülsenfrüchte) – zu erweitern, ist ein wichtiger Baustein für eine nachhaltigere Landwirtschaft. So sollen z.B. mit Hilfe der vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft verabschiedeten Eiweißpflanzenstrategie Wettbewerbsnachteile heimischer Eiweißpflanzen verringert, Forschungslücken geschlossen und erforderliche Maßnahmen in der Praxis erprobt und umgesetzt werden. In diesem Zusammenhang beschäftigt sich der Deutsche Sojaförderer e.V. seit Abschluss des BÖLN (Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft)-Projekts zur Ausweitung des Sojabohnenanbaus in Deutschland im Jahr 2013 (WILBOIS et al., 2014) mit der Frage, geeignete Kriterien zur Charakterisierung der regionalen geografischen und klimatischen Bedingungen in Deutschland in Bezug auf die Anbaueignung von Sojabohnen zu finden bzw. zu definieren. Die klimatischen und bodenkundlichen Einflussfaktoren waren zu bewerten und deren Bedeutung für den Sojabohnenanbau entsprechend einzustufen. Parallel dazu mussten die erzielten Ergebnisse mit den praktischen Erfahrungen abgeglichen werden. Als sehr hilfreich erwies es sich, dass mit Unterstützung des Kooperationspartners (Julius Kühn-Institut, JKI) der jeweilige Entwicklungsstand der wissenschaftlichen Arbeiten in detaillierten Karten grafisch dargestellt bzw. dokumentiert wurde. Diese Karten waren durch die Veröffentlichung im Geoportal des JKI immer für alle mit dem Thema beschäftigten Kollegen verfügbar.

Wichtige Fortschritte bzgl. der Akzeptanz der getroffenen Definitionen für die Anbaueignung von Sojabohnen ergaben sich nach der Entscheidung, den räumlichen Bezug der klimatischen Einflussfaktoren zu verändern. Anfangs wurde dieser über die kürzeste Entfernung zu einer der über 300 einbezogenen Klimastationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) hergestellt. Inzwischen werden die „Kachel-basierten“ (1 km × 1 km-Raster) Klimadaten des DWD genutzt (KASPAR et al., 2013; DWD, 2016). So wurde Mitte 2016 ein Konsens zwischen allen beteiligten Wissenschaftlern erzielt. Die in dieser Publikation vorgestellten Ergebnisse gelten seit diesem Zeitpunkt als allgemein anerkannte, geeignete Orientierungshilfe bzgl. der Anbaueignung einer Region für Sojabohnen. Für den Anbauerfolg entscheidend sind jedoch vor allem das Mikroklima und die Bodeneigenschaften der Anbauparzelle.

## Methodik

### Flächenbezug

In Hinblick auf die Nutzung der meteorologischen Einflussfaktoren wurde entschieden, die Anbaueignung für Sojabohnen auf der Basis der vom DWD entwickelten und genutzten Einteilung Deutschlands (1 km × 1 km-Raster) zu definieren.

Für alle in der Folge beschriebenen Arbeiten mit Geographischen Informationssystemen (GIS) wurden Software-Werkzeuge (ArcGIS, ArcInfo, ArcMap<sup>1</sup>) der Firma ESRI<sup>2</sup> genutzt.

### Einflussfaktoren

Die wesentlichsten Einflussfaktoren des Standortes hinsichtlich seiner Eignung für den Anbau von Sojabohnen sind das Wärme-, Wasser- und Lichtangebot und die Bodenqualität.

Die Quantifizierung der meteorologischen Einflussfaktoren erfolgte durch klimatologische Werte. Dadurch wurden Auswirkungen von zufälligen, jahresspezifischen Besonderheiten des Wetters bei der Definition der Anbaueignung für Sojabohnen vermieden. Es wurden die „Raster-basierten“ Klimadaten des DWD (tagesbezogene Mittelwerte der Jahre 1981 bis 2010) genutzt.

Zur Abbildung des Temperatureinflusses auf das Wachstum der Sojabohne wurden CHU-Wärmesummen (Crop Heat Units) nach BROWN und BOOTSMA (1993) ermittelt. Dabei wurde zunächst aus den Maximum- und Minimumwerten eines Tages gemäß den nachfolgend dargestellten Funktionen der tagesbezogene CHU-Wert berechnet (jeweils pro Rasterzelle bzw. Kachel):

$$\text{CHU (Tag)} = 3,33 (T_{\max} - 10) - 0,084 (T_{\max} - 10)^2, \\ \text{wenn } T_{\max} > 10,0^\circ\text{C}$$

$$\text{CHU (Nacht)} = 1,8 (T_{\min} - 4,4), \\ \text{wenn } T_{\min} > 4,4^\circ\text{C}$$

Ansonsten gilt: CHU(Tag) = 0 bzw. CHU(Nacht) = 0

$$\text{CHU-Wert} = (\text{CHU(Tag)} + \text{CHU (Nacht)})/2$$

Diese Funktionen berücksichtigen, dass bei Nachttemperaturen unter 4,4°C bzw. bei Tagesmaxima unter 10°C das Wachstum der Sojabohnen stoppt und bei Tagesmaxima von 30°C sein Maximum erreicht (SHEN et al., 2005).

In einem zweiten Schritt wurden diese CHU-Werte für eine ausgewählte Zeitspanne addiert und die entsprechende CHU-Wärmesumme für jede 1 km × 1 km-Kachel gebildet. Die Fachkollegen haben sich dabei für den Zeitraum vom 01.05. bis 15.09. entschieden.

Wichtig für das Wachstum der Sojabohne ist auch eine ausreichende Versorgung der Pflanzen mit Wasser während der Ertragsbildungsphase von der Blüte bis zur

<sup>1</sup> ArcGIS, ArcInfo, ArcMap Copyright © 1995–2005 ESRI

<sup>2</sup> ESRI Geoinformatik GmbH, Kranzberg

Kornfüllung, insbesondere in den Monaten Juli und August. Um diesen Aspekt bei der Definition der Anbaueignung zu berücksichtigen, wurde die Niederschlagssumme für den Zeitraum 01.06. bis 31.08. ermittelt (ebenfalls pro Kachel).

Die Einbeziehung der Einflussgröße „Globalstrahlung“ wurde lange diskutiert. Insbesondere war unklar, welches Gewicht man diesem Faktor geben sollte. Schließlich wurde entschieden, für den Zeitraum 01.06. bis 30.09. die klimatischen Mittelwerte für die Globalstrahlung zu summieren. Die entsprechenden Werte wurden anschließend klassifiziert (7 Klassen) und entsprechend der Stärke der Globalstrahlung wurden die berechneten CHU-Wärmesummen modifiziert (Tab. 1).

Für die Quantifizierung des Einflussfaktors Boden wurde die Karte „Leitbodenarten Deutschlands“ (Abb. 1), die von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe erstellt wurde, genutzt. Jedem dieser Leitböden wurde anhand einer Tabelle (SCHULZKE, unveröffentlicht) eine Bodenwertzahl zugeordnet. Der damit verbundene, teilweise erhebliche Informationsverlust war leider nicht zu vermeiden. Durch einen Verschnitt der Daten mit dem Rasternetz des DWD konnte für jede 1 km × 1 km-Kachel eine gewichtete mittlere Bodenwertzahl berechnet werden. Es wird davon ausgegangen, dass mit steigender Bodenwertzahl auch die nutzbare Feldkapazität und damit das Wasserlieferungsvermögen eines Bodens zunehmen. Dieses ist wichtig für die Überbrückung niederschlagsarmer Perioden in der Ertragsbildungsphase.

#### Ermittlung Anbaueignung

Die Herausforderung bestand nun darin, eine geeignete Verknüpfung der drei Kennziffern „modifizierte CHU-Wärmesumme“, „Niederschlagssumme“ und „Bodengüte“ zu finden, um eine quantifizierte Aussage zur Eignung der einzelnen Rasterzellen für den Anbau von Sojabohnen treffen zu können. Dazu wurden im Untersuchungszeitraum mehr als zehn methodische Ansätze formuliert und die darauf aufbauenden Ergebnisse im Fachkollegenkreis diskutiert und mit Praxiserfahrungen verglichen. Schließlich wurde die im Folgenden dargestellte Lösung favorisiert und damit ein (vorläufiger?) Konsens zwi-

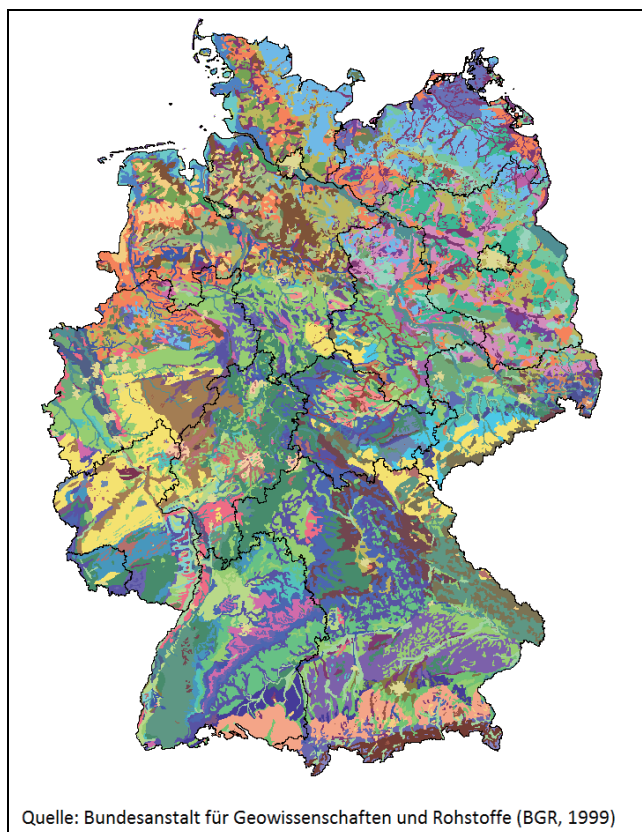


Abb. 1. Leitbodenarten Deutschlands.

schen allen beteiligten Wissenschaftlern und erfahrenen Anbauberatern erzielt.

#### Ergebnisse

Zur Berechnung einer Kennziffer „Anbaueignung Sojabohne“ wurden zunächst die drei Einflussfaktoren „modifizierte CHU-Wärmesumme“, „Niederschlagssumme“

Tab. 1. Modifizierung CHU-Wärmesummen

Globalstrahlung [Wh/m <sup>2</sup> ] (Summe 01.06. – 30.09.)	Zu- oder Abschlag für CHU-Summe
≤ 185000	-120
185001 – 190000	-80
190001 – 195000	-40
195001 – 200000	0
200001 – 205000	40
205001 – 210000	80
> 210000	120

und „Bodengüte“ klassifiziert. Für die CHU-Werte und die Bodenwertzahlen wurden 5 Klassen definiert (Tab. 2 und 4); für die Niederschlagswerte 4 Klassen (Tab. 3).

Diese Klasseneinteilungen wurden auch entsprechend visualisiert (Abb. 4 bis 6). Zusätzlich wurden auch Karten für die „ursprünglichen“ CHU-Wärmesummen und die Globalstrahlung erstellt (Abb. 2 und 3).

Für die Berechnung der Kennziffer „Anbaueignung Sojabohne“ wurde die folgende Formel benutzt:

$$\text{Anbaueignung} = 2 * \text{Klasse(modCHU)} + \text{Klasse(NIED)} + \text{Klasse(BWZ)}$$

Damit ergeben sich für die Kennziffer „Anbaueignung“ Werte zwischen 0 und 15. Die Autoren möchten ausdrücklich darauf aufmerksam machen, dass bei der obigen Berechnung der Einflussfaktor „modifizierte Wärmesumme“ doppelt gewichtet wird.

Schließlich wurden auch die „Anbaueignungswerte“ gruppiert. Es wurden wiederum 5 Klassen definiert (Tab. 5), durch eine entsprechende Bezeichnung charakterisiert und die Ergebnisse als Karte dargestellt (Abb. 7).

Analog zu Abb. 7 gibt es eine entsprechende Karte im Geportal des Julius Kühn-Institutes ([http://geoportal.julius-kuehn.de/map?app=soja\\_neu](http://geoportal.julius-kuehn.de/map?app=soja_neu)). Diese bietet natürlich die üblichen Funktionen einer GIS-Anwendung (wie Vergrößern/Verkleinern, „Direkt-Zooming“ zu einer ausgewählten Region durch Eingabe eines Ortsnamens oder einer Postleitzahl, Informationsfenster usw.) und ist zusätzlich mit einer Karte des Bundesamtes für Kartographie

und Geodäsie unterlegt, die eine genaue örtliche Orientierung erlaubt.

## Diskussion

### Fachliche Aspekte

Die Sojabohne ist eine wärmeliebende Kultur. Voraussetzung für den erfolgreichen Anbau ist deshalb ein ausreichendes Wärmeangebot während ihrer Vegetationsperiode, die sich im Kern auf die Monate Mai bis September erstreckt. Da idealerweise die Ernte bis Ende September abgeschlossen sein sollte, wurde für die Berechnung der Wärmesummen der Zeitraum 1. Mai bis 15. September gewählt. In den meisten Jahren bleiben damit noch Sicherheitsreserven bei einer Aussaat bereits im April bzw. einer Ernte Ende September/Anfang Oktober. Für die Berechnung der Wärmesumme wurde auf das kanadische Modell der Crop Heat Units (CHU) für wärmeliebende Kulturen (BROWN und BOOTSMA, 1993) zurückgegriffen, da dieses einerseits Tageshöchsttemperaturen oberhalb 30°C, die stressbedingt nicht voll nutzbar sind, nur mit zunehmenden Abschlägen berücksichtigt und andererseits auch die Nachttemperaturen einbezieht, die, wenn sie zu niedrig sind, bei Sojabohnen u.U. zu schlechtem Hülsenansatz führen. Vergleicht man die Angaben des Wärmeanspruchs verschiedener Sorten in Kanada mit den in Deutschland ermittelten Werten, so fällt auf, dass die hiesigen Werte so hoch sind, dass eigentlich deutlich später abreifende Sorten anbauwürdig wären, was von der Praxis jedoch widerlegt wird. Ursache der Diskrepanz ist vermutlich der Charakter des Klimas, das in Kanada deutlich kontinentaler ist (mit z.T. bis Ende April gefrorenen Böden) als in Deutschland, wo die Winter zunehmend frostarm sind und sich die Vegetationsperioden sowohl in das Frühjahr als auch in den Herbst hinein ausdehnen. Vergleicht man die 30-Jahres-Mittel 1961–1990 mit der dieser Arbeit zugrundeliegenden Periode 1981–2010, so lässt sich eine Erwärmung um rund 1,5°C feststellen, was der Anbausicherheit von Sojabohnen sicher zu Gute kam.

Ergänzend zur Wärmesumme spielt erfahrungsgemäß auch die Globalstrahlung, insbesondere während der generativen Entwicklungsphase der Sojabohnen in den Monaten

**Tab. 2. Klassifizierung der modifizierten CHU-Wärmesummen**

Klasse (mod CHU)	modifizierte CHU-Werte (Summe 01.05. – 15.09.)
0	≤ 2200
1	2201 – 2400
2	2401 – 2600
3	2601 – 2800
4	> 2800

**Tab. 3. Klassifizierung der Niederschlagssummen**

Klasse (NIED)	Niederschlagssumme [mm] (Summe 01.06. – 31.08.)
0	≤ 180
1	181 – 205
2	206 – 230
3	> 230

**Tab. 4. Klassifizierung der Bodenwertzahlen**

Klasse (BWZ)	Bodenwertzahlen (Mittelwert pro Kachel)
0	≤ 20
1	21 – 30
2	21 – 30
3	41 – 50
4	> 50



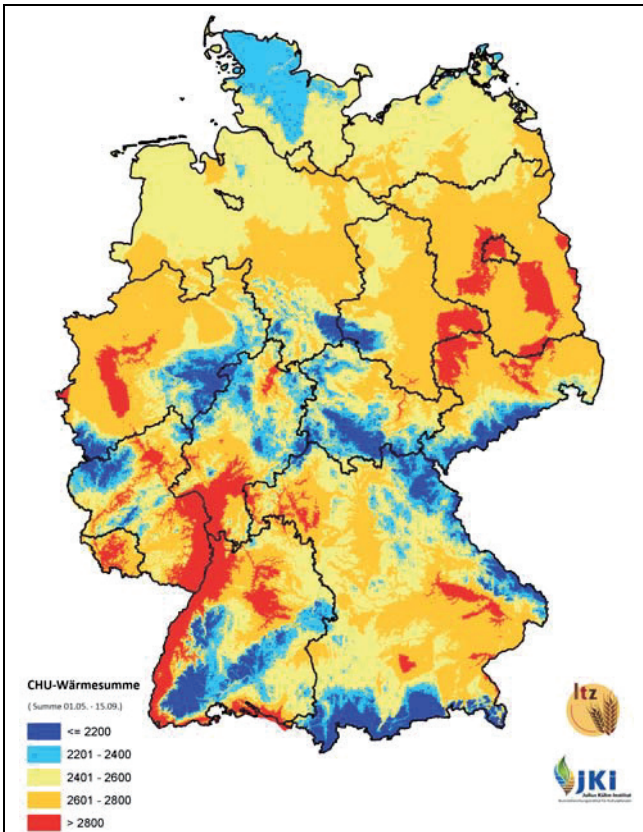


Abb. 2. CHU-Wärmesummen ohne Berücksichtigung der Globalstrahlung.

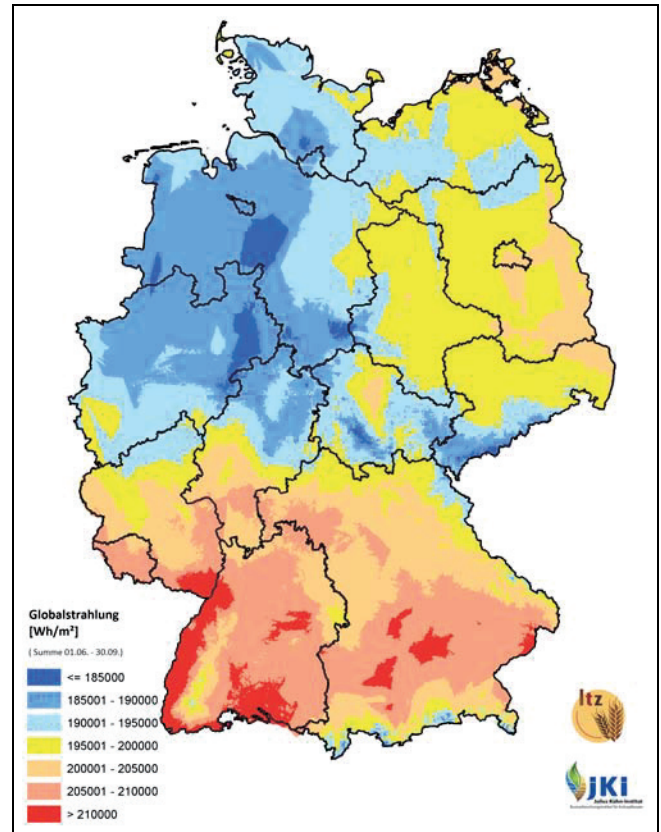


Abb. 3. Globalstrahlung.

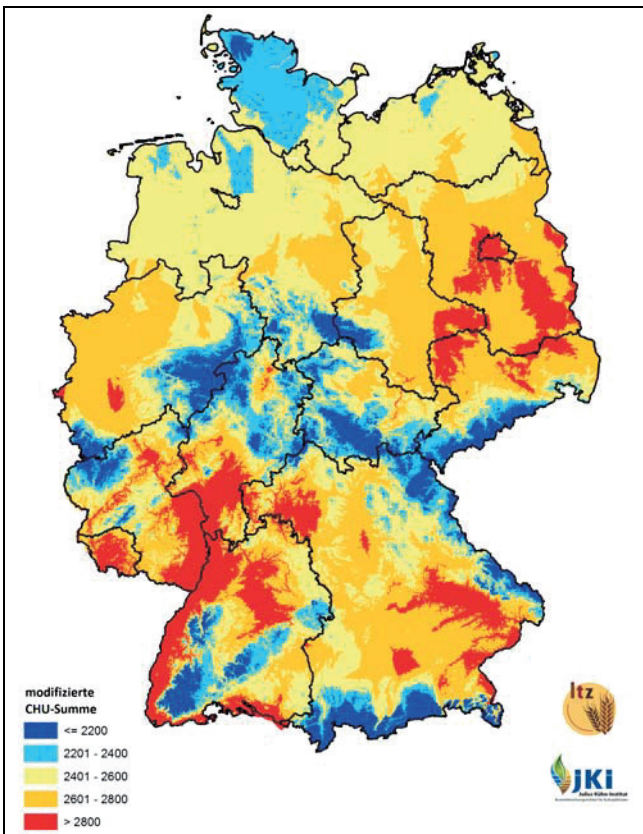


Abb. 4. modifizierte CHU-Wärmesummen unter Berücksichtigung der Globalstrahlung.

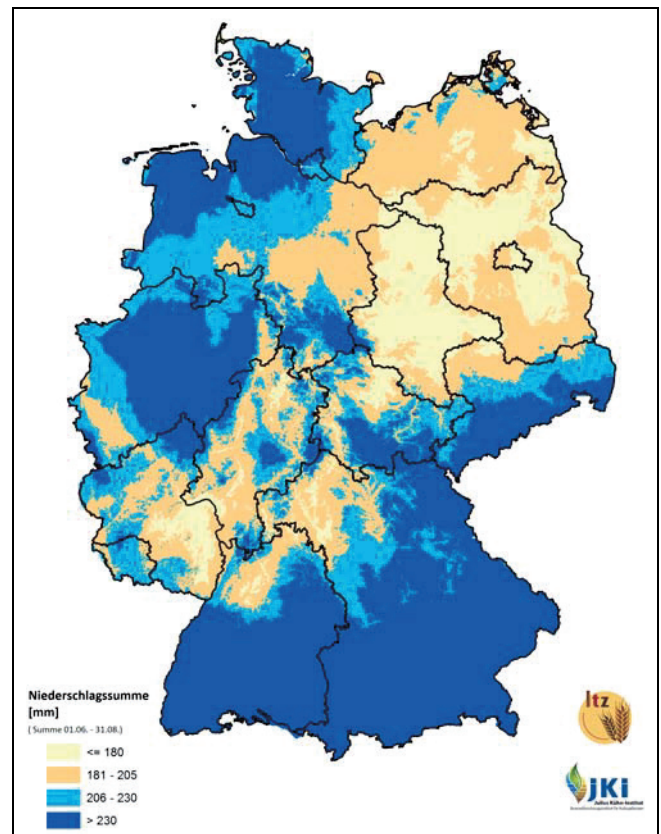


Abb. 5. Niederschlag.

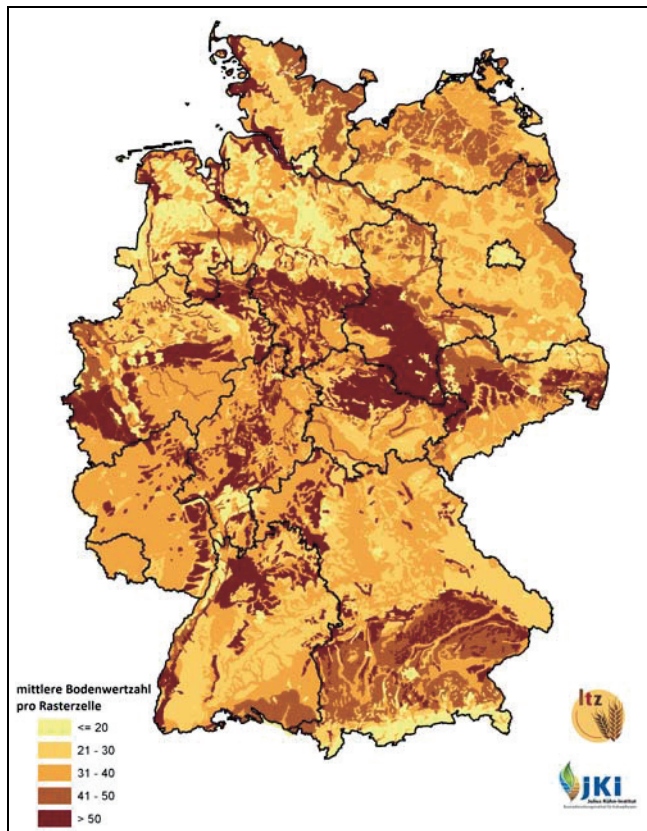


Abb. 6. Berechnete mittlere Bodenwertzahlen.

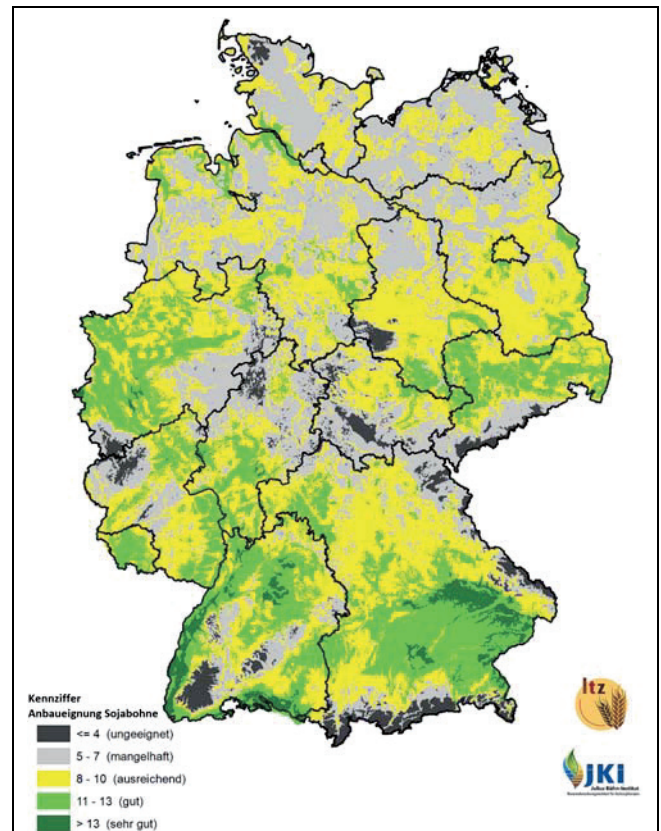


Abb. 7. Anbaueignung für Sojabohnen.

Juni, Juli und August eine Rolle. Deren Berücksichtigung mit  $\pm 40^\circ\text{C}$  je Stufe (s. Tab. 2) führt zu Zuschlägen in Süd- und eingeschränkt Ostdeutschland, während es im Nordwesten und teilweise Norden zu Abschlägen kommt.

Bezüglich der 5 Kategorien der Anbaueignung lässt sich aufgrund der doppelten Gewichtung des Wärmeangebots feststellen, dass in den Gebieten der höchsten Kategorie (dunkelgrün) Sorten der Reifegruppe 00 zur Reife gelangen, in der zweiten Kategorie (hellgrün) Sorten im Übergangsbereich von 000 zu 00 und in der mittleren Kategorie (gelb) Sorten der Reifegruppe 000. Im hellgrauen Bereich ist der Anbau riskant, so dass nur mikroklimatisch besonders günstige Standorte für den

Tab. 5. Klassifizierung der berechneten Werte für die Anbaueignung

Klasse (Anbaueignung) Klassenbezeichnung	Kennziffer Anbaueignung (berechneter Wert)
ungeeignet	$\leq 4$
mangelhaft	5 – 7
ausreichend	8 – 10
gut	11 – 13
sehr gut	14 – 15

Anbau der frühesten 000-Sorten oder der weniger ertragreichen 0000-Sorten in Betracht kommen. Die dunkelgrauen Gebiete der schlechtesten Kategorie sind für den Anbau von Sojabohnen absolut ungeeignet.

Ist das Wärmeangebot für die angebaute Sorte sichergestellt, so entscheidet die Wasserverfügbarkeit in der generativen Entwicklungsphase von der Vollblüte bis zum Ende der Kornfüllung über Ertragshöhe und Qualität und damit die Wirtschaftlichkeit des Anbaus von Sojabohnen. Die Wasserversorgung kann dabei durch natürliche Niederschläge im fraglichen Zeitraum, durch den pflanzenverfügbaren Wasservorrat von Böden hoher Güte oder aber durch künstliche Beregnung sichergestellt werden. Übermäßige Niederschläge, wie sie beispielsweise im Bergland sowie dessen Staulagen auftreten, führen jedoch nicht zu Mehrerträgen und können im Gegenteil durch übermäßige vegetative Entwicklung der Sojapflanzen Lager verursachen und im Herbst die Abreife der Sojabohnen behindern.

Die Nutzung von  $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ -Rasterdaten für die betrachteten Einflussfaktoren spiegelt sich natürlich auch in den Ergebnissen wider. So kann es zu großen Unterschieden bzgl. der Anbaueignung für Sojabohnen auf sehr kleinem Raum kommen (Abb. 8).

Zum Teil vermitteln einige Rasterzellen/Kacheln den Eindruck, als wären sie eine Insel im Meer. Dieses Phänomen soll am Beispiel eines kleinen Gebietes rund um Radebeul etwas näher beleuchtet werden. Für die einfa-



chere Ansprache wurden drei Kacheln in der Abb. 9 mit Nummern versehen.

Alle drei Kacheln weisen keinerlei Unterschiede bzgl. der meteorologischen Einflussgrößen Temperatur und Niederschlag auf. Sie liegen in einer wärmebegünstigten Region (Klasse modCHU = 4) und haben auch eine gute Wasserversorgung (Klasse NIED = 2). Allerdings diffe-

renzieren die berechneten mittleren Bodenwertzahlen erheblich. Kachel 1 hat den Wert 40, Kachel 2 85 und in Kachel 3 beträgt die mittlere Bodenwertzahl nur 20. Damit ergeben sich entsprechend der Formel für die Berechnung der Anbaueignung (siehe oben) Anbaueignungskennziffern von 12, 14 und 10. Das führt dann zur Zuordnung in drei verschiedene Anbaueignungsklas-

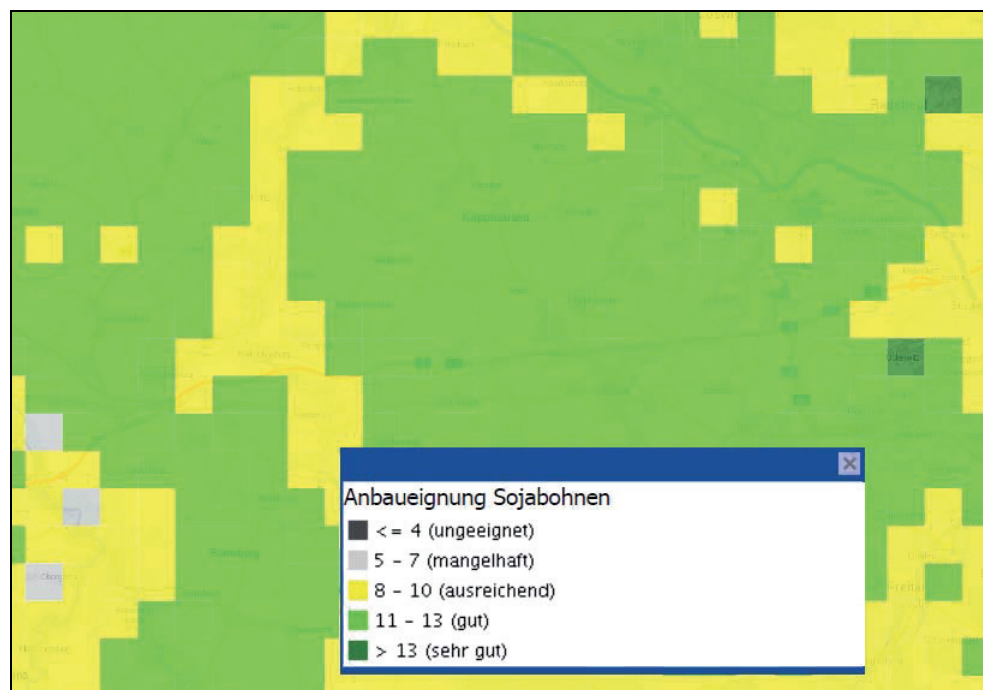


Abb. 8. Kleinräumige Unterschiede bzgl. der Anbaueignung für Sojabohnen (Beispiel 1).

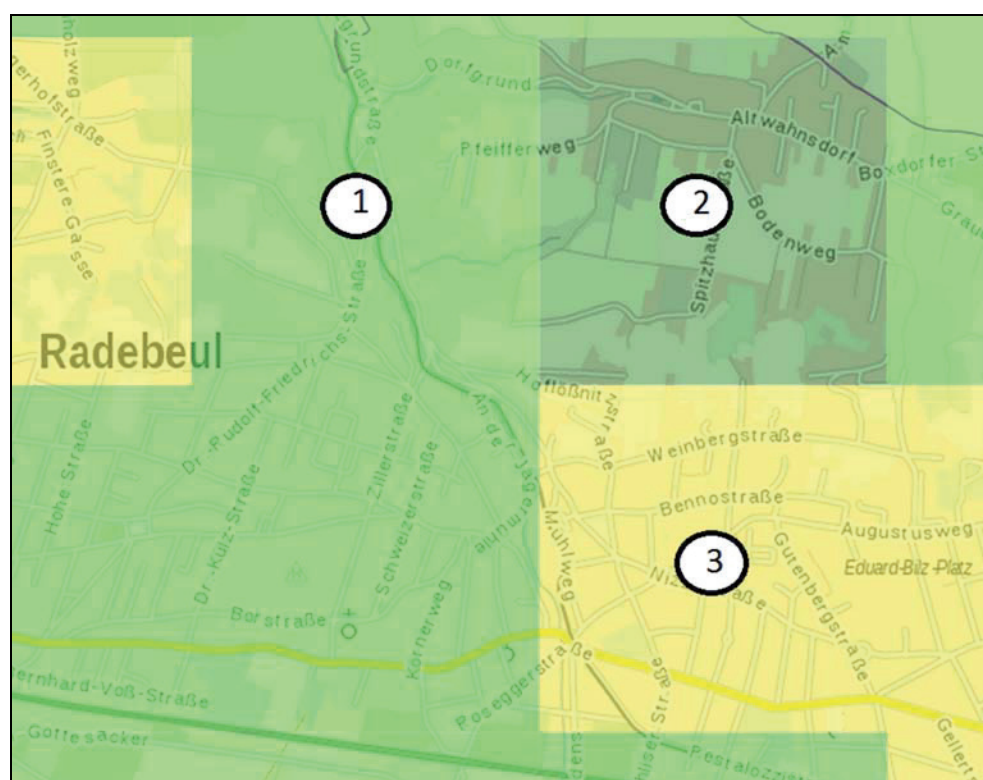


Abb. 9. Kleinräumige Unterschiede bzgl. der Anbaueignung für Sojabohnen (Beispiel 2).

sen. In anderen Fällen können solche kleinräumigen Unterschiede aber durchaus auch durch meteorologische Faktoren begründet sein (vgl. Abb. 10 und 11).

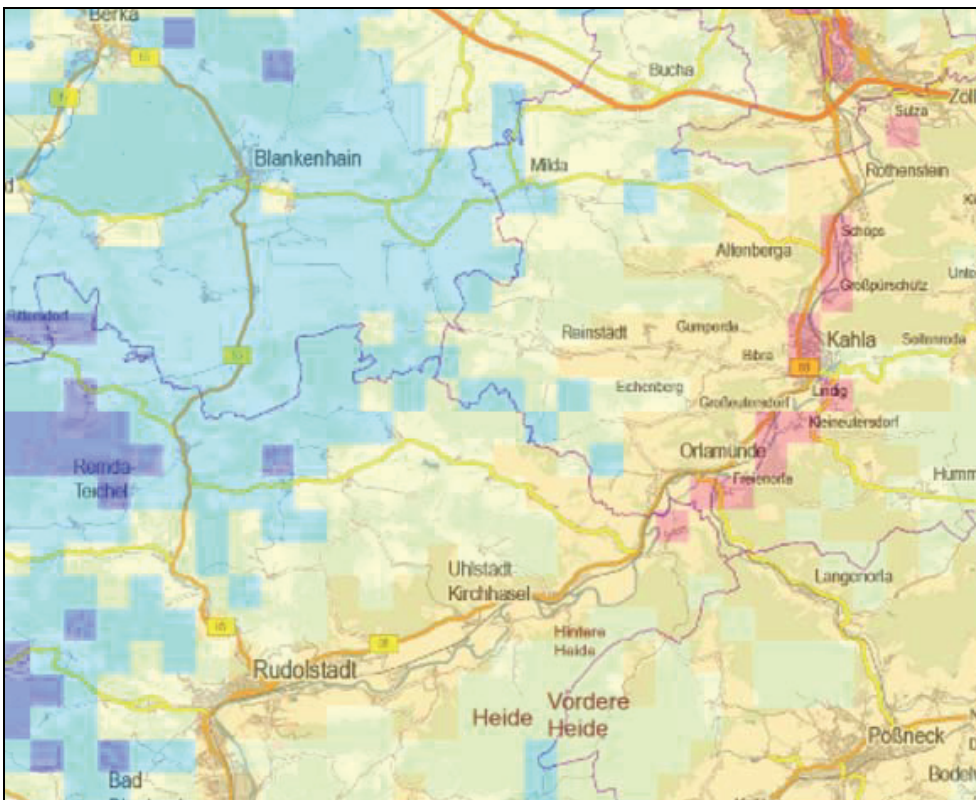
Es kann durchaus sein, dass sich die in der Anbaueignungskarte zu findenden Differenzen in der Praxis nicht immer nachvollziehen lassen. Andererseits ist aber auch möglich, dass vor Ort (vor allem in Grenzlagen in Bezug auf den Anbau von Sojabohnen) sehr kleinräumige Unterschiede zu finden sind, die aber durch die Anbaueignungskarte nicht wiedergespiegelt werden. Deshalb soll an dieser Stelle auch noch einmal ausdrücklich betont werden, dass die Karte als Orientierungshilfe bzgl. der Anbaueignung für Sojabohnen anzusehen ist. Eine unreflektierte Interpretation auf Parzellenebene ist nicht zielführend. Letztendlich entscheidend sind die mikroklimatischen Verhältnisse – leicht nach Süden exponierte Lagen eignen sich besser als Nordhänge und kalte, feuchte Niederungen – sowie standörtliche Eigenschaften wie z.B. das Stickstoffnachlieferungsvermögen des Bodens, das eher gering sein sollte. Organische Böden und Schläge mit hohem Wirtschaftsdüngereinsatz sind deshalb genauso ungeeignet wie Vorfrüchte mit hoher Stickstoffnachlieferung, da sie zu Lager, verzögerter Abreife, schlechtem Ertrag und schlechter Qualität führen. Auch extrem steinige Böden eignen sich weniger, da das Schneidwerk des Mähreschers bei der Ernte möglichst bodennah geführt werden muss, um Ernteverluste zu minimieren.

*Nutzung der Anbaueignungskarte im Geoportale des JKI*  
Wie bereits erwähnt, stehen die Karte für die Anbaueignung von Sojabohnen und alle Karten zu den betrachte-

ten Einflussfaktoren auch im Geoportale des Julius Kühn-Institutes für eine **interaktive** Benutzung zur Verfügung. Um alle dort bereitgestellten Funktionalitäten auch nutzen zu können, ist das (wenigstens einmalige) Lesen der „Bedienungsanleitung“ gerade für den ungeübten Nutzer von Geoinformationsdiensten **dringend** zu empfehlen. Zu diesen Informationen gelangt man durch einen einfachen Mausklick auf das Wort „Hilfe“ rechts oben am Bildrand. Eine der wichtigsten Regelmöglichkeiten ist das Einstellen der Transparenz der Karte (siehe Gliederungspunkt „Layerauswahl“ im Hilfemenü). Außerdem sollte man auch die Mehrzahl der anderen angebotenen Steuermöglichkeiten (verschiedene Zoomfunktionen, direkte Ortsanwahl/Adresssuche, Verschieben des Kartenausschnittes usw.) einmal ausprobieren. Nicht zuletzt erweist sich auch das Einblenden der Kartenlegende häufig als durchaus hilfreich für das eigene Verständnis der dargestellten Inhalte. Alle diese Steuermöglichkeiten machen die Nutzung der im Geoportale verfügbaren Karten erst so richtig attraktiv.

### Danksagung

An dieser Stelle möchten die Autoren Peter HORNEY, Ralf NEUKAMPF und Kathleen KRAMMER (alle JKI-Institut für Strategien und Folgenabschätzung) für deren Unterstützung bei den vorgestellten Arbeiten danken. Herr HORNEY hat sich um das Datenmanagement bzgl. der benötigten Klimadaten gekümmert und ist verantwortlich für die Darstellung der Ergebnisse/Karten auf der Geoportale-Seite des JKI im Internet. Herr NEUKAMPF hat die Visuali-



**Abb. 10.** Kleinräumige Unterschiede bzgl. der CHU-Wärmesummen.



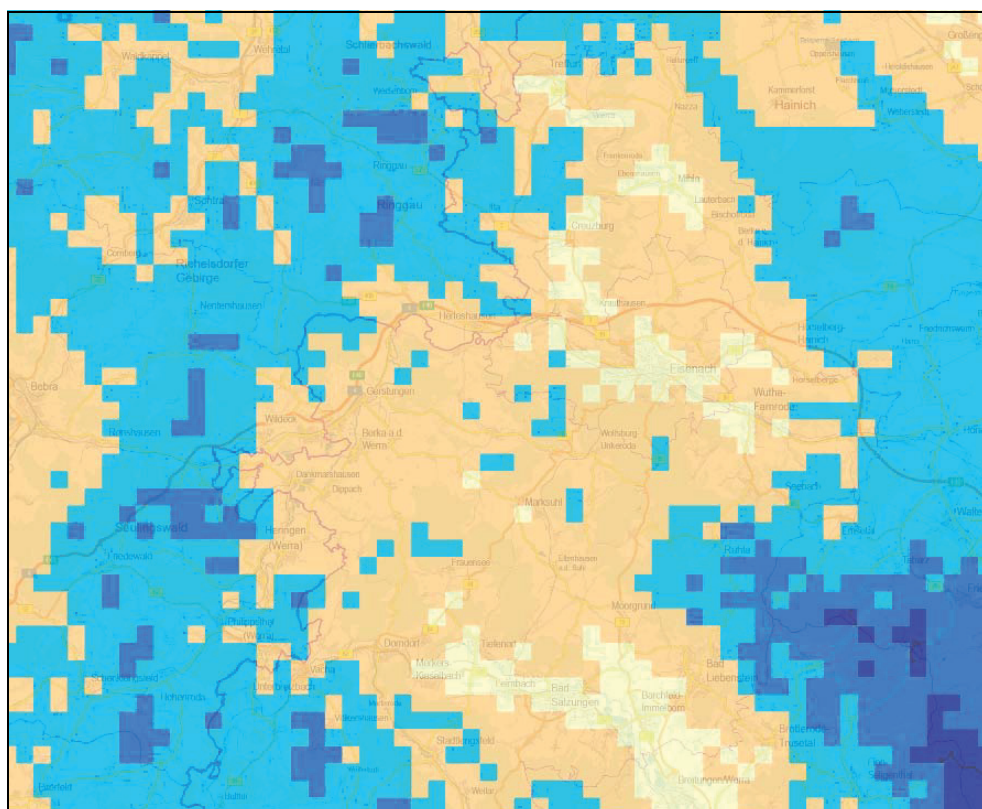


Abb. 11. Kleinräumige Unterschiede bzgl. Niederschlag.

sierung der erzielten Ergebnisse übernommen. Das heißt, er hat die entsprechenden Karten erstellt. Frau KRAMMER war (wie immer) eine große Hilfe bei der redaktionellen Bearbeitung der vorliegenden Publikation.

Unser Dank geht auch an Wolfgang JANSSEN vom Deutschen Wetterdienst. Er stand jederzeit für Nachfragen bzgl. der Bereitstellung und Diskussion der verwendeten Klimadaten zur Verfügung und hat auch sehr kurzfristig aufgetretene Fehler analysiert und behoben.

Bezüglich der Validierung der Ergebnisse gilt unser Dank den mit Soja befassten Spezialisten der verschiedenen Bundesländer: Alois AIGNER und Dr. Robert SCHÄTZL (LfL Bayern), Jürgen UNSLEBER (Sojanetzwerk), Heiko THOMASCHESKI (LLG Sachsen-Anhalt), Sabine WÖLFEL (TLL Thüringen), Ulf JÄCKEL (LfULG Sachsen), Markus MÜCKE (LWK Niedersachsen), Philipp LAUSMANN (LLH Hessen) und Albert ANDERL (DLR Rheinland-Pfalz), sowie den Betreuern des Soja-Vertragsanbaus bei der Life Food GmbH („Taifun“) Martin MIERSCH und Fabian VON BEESTEN.

## Literatur

- BROWN, D.M., A. BOOTSMA, 1993: Crop Heat Units for Corn and Other Warm Season Crops in Ontario. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Factsheet No. 93-119, Agdex 111/31, 4 pp.
- DWD, 2016: Climate Data Center, <ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/>.
- KASPAR, F., G. MÜLLER-WESTERMEIER, E. PENDA, H. MÄCHEL, K. ZIMMERMANN, A. KAISER-WEISS, T. DEUTSCHLÄNDER, 2013: Monitoring of climate change in Germany – data, products and services of Germany's National Climate Data Centre. *Advances in Science and Research* 10, 99-106.
- SHEN, S.S.P., H. YIN, K. CANNON, A. HOWARD, S. CHETNER, T.R. KARL, 2005: Temporal and Spatial Changes of the Agroclimate in Alberta, Canada, from 1901 to 2002. *Journal of Applied Meteorology* Vol. 44, 1090-1105.
- WILBOIS, K.P., A.-K. SPIEGEL, L. ASAM, C. BALKO, H. BECKER, E. BERSSET, A. BUTZ, T. HAASE, A. HABEKUSS, V. HAHN, J. HESS, B. HORNEBURG, B. HÜSING, M. KOHLBRECHER, C. LITTMANN, M. MESSMER, M. MIERSCH, A. MINDERMANN, H. NUSSBAUMER, F. ORDON, J. RECKNAGEL, H. SCHULZ, K. SPORY, D. TRAUTZ, J. UNSLEBER, M. VERGARA, R. VOGEL, W. VOGT-KAUTE, B. WEDEMEIER-KREMER, S. ZIMMER, T. ZURHEIDE, 2014: Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung sowie pflanzenbauliche und verarbeitungstechnische Optimierung. Abschlussbericht zum BÖLN-Projekt 11NA001-008, 491 S., <http://orgprints.org/28484/>.