Hildesheimer Geographische Studien Bd. 2	2013	S. 34 – 61

Auswertung landwirtschaftlicher Kalender aus der Hildesheimer Börde zur Analyse lokaler Klimaveränderungen und deren Auswirkungen auf Vegetation und Landwirtschaft

Hannah Graen & Martin Sauerwein

Zusammenfassung

Der Klimawandel ist seit Jahren eine unbestreitbare Tatsache. Seine bisherigen und möglichen zukünftigen globalen Auswirkungen lassen sich dementsprechend modellieren. Wie jedoch zeigt sich der Klimawandel auf kleinräumiger, lokaler Ebene? Und lassen sich Veränderungen nicht nur in Bezug auf die Klimaparameter, sondern auch auf Vegetation und Landwirtschaft beobachten?

Mit Hilfe der landwirtschaftlichen Kalender eines Landwirtes aus Machtsum im Gebiet der Hildesheimer Börde aus den Jahren 1932 – 1983 wurden Veränderungen verschiedener Klimaparameter und der Vegetationsphasen der Ackerfrüchte nachgezeichnet, zudem wurden Niederschlags- und Temperaturdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) herangezogen, um die Werte der Kalender überprüfen und eine längere Zeitreihe (bis 2010/11) überblicken zu können.

Anhand dieser Daten konnte nachgewiesen werden, dass die durchschnittlichen Jahresniederschlagsmengen signifikant zugenommen haben sowie sich die Frostperiode verkürzt hat. Die anderen Parameter wiesen im Jahresdurchschnitt jedoch keine deutlichen Veränderungen auf. Seitens der Vegetationsphase der Ackerfrüchte ist eine Verlängerung ableitbar. Diese zeigt sich jedoch stark anthropogen überprägt. Klimaveränderungen und Verlängerung der Vegetationsphase können auf Grundlage dieser Daten nicht zweifelsfrei in Zusammenhang gebracht werden, sodass der Einfluss des Menschen bei Betrachtung der Ergebnisse nicht vernachlässigt werden darf.

Schlüsselwörter: Klimawandel, Agrarklima, Hildesheimer Börde

Summary

Climate Change has been an undeniable fact for years. It's global previous and possible future impacts can therefore be modelled quite well. But how does Climate Change arise on small-scale, local level? And how can changes be observed, not only in matters of parameters of climate but also of vegetation and agriculture?

By means of the agricultural almanacs of a farmer from the village of Machtsum, located at the Hildesheimer Börde, available from 1932 – 1983, it was possible to reproduce transformations of various climate parameters and growing season of agricultural crops. Furthermore, from the Deutsche Wetterdienst (DWD) precipitation and temperature data was used to check the almanacs data and overview longer time series (up to 2010/11).

On the basis of these data a significant increase of annual average precipitation and shortening of the freezing season could be proved. The other climate parameters did not show any explicit changes in annual average. On the part of growing season there is an apparent extension. However, this is highly anthropogenic affected so that transformations in climate and extension of the growing season cannot be pulled together without a doubt. So the impact of mankind must not be neglected by considering this results.

Key words: climate change, agricultural climate, Hildesheimer Börde

1 Einleitung

Der anthropogene Klimawandel ist seit Jahren eine wissenschaftliche Tatsache (LATIF 2012: 6). Die globale Erwärmung, hervorgerufen durch den anthropogenen Treibhauseffekt, schreitet seit Beginn der Industrialisierung zunehmend voran und wirkt sich auf unterschiedliche Art und Weise auf Mensch und Umwelt aus. Selbst wenn der Ausstoß der anthropogen verursachten Treibhausgase drastisch zurückgefahren wird, werden sich das Klima weiter erwärmen und sich die Auswirkungen weiter verstärken. Bei der Frage nach diesen Auswirkungen wird zunächst zumeist an die globalen Folgen gedacht, wie den Anstieg des Meeresspiegels oder das Auftreten von Dürrekatastrophen (LATIF 2012: 6 ff.). Bezogen auf den lokalen Raum, die eigene Umwelt, treten die Veränderungen weniger deutlich hervor und werden daher oft unterschätzt.

Aus diesem Grund soll im Folgenden exemplarisch analysiert werden, wie sich der Klimawandel in der Hildesheimer Börde in dem Zeitraum von 1932 bis 1983 ausgewirkt hat und was sich daraus über die zukünftige Entwicklung ableiten lässt. Grundlage sind vierzig landwirtschaftliche Kalender, die von einem Landwirt aus Machtsum geführt wurden, wobei in den 30er und 40er Jahren einige Bände fehlen. Aufgezeichnet sind unter anderem die Wetterbedingungen (fast) jedes einzelnen Tages inklusive Niederschlagsmengen und gelegentlicher Temperaturaufzeichnungen sowie landwirtschaftliche Tätigkeiten und phänomenologische Beobachtungen, hauptsächlich zur Entwicklung der Ackerfrüchte.

Anhand dieser Daten soll überprüft werden, ob und inwieweit sich das Klima hinsichtlich Niederschlagsmengen und Niederschlagsverteilung wie auch Auftreten von Starkniederschlägen und Frostperioden verändert hat, ob sich Auswirkungen auf die Landwirtschaft erkennen lassen und wie sich diese darstellen.

Die Daten der landwirtschaftlichen Kalender werden ergänzt durch Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD), um Messungenauigkeiten in den Aufzeichnungen auszuschließen und die Entwicklung der Temperatur, die (als in Bezug auf den Klimawandel zentraler Klimaparameter) in den Kalendern kaum angegeben ist, zu überprüfen. Daneben wird mit Hilfe dieser Daten auch die Entwicklung nach 1983 im Bereich von Niederschlag und Temperatur ergänzt, um eine Verbindung zu heute und einen Ausblick in die Zukunft zu schaffen.

2 Methodisches Vorgehen

Grundlage sind die landwirtschaftlichen Kalender des Landwirtes Heinrich Hartmann aus Machtsum, einem in der Hildesheimer Börde gelegenen Dorf. **Soweit nicht anders gekennzeichnet, sind alle verwendeten Daten diesen Kalendern entnommen.** Die Kalender reichen von 1932 bis 1983, jedoch fehlen einige Bände, insbesondere in den ersten zwei Jahrzehnten, sodass insgesamt 40 Kalender vorliegen. Darüber hinaus wurden die Temperatur- und Niederschlagshöhendaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) von der nächstgelegenen Wetterstation Hannover-Langenhagen zum Ausschluss von Ungenauigkeiten bzw. der Vervollständigung der Datenreihe genutzt.

Zur Auswertung der Daten wurde jeweils sowohl ein polynomischer Trend 3. Grades als auch ein 5-jähriges gleitendes Mittel angelegt. Der polynomische Trend macht die Gesamtentwicklung sehr gut deutlich, das gleitende Mittel hingegen stellt die Schwankungen im Entwicklungsverlauf besser dar.

2.1 Auswertung der Angaben zu Klimaparametern

Als Klimaparameter, die sich in den Einträgen als auswertbar erwiesen, sind Niederschlag in Form von Schnee und Regen sowie die Temperaturen im Frostbereich zu nennen. Der Niederschlag wurde nach Recherchen mit dem Niederschlagsmesser nach HELLMANN gemessen. Zweifel bestehen bezüglich des konkreten Standpunktes. Zudem ist den Aufzeichnungen zu entnehmen, dass die Schneemengen

vermutlich nicht oder nur gelegentlich mit gemessen wurden, denn hier fehlen meist die Mengenangaben, sodass damit zu rechnen ist, dass die Niederschlagshöhen insbesondere in den Monaten mit Schneefall unterschätzt worden sind. Des Weiteren ist schwer zu bewerten, ob die Messung tatsächlich immer zur selben Uhrzeit stattfand und wie genau die Werte abgelesen wurden, da sie nicht für wissenschaftliche Zwecke, sondern nur für den privaten Gebrauch getätigt wurden, für den eine geringe Abweichung vermutlich nicht von großer Bedeutung ist.

Weiterhin gestaltete sich die Auswertung der Einträge der Messergebnisse als schwierig. Diese sind in ihrer Zeitangabe oftmals nur ungenau. Teilweise wird zwar der Beginn oder auch das Ende eines Niederschlagsereignisses angegeben, doch ist dies nicht immer der Fall und selten beides gemeinsam. So sind beispielsweise Starkniederschlagsereignisse nach üblicher Vorgehendweise nicht auswertbar. Diese werden vom DWD in zwei Stufen angeben: Als Starkregen werden dort Regenmengen ≥ 10 mm pro 1 Stunden beziehungsweise ≥ 20 mm pro 6 Stunden bezeichnet oder aber Regenmengen ≥ 25 mm pro 1 Stunde beziehungsweise ≥ 35 mm pro 6 Stunden (DWD 2012c: o. S.). Da die Zeit jedoch nicht angegeben ist und zudem bei mehreren Niederschlagsereignissen pro Tag nicht die Einzel-, sondern nur die Gesamtniederschlagsmenge angegeben ist, ist eine Auswertung nach dieser Definition nicht möglich. Es zeigen sich hier jedoch bereits Schwierigkeiten, wenn es darum geht, bei dem unspezifischen Eintrag „nachts Regen“ abzugrenzen, ob dieser Regen am Tag des Eintrags, am Tag zuvor, vielleicht sogar erst am nächsten Tag oder über die gesamte Nacht fiel.

Konfrontiert mit diesen Ungenauigkeiten wurden folgende Auswertungskriterien zu Grunde gelegt: Um herauszufinden, ob der Niederschlag ab- oder zugenommen hat, wurden zunächst die Tage ausgezählt, an denen Niederschlag gefallen ist. Jeder Tag, bei dem aus dem Kalendereintrag ersichtlich wird, dass Niederschlag gefallen ist, wurde als Niederschlagstag gezählt, unabhängig davon, ob das Ereignis in der Nacht oder am Tag stattfand.

Wenn aus einem Eintrag ersichtlich wurde, dass tatsächlich die auf den Tag des Eintrags folgende Nacht gemeint ist, wird auch der folgende Tag als Niederschlagstag angegeben, da es dann wahrscheinlich ist, dass der Niederschlag auch noch nach 0 Uhr fiel. Für beide Tage wurden Niederschläge eingetragen, wenn aus dem Eintrag hervorging, dass der Niederschlag die ganze Nacht angehalten hat.

Als Niederschlagstage wurden dabei sämtliche Tage gezählt, deren Einträge auf jegliche Form des Niederschlags hindeuten, wie sie beim DWD aufgeführt sind (DWD 2012c: o. S.).

Daneben wurden auch die aufgeführten Niederschlagshöhen ausgewertet. Problematisch ist hierbei, dass gelegentlich zwar Eintragungen zu Niederschlagsereignissen existieren, aber die Mengenangaben fehlten. Es gibt auch den umgekehrten Fall; hier wurde dann trotzdem ein Niederschlagstag gezählt, da offensichtlich Niederschlag gefallen sein muss. Dies erscheint jedoch – soll zunächst nur geklärt werden, wie sich die Niederschläge entwickeln – als geringeres Problem, da diese Niederschlagsmengenentwicklungen mit der Anzahl der Regentage abgeglichen und deren Korrelation überprüft werden.

Starkniederschlagsereignisse konnten, wie bereits erwähnt, nicht nach den üblichen Definitionen ausgewertet werden. Da nicht aus dem Verhältnis von Zeit und Niederschlagshöhe auf ein Starkniederschlagsereignis geschlossen werden konnte, musste sich nach den Formulierungen bezüglich der Niederschlagsereignisse sowie den Mengenangaben gerichtet werden.

Nach DWD werden vier verschiedene Mengenangaben genannt, die unter bestimmten Umständen Starkniederschlagsereignisse kennzeichnen: ≥ 10 mm, ≥ 20 mm, ≥ 25 mm und ≥ 35 mm (DWD 2012c: o. S.). Bei LATIF werden Niederschläge ≥ 30 mm als Starkniederschläge geführt (2012: 21). Um möglichst aussagekräftige Werte zu erhalten, wurden sowohl Starkniederschlagsereignisse ≥ 10 mm als auch ≥ 20 mm und ≥ 30 mm ausgewertet. Hier wurde anschließend unterschieden zwischen Daten, die sehr wahrscheinlich Starkniederschlagsereignisse darstellten. Bei diesen wurde aus den Formulierungen der Kalendereinträge ersichtlich, dass es sich vermutlich um solche handelt: Bei „starke

Schauer“ oder Eintragungen zu Gewittern ist sehr wahrscheinlich, dass es sich dabei tatsächlich um Starkniederschläge handelt. Die Eintragungen, die dieses Kriterium nicht erfüllen, bei denen jedoch auch nicht sicher ist, dass es sich um mehrere Ereignisse handelt beziehungsweise dass das Ereignis zu lange andauerte, um einem Starkregen zu entsprechen, wurden gemeinsam mit den wahrscheinlichen Eintragungen in einem weiteren Punkt zusammengefasst. In einem dritten Punkt wurden Tage aufgeführt, die eine Gesamtniederschlagsmenge von ≥ 10, 20 und 30 mm aufweisen. Auf diese Weise sollte sichergestellt werden, dass keine Ereignisse aus der Auswertung herausfallen.

Die Angaben zum Niederschlag in Schneeform beschränken sich auf die Erwähnung des Ereignisses sowie gelegentliche Angaben zur Schneehöhe. Da eine genaue Mengenangabe so nicht möglich ist, musste auf die einzige Möglichkeit ausgewichen werden, eine Entwicklung des Schneefalls darzustellen: Die Anzahl der Tage mit Schneefall. Für die Auswertung wurde so vorgegangen, wie bereits bei den Tagen mit Niederschlag dargestellt.

Im weiteren Verlauf wird gelegentlich das Wort „Schneetag“ genutzt. Dieser Begriff ist dabei keineswegs gleichzusetzen mit der vom DWD aufgeführten Definition, nach der ein Schneetag ein Tag ist „an welchem 24 Stunden lang ausschließlich Schnee gefallen ist“ (DWD 2012c: o. S.), denn eine solche Auswertung wäre nach den vorliegenden Daten gar nicht möglich. Der Begriff „Schneetag“ bezeichnet im Folgenden schlicht einen Tag mit Schneefall und wird nur der Vereinfachung halber verwendet.

Für die Messung der Temperaturen ist die Lufttemperatur relevant. Diese wird standardgemäß mit einem Thermometer in 2 m über dem Erdboden gemessen (DWD 2012c: o. S.; SCHÖNWIESE 2008: 69). Es ist sehr unwahrscheinlich, dass die vorliegenden Werte auf eine solche Weise gemessen wurden. Aus diesem Grund und da die Daten ohnehin nur sporadisch aufgezeichnet wurden (zumeist bei Frosttemperaturen im Winter oder sehr hohen Werten im Sommer), werden zusätzlich die Monats- und Jahresdurchschnittstemperaturwerte des DWD aus der Wetterstation Hannover-Langenhagen herangezogen.

Dennoch lässt sich aus den Angaben zu Temperaturen ≤ 0°C beziehungsweise Notizen zu Raureif oder Frösten die Andauer der Frostperiode halbwegs genau herauslesen, indem der erste und der letzte Frost bestimmt werden. Natürlich ist unwahrscheinlich, dass insbesondere die gemessenen Temperaturen stets den ersten beziehungsweise letzten Frost anzeigen. Es ist eher zu vermuten, dass die sehr späten beziehungsweise sehr frühen Fröste nicht bemerkt wurden, weil der Zeitpunkt der täglichen Messung wahrscheinlich irgendwann im Verlaufe des Tages liegt, nicht aber in der Nacht, in der die Temperaturen noch einmal tiefer sinken. Dadurch, dass damit vermutlich nicht (oder zumindest nur selten) der Tagestiefstwert der Temperatur gemessen werden konnte, kann hier auch nur von Frosttagen (das Minimum der Lufttemperatur liegt unterhalb des Gefrierpunktes; DWD 2012c: o. S.), nicht aber von Eistagen (das Maximum der Lufttemperatur liegt unter dem Gefrierpunkt; ebd.) gesprochen werden. Da allerdings zu vermuten ist, dass hier systematisch immer der gleiche Fehler auftaucht, ist es wahrscheinlich, dass dennoch eine folgerichtige Entwicklung beobachtbar ist.

2.2 Auswertung der Angaben zu Vegetation und Landwirtschaft

In Bezug auf Vegetation und Landwirtschaft konnten die Vegetationsperioden von Winterweizen, Wintergerste, Roggen, Sommerweizen, Hafer und Zuckerrüben ausgewertet werden. Hier wurden phänomenologische Daten für die unterschiedlichen Pflanzen notiert. Für eine solche phänomenologische Beobachtung werden Pflanzen auf den Zeitpunkt des Eintretens verschiedener Wachstumsphasen (z.B. Blüte) kontrolliert. Dabei ist eine genaue Dokumentation hinsichtlich Pflanzenart, Standort und Datum des Eintritts besonders wichtig. Weiterhin sollte die Pflanze so oft wie möglich aufgesucht werden, um den exakten Eintrittstermin einer Phase zu bestimmen und es sollten stets die gleichen Pflanzen beobachtet werden (VAN EIMERN & HÄCKEL 1984: 120 f.).

Für die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen gelten u.a. folgende Phasen:

- *Beginn der Bestellung*: Der Tag, an dem die Saat gedrillt wird.
- *Aufgang*: „Ist erreicht, wenn sich die jungen Pflänzchen etwa 1 cm über den Boden erhoben haben“ (VAN EIMERN & HÄCKEL 1984: 121) und die Drillreihen sichtbar werden.
- *Ährenschieben*: Bei ¾ des Bestandes haben sich die Ährenspindeln bereits ganz aus der Blattscheide herausgeschoben.
- *Allgemeiner Blühbeginn (Vollblüte)*: Die Staubbeutel platzen auf und geben Blütenstaub ab.
- *Gelbreife*: Das Getreide hat sich vollständig von grün nach gelb verfärbt.
- *Vollreife*: Die Getreidekörner sind geschrumpft und hart geworden, Stroh und Ähren werden brüchig.
- *Beginn der Mähdruschernte*: Dieser muss nicht zwangsläufig mit der Vollreife zusammenfallen, sondern kann auch einige Tage danach liegen (betriebswirtschaftliche Gründe, Witterungsverhältnisse).
- *Bestandsschluss*: Kann z.B. bei Zuckerrüben von Bedeutung sein; ist gegeben, „wenn sich das Blätterdach schließt und der Boden kaum mehr sichtbar ist: Die Pflanzen der gegenüberliegenden Reihen berühren sich“ (VAN EIMERN & HÄCKEL 1984: 121). Zu unterscheiden vom Zeitpunkt, an dem sich die Reihen schließen und keine Lücken mehr zwischen den normal gewachsenen Pflanzen einer Reihe ist (VAN EIMERN & HÄCKEL 1984: 121).

Aus den Kalendern geht hervor, dass auch Herr Hartmann solche Beobachtungen durchgeführt hat. Für das Getreide und die Zuckerrüben wurden nahezu immer Aussaat (entspricht dem *Beginn der Bestellung*) und Ernte (entspricht dem *Beginn der Mähdruschernte* beim Getreide) notiert. Weniger eindeutig zeigen sich die Einträge beispielsweise zum *Ährenschieben* und zur *Vollreife*. Gerade hier ist allerdings die Datenmenge oftmals so gering, dass sie für eine Auswertung nicht brauchbar war.

Da zudem auch der Reifezeitpunkt selten genannt ist, muss als Endpunkt der Vegetationsperiode der Erntebeginn verwendet werden, wodurch anthropogene Faktoren noch stärker in das Endergebnis der Gesamtzeit der Vegetationsperiode mit hineinspielen. So besteht beispielsweise das Problem, dass teilweise zu Beginn der Ernte das Getreide noch nicht reif ist. Dies muss bei der späteren Interpretation der Ergebnisse stets bedacht werden.

Besonders beim Hafer ergab sich das Problem, dass dieser nicht nur als Monokultur angebaut wurde, sondern auch als sogenanntes „Gemenge“ zusammen mit beispielsweise Bohnen als Viehfutter. Hier wurde jeweils nur die Monokultur betrachtet.

Als Datum des Phasenbeginns wurde jeweils das Datum der ersten Eintragung für die jeweilige Phase der jeweiligen Feldfrucht verwendet.

3 Klimawandel

3.1 Bisherige Entwicklung

Ursache der klimatischen Schwankungen sind zunächst verschiedene natürliche Prozesse. Das Holozän weist im Vergleich zur vorangegangenen Kaltzeit eine „außergewöhnliche Stabilität des Klimas“ (LATIF 2012: 44) auf (ebd.; FABIAN 2002: 181). Diese Tatsache lässt die markante Erwärmung, die etwa zum Beginn des Industriezeitalters um 1850 einsetzte (SCHÖNWIESE 2008: 304) und sich von da an fortsetzte, besonders hervortreten. Speziell die Entwicklung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ist auffällig (LATIF 2012: 46; 2009: 77). Dies wird deutlich im weltweiten Durchschnitt der oberflächennahen Temperatur der Erde: Nicht nur, dass die Temperatur steigt, die Erwärmungsrate hat sich in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts im Vergleich zur Rate der ersten Hälfte beschleunigt (LATIF 2012: 8). In Zahlen ausgedrückt bedeutet das einen globalen Temperaturanstieg seit 1900 um

0,7°C und über der Nordhalbkugel um etwa 1°C. Für die Arktis liegen die Werte sogar noch höher (LATIF 2012: 16).

Es gilt nach heutigem Forschungsstand als sicher, dass diese rasante Erwärmung nicht allein natürlichen Ursprungs sein kann, sondern stark anthropogen beeinflusst ist (FABIAN 2002: 183; IPCC 2007: 39; LATIF 2012: 16). Als Hauptursache für die globale Erwärmung wird der anthropogen verursachte Ausstoß von Treibhausgasen angesehen. Dieser steigt seit Beginn der Industrialisierung stetig an (IPCC 2007: 36 f.; LATIF 2012: 7). Das Gas, das heute als Hauptverursacher der globalen Erwärmung angenommen wird, ist das Kohlendioxid (CO_2), dessen Anteil in der Atmosphäre im Vergleich zu vorindustrieller Zeit um 40% erhöht wurde (von 280 ppm vor Beginn der Industrialisierung auf etwa 390 ppm 2012) (LATIF 2012: 7). Die Ursachen für den Anstieg der Treibhausgase liegen vor allem in der Verbrennung fossiler Brennstoffe (CO_2, CH_4) und der Brandrodung der tropischen Regenwälder (CO_2) sowie in der Landwirtschaft (CH_4, N_2O) (IPCC 2007: 37; LATIF 2012: 7)

In Deutschland ist der Erwärmungstrend seit etwa 1890 festzustellen und liegt bei 1°C (SCHÖNWIESE 2008: 313). Die Temperaturveränderungen fallen insbesondere im Sommer und Winter auf. So traten in den letzten drei Jahrzehnten gehäuft milde Winter auf. Insbesondere sind dabei die Winter „1975, 1988-1990, 1995, 1998 und vor allem der Rekordwinter 2007“ (SCHÖNWIESE 2008: 314) zu nennen. Dabei ist zu beachten, dass von 1901-2000 der winterliche Erwärmungstrend im Vergleich mit den anderen Jahreszeiten nicht sonderlich auffällig ist (+ 0,8°C), die Temperaturzunahme zwischen 1951-1990 mit + 1,6°C und zwischen 1981-2000 mit + 2,3°C aber deutlich aus dem Rahmen fällt (SCHÖNWIESE 2008: 314). Auch im Sommer ist eine Erwärmung zu erkennen, wenn auch nicht so hervorstechend wie im Winter. Hier zeigt sich zwischen 1901-2000 eine Erwärmung von + 1,0°C, zwischen 1981-2000 sind es + 0,7°C. Dieser Trend wird auch darin deutlich, dass in den letzten Jahren die besonders warmen Sommer zunehmen (1947, 1983, 1992, 1994 und besonders 2003) (ebd.).

In Bezug auf die Niederschlagsmengen lässt sich erkennen, dass die winterlichen Niederschläge stark zunehmen. Dies steht in Verbindung mit „einer entsprechenden Zunahme der Häufigkeit und Andauer von Großwetterlagen, die durch Advektion warm-feuchter Luft aus Westen (zonal dominierte Zirkulation) gekennzeichnet sind“ (SCHÖNWIESE 2008: 317), was sich wiederum auf einen „zunehmend positiven Modus der Nordatlantik-Oszillation“ (ebd.) zurückführen lässt. Im Gegensatz dazu fallen die extremen Trockensommer der Jahre 1904, 1911, 1947, 1949, 1976, 1983 und 2003 auf, die oftmals gleichzeitig mit den Hitzesommern auftreten (SCHÖNWIESE 2008: 315).

HABERLANDT ET AL. haben die Entwicklung von Temperatur und Niederschlag im Zeitraum von 1951 bis 2005 für Niedersachsen untersucht. Im Bereich der Mitteltemperaturen wird dabei deutlich, dass die Temperatur in allen Saisons bis auf den Herbst zugenommen hat (HABERLANDT ET AL. 2010: 30). Die Anzahl der Frosttage hingegen nimmt im Mittel um 23 Tage im Jahr ab, die der Hitzewellen um 15 Tage zu (HABERLANDT ET AL. 2010: 31). Insgesamt nimmt die Hitzewellendauer in allen Saisons zu (HABERLANDT ET AL. 2010: 30). Hinsichtlich der Niederschläge ist in dem längeren Zeitraum zwischen 1901 und 2000 eine winterliche Zunahme deutlich zu erkennen, während die Sommer trockener geworden sind (HABERLANDT ET AL. 2010: 28). Für den Zeitraum von 1951 bis 2005 zeigten die Untersuchungen, dass sich diese Entwicklungen fortsetzen. Zunahmen im Niederschlag sind dabei im Winter, Frühjahr und Herbst offensichtlich, wobei die größte Signifikanz im Winter zu verzeichnen ist, im Sommer hingegen nehmen die Niederschläge weiter ab. Die Zunahmen konzentrieren sich dabei vor allem auf den Norden und Süden Niedersachsens, während im zentralen Bereich die Trockendauer zunimmt (HABERLANDT ET AL. 2010: 35). Daneben wird aus den Untersuchungen ersichtlich, „dass nicht nur eine Umverteilung des Niederschlags innerhalb der Saisons und auf stärkere Ereignisse stattgefunden hat, sondern zusätzlich auch der Gesamtniederschlag angestiegen ist“ (HABERLAND ET AL. 2010: 33).

3.2 Erwartete zukünftige Entwicklungen

Die globale Erwärmung wird auch in Zukunft weiter fortschreiten. Dies hängt zum einen mit der Trägheit des Klimas zusammen, d.h. aufgrund der „langen internen Zeitskalen einiger Erdsystemkomponenten“ (LATIF 2012: 92) werden die Auswirkungen der globalen Erwärmung erst in Zukunft in vollem Ausmaß zu beobachten sein, zum anderen wird der anthropogen verursachte Ausstoß der Treibhausgase wahrscheinlich weiter voranschreiten, wenn sich auch heute noch nicht sagen lässt, wie sich dieser in Zukunft entwickeln wird (LATIF 2012: 92/94). Aufgrund dieser Unsicherheiten wurden vom IPCC verschiedene Szenarien erstellt. Diese gehen davon aus, dass es einen weiteren Temperaturanstieg geben wird: Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts wird dieser im besten Fall einen Wert von 0,6°C (wahrscheinliche Bandbreite: 0,3-0,9°C) erreichen, im ungünstigsten Fall jedoch werden die Durchschnittstemperaturen um bis zu 4,0°C (wahrscheinliche Bandbreite: 2,4-6,4°C) ansteigen (IPCC 2007: 45).

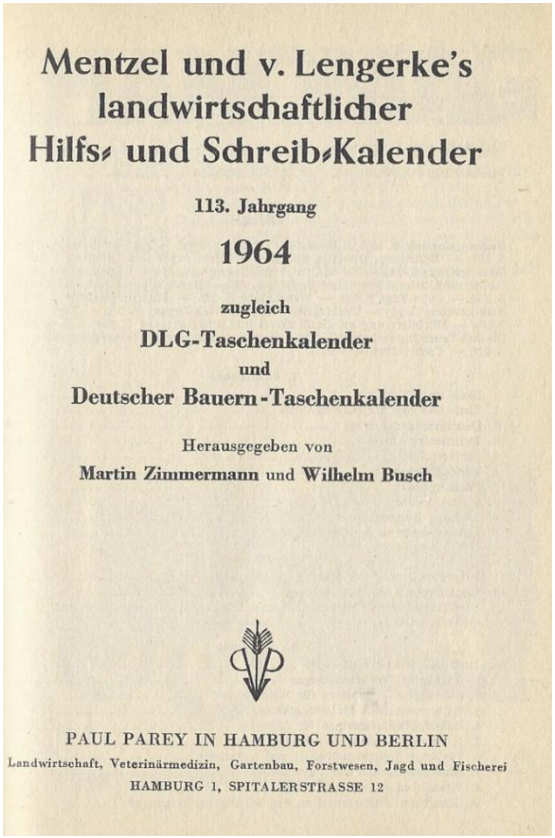
Für Deutschland wurden von GERSTENGARBE & WERNER Projektionen für den Zeitraum von 2051-2060 angestellt, welche darstellen, wie sich die Klimaextreme entwickeln. Laut ihren Berechnungen ist zu erwarten, dass sowohl die Sommertage (Tagesmaximum ≥ 25,0°C), als auch die heißen Tage (Tagesmaximum ≥ 30,0°C) zunehmen werden. Weiterhin wird sich auch in der Andauer der heißen beziehungsweise Sommertage eine Zunahme ergeben (GERSTENGARBE & WERNER 2009: 17 f.). Somit muss in Zukunft „mit einer Zunahme der Hitzebelastung, d. h., mit einer Zunahme der Intensität und der Periodenlänge sowie mit einer Verlängerung des Zeitraums, in dem Hitzeereignisse auftreten können, gerechnet werden“ (GERSTENGARBE & WERNER 2009: 18). Im Gegenzug dazu ist zu erwarten, dass die Kälteperioden in Zukunft abnehmen. Auch hier gibt es Änderungen sowohl in der Zahl der Eistage (Tagesmaximum < 0,0°C), als auch in der mittleren Andauer dieser. Das Ende der Periode mit Eistagen wird voraussichtlich bis über einen Monat vorverlegt, das mittlere Eintrittsdatum des ersten Eistages wird dagegen je nach Region zwischen 20 Tagen früher oder 20 Tagen später eintreten (GERSTENGARBE & WERNER 2009: 18).Die niederschlagsfreien Perioden werden im Osten Deutschlands (Südostbayern bis Oderhaff) deutlich zunehmen, wohingegen im Westen und Südwesten sogar eher eine Abnahme zu erwarten ist. Im Bereich der Starkniederschläge wird es voraussichtlich keine großen Änderungen geben. Es wird jedoch eine weitere Abnahme der Starkniederschlagsereignisse im Nordosten prognostiziert, die sich zudem zusätzlich auf Baden-Württemberg und Bayern ausweiten wird, im Norden und Westen hingegen ist eher mit einer Zunahme zu rechnen (GERSTENGARBE & WERNER 2009: 18 f.).

4 Untersuchungsgebiet

Das Dorf Machtsum gehört zur Gemeinde Harsum und liegt im Landkreis Hildesheim inmitten der Hildesheimer Börde, einem Landstrich, der sich aufgrund eiszeitlicher Ablagerungen (Löss) vor dem südlich anschließenden Bergland durch besonders fruchtbare Schwarzerdeböden auszeichnet (NLS & NIHR 2007: 124).

Das Klima ist mild, das langjährige Mittel der Temperatur liegt bei 8,9°C (DWD 2012b: o. S.), die Vegetationsperiode im Bereich der Hildesheimer Börde dauert etwa 230 bis 240 Tage (SEEDORF & MEYER 1992: 222) und ist somit länger als die der Nachbarlandschaften (SEEDORF & MEYER 1992: 222; SELCK 2005: 16). Die frostfreie Zeit liegt mit etwa 180 bis 200 Tagen relativ hoch (SEEDORF & MEYER 1992: 221). Weiterhin liegt die Hildesheimer Lössbörde im Bereich eines „Trockengebietes“ im Bergvorland: Bei den vorherrschenden Südwestwetterlagen liegt das Gebiet der Hildesheimer Börde im Lee des Berglandes, sodass hier weniger Niederschlag fällt. Zusätzlich erhält das Bördegebiet „auch bei West- und Nordwestwinden […] im Gegensatz zum harznahen Vorland sehr wenig Niederschlag, weil hier bereits die Stauwirkung des nördlichen Harzrandes aufgehört hat und das Gebiet außerdem

von niederschlagsabhaltenden Höhen umgeben ist“ (SEEDORF & MEYER 1992: 226). Das langjährige Mittel der Niederschlagsmengen liegt somit nur bei 655,6 mm (DWD 2012a: o. S.).


Mentzel und v. Lengerke's
landwirtschaftlicher
Hilfs- und Schreib-Kalender

113. Jahrgang

1964

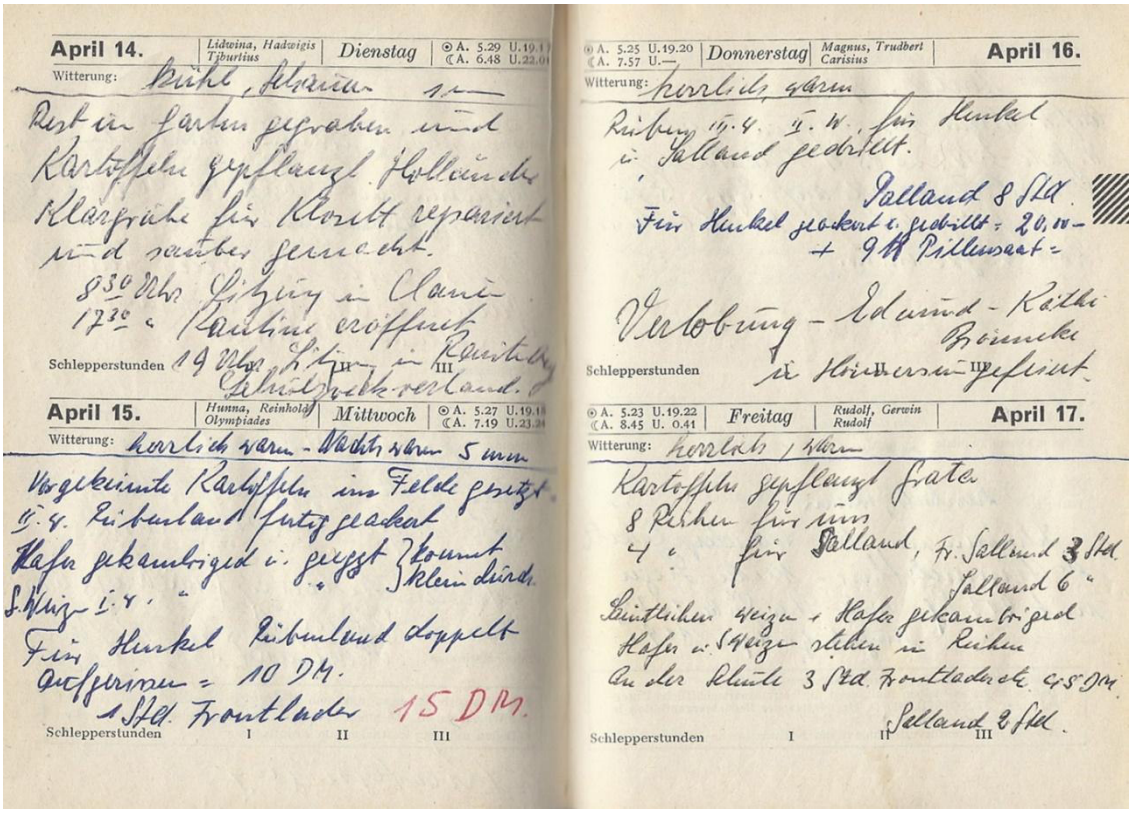
zugleich
DLG-Taschenkalender
und
Deutscher Bauern-Taschenkalender

Herausgegeben von
Martin Zimmermann und Wilhelm Busch

PAUL PAREY IN HAMBURG UND BERLIN
Landwirtschaft, Veterinärmedizin, Gartenbau, Forstwesen, Jagd und Fischerei
HAMBURG 1, SPITALERSTRASSE 12

Abb. 1: Titelseite eines landwirtschaftlichen Kalenders.

Aufgrund der günstigen klimatischen Bedingungen und der Bodenbeschaffenheit kann im Bereich der Hildesheimer Börde der anspruchsvolle Zuckerrübenanbau betrieben werden (DANNENBERG 2010: 78). Zusammen mit dem Winterweizen stellt sie die Hauptanbaufrucht auch in Machtsum: Die Zuckerrübe nimmt etwa 33% der Anbauflächen ein, der Winterweizen etwa 55% (AG MACHTSUM 2005: 54). Der sogenannte „Hartmann'sche Hof“, zu dem eine Ackerfläche von 29 ha gehört, befindet sich, soweit sich dessen Geschichte bis 1659 zurückverfolgen lässt, in Familienbesitz. Heinrich (genannt Heino) Hartmann übernahm den Hof 1942. Während seiner Bewirtschaftungszeit wurde der Hof zum Bundesvergleichshof bestimmt. Wie aus den landwirtschaftlichen Kalendern hervorgeht, waren zur Zeit der Aufzeichnungen auch hier Winterweizen und Zuckerrüben die Hauptanbaufrüchte. Daneben wurden hauptsächlich Sommerweizen, Wintergerste, Roggen, Hafer sowie Kartoffeln und verschiedene Futterpflanzen (in den früheren Jahren) angebaut. Seit 1973 bewirtschaftet sein Sohn Heinrich (Heiner) Hartmann den Hof (AG MACHTSUM: 56 ff.).


April 14. | Lidwina, Hadwigis, Tiburtius | Dienstag | ☉A. 5.29 U.19.1 ☾A. 6.48 U.22.0
Witterung: kühl, stürmisch
Rest in Garten gegraben und Kartoffeln gepflanzt. Holländer Klärgrube für Klosett repariert und sauber gemacht.
8³⁰ Uhr Sitzung in Clausthal
17³⁰ „ Karfreitag eröffnet
Schlepperstunden 19 Uhr Sitzung in Goslar
Gehaltsscheck verlangt.
Schlepperstunden I II III

April 15. | Hanna, Reinhold, Olympiades | Mittwoch | ☉A. 5.27 U.19.1 ☾A. 7.19 U.23.2
Witterung: herrlich warm - Nacht warm 5 mm
Vorgekeimte Kartoffeln im Felde gesetzt.
15.4. Eisenland Futterakaz
Hafer gekambriged i. gegrubbert Kommt Klein durch
S. Weiz 15.4. "
Für Henkel Eisenland doppelt
Ausfurchen = 10 DM.
1 Std. Frontlader 15 DM.
Schlepperstunden I II III

☉A. 5.25 U.19.20 ☾A. 7.57 U.— | Donnerstag | Magnus, Trudbert, Carisius | April 16.
Witterung: herrlich, warm
Rüben 15.4. 5. M. für Henkel i. Salland gedrillt.
Salland 8 Std.
Für Henkel geeggt u. gedrillt = 20,00 DM
+ 9 „ Billwerk =
Verlobung - Edmund - Käthi Bormke
Schlepperstunden in Hildesheim gefeiert
I II III

☉A. 5.23 U.19.22 ☾A. 8.45 U. 0.41 | Freitag | Rudolf, Gerwin, Rudolf | April 17.
Witterung: herrlich / warm
Kartoffeln gepflanzt Sorte
8 Reihen für uns
4 „ für Salland, Fr. Salland 3 Std.
Salland 6 „
Sommerweizen + Hafer gekambriged
Hafer u. Weizen drillen in Reihen
An der Bleiche 3 Std. Frontlader à 5 DM
Salland 3 Std.
Schlepperstunden I II III

Abb. 2: Auszug aus einem landwirtschaftlichen Kalender Heinrich Hartmanns (April 1964).

5 Auswertung der Kalender

Die Auswertung der landwirtschaftlichen Kalender bezieht sich auf Klimaparameter und Angaben zu Vegetation und Landwirtschaft. Im Bereich der Klimaparameter konnten Niederschlagshöhe und Niederschlagstage ausgewertet werden sowie Starkniederschlagsereignisse, weiterhin Tage mit Schneefall und Frostperioden. Unterstützt werden diese Daten mit Daten des DWD zur Temperaturentwicklung und zur Niederschlagshöhe. Unter den Angaben zur Vegetation und Landwirtschaft ließen sich die Vegetationsperioden von Sommer- und Winterweizen, Gerste, Roggen, Hafer und Zuckerrüben auswerten.

5.1 Änderungen der Klimaparameter

Für die Betrachtung der Veränderung der Klimaparameter werden zunächst die Daten des DWD bezüglich Temperatur und Niederschlagshöhe herangezogen, da hier davon ausgegangen werden kann, dass sie trotz der räumlichen Entfernung die genauesten Werte liefern.

Legt man einen polynomischen Trend 3. Grades an, wird deutlich, dass die Temperatur nach Daten der Klimastation Hannover-Langenhagen von 1936 bis 2011 im Jahresmittel um + 1,08°C angestiegen ist (vgl. Abb. 3). In Bezug auf die saisonalen Veränderungen zeigt sich, dass die Temperatur in jedem Fall zugenommen hat. Der stärkste Anstieg ist dabei im Herbst mit + 1,5°C zu verzeichnen, der geringste im Sommer mit + 0,5°C. Bei Betrachtung des 5-jährigen gleitenden Mittels ergibt sich eine Veränderung um + 1,03°C (vgl. Abb. 3). Der Temperaturanstieg ist im Winter am deutlichsten ausgeprägt (+ 1,6°C), die geringste Zunahme findet sich auch hier im Sommer (+ 0,3°C). Ebenso ist auch hier der April der Monat mit dem stärksten Temperaturanstieg (+ 3°C).

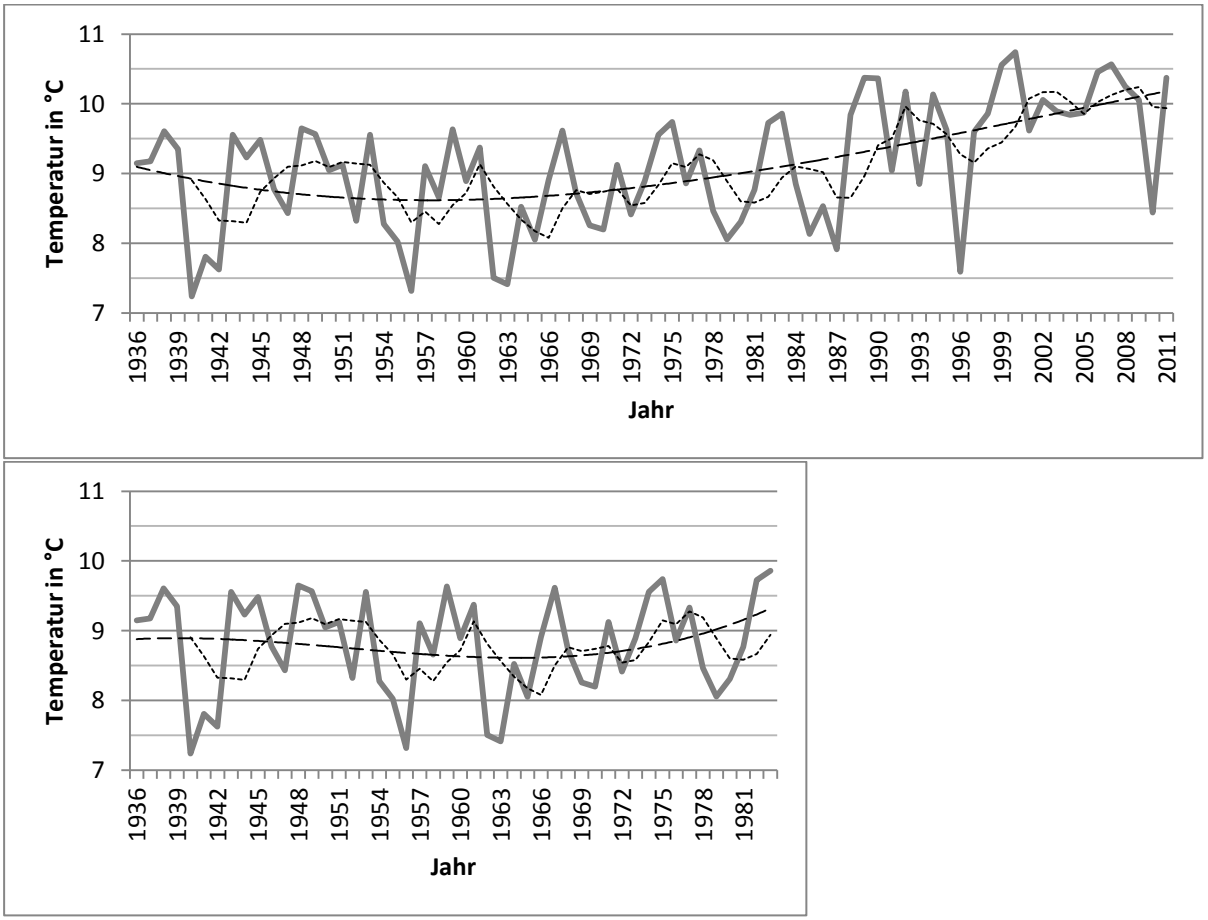


Abb. 3: Entwicklung der Jahresdurchschnittstemperatur von 1936 bis 2011 (oben) und 1936 bis 1983 (unten). Die gestrichelte Linie zeigt den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunktete das 5-jährige gleitende Mittel (Quelle: DWD 2012a, DWD 2012b).

Die Werte für den von den Kalendern abgedeckten Zeitraum von 1936 bis 1983 sind erwartungsgemäß weniger stark ausgeprägt. Nach polynomischem Trend ergibt sich im Jahresmittel eine Temperaturzunahme um + 0,44°C. Ein Anstieg der Temperatur ist sowohl in Frühling als auch im Herbst und Winter zu verzeichnen, die größte Änderung ergibt sich dabei im Herbst mit + 0,8 °C. Nur im Sommer ist ein Absinken der Temperatur zu erkennen (– 0,4 °C). Als Monat mit dem stärksten Temperaturanstieg zeigt sich der Dezember (+ 2,3°C), im Juni hingegen sinkt die Temperatur am deutlichsten (– 1,6°C). Bei Berechnung des gleitenden Mittels gibt es in Bezug auf die Jahresdurchschnittstemperatur keine ausgeprägte Veränderung, es ist lediglich ein Anstieg um + 0,05°C zu erkennen. Die Veränderungen hinsichtlich Saison und Monat hingegen entsprechen der Tendenz des polynomischen Trends, wenn auch mit anderen Werten: Die stärkste Zunahme der Temperatur im Jahresverlauf lässt sich im Herbst mit +0,4°C erkennen, die stärkste Abnahme im Sommer mit -0,6°C. Der Monat mit dem stärksten Temperaturanstieg ist der Dezember (+2,05°C), im Juni sinkt die Temperatur mit -1,35°C am deutlichsten.

Die Entwicklung der Niederschlagshöhen im Zeitraum zwischen 1936 und 2010 zeigt sich nach polynomischem Trend negativ. Es ergibt sich eine Abnahme von – 11 mm im Jahresdurchschnitt (vgl. Abb. 4). Die Abnahme der Niederschläge verteilt sich dabei auf Frühling, Herbst (mit – 15 mm die stärkste Niederschlagsverringerung) und Winter, nur im Sommer nehmen die Niederschläge zu (+ 28,5 mm).

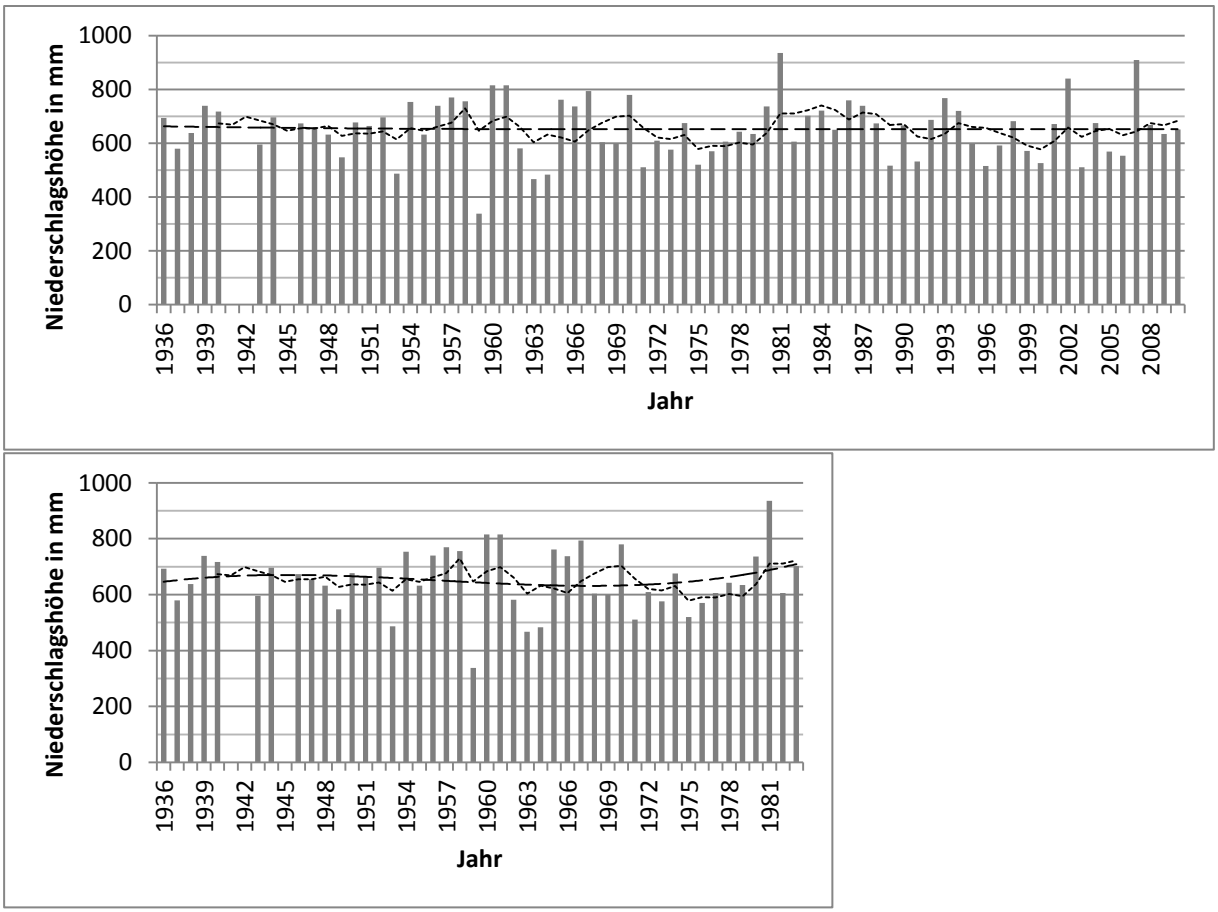


Abb. 4: Entwicklung der jährlichen Niederschlagshöhe von 1936 bis 2010 (oben) und 1936 bis 1982 (unten). Die Säulen zeigen die jährliche Niederschlagshöhe, die gestrichelte Linie den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunktete das 5-jährige gleitende Mittel (Quelle: DWD 2012a, 2012b).

Aufgeschlüsselt nach Monaten findet sich die stärkste Zunahme der Niederschläge im August mit + 40 mm, der stärkste Rückgang ist im April mit – 45 mm zu verzeichnen. Nach Berechnung des glei-

tenden Mittels ergibt sich im Gegensatz eine schwache Zunahme der jährlichen Niederschlagshöhen um + 9,5 mm (vgl. Abb. 4). Die Veränderung nach Jahreszeiten gestaltet sich dabei ähnlich dem polynomischen Trend, die deutlichste Zunahme findet sich im Sommer (+ 15 mm), die höchste Abnahme im Herbst (– 10 mm). Auch hier ist der April der Monat mit dem stärksten Niederschlagsrückgang (– 40,5 mm), während im Mai die Niederschläge mit + 35 mm die höchste Zunahmerate verzeichnen.

Im Zeitraum von 1936 bis 1983 ergibt sich sowohl nach polynomischem Trend, als auch nach gleitendem Mittel eine deutliche Zunahme. Nach Berechnung des polynomischen Trends zeigt sich diese in einem Wert von + 63 mm für das gesamte Jahr (vgl. Abb. 4). Der Herbst verzeichnet auch hier den stärksten Niederschlagsrückgang mit – 45,5 mm, der Frühling hingegen den größten Anstieg (+ 58 mm). Weiterhin ist der deutlichste Zunahme nach Monaten im Juni zu finden (+ 55,5 mm), die stärkste Abnahme im Februar (– 27,5 mm). Nach gleitendem Durchschnitt ergibt sich ein jährlicher Anstieg der Niederschlagshöhe um + 49,5 mm. Auch hier ist die stärkste Zunahme im Frühling mit + 57,5 mm zu finden und die stärkste Abnahme im Herbst mit – 40,5 mm. Der Juni ist ebenfalls der Monat mit dem deutlichsten Anstieg der Niederschlagsmengen, im Juli hingegen sind die stärksten Rückgänge zu verzeichnen (– 21,5 mm).

Aufgrund der vermuteten Ungenauigkeiten in Bezug auf die Niederschlagsmessung soll auf die zugehörigen, den Kalendern entnommenen Daten hier nur kurz eingegangen werden (Abb. 5).

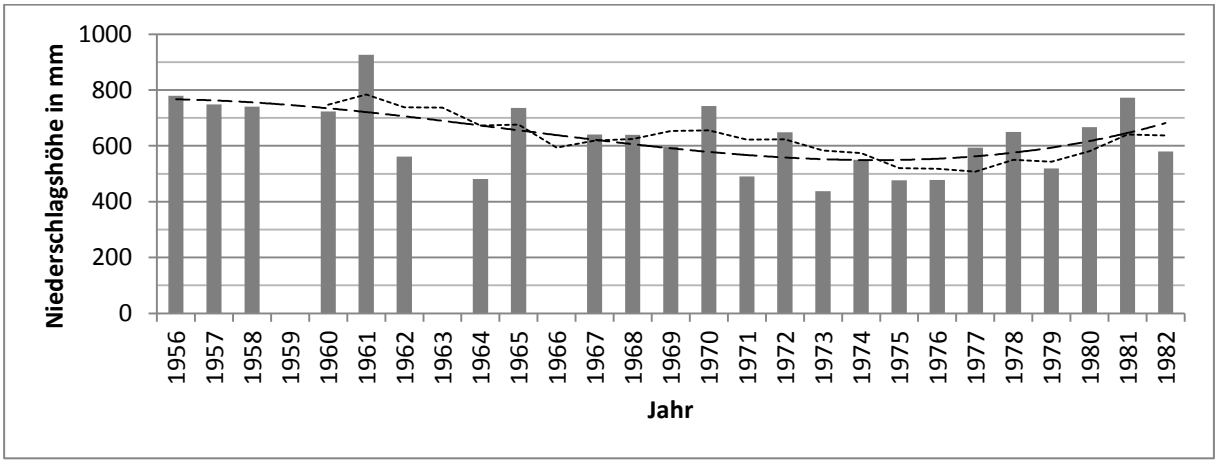


Abb. 5: Entwicklung der jährlichen Niederschlagshöhe von 1936 bis 1982 (Daten: Hartmann). Die Säulen zeigen die jährliche Niederschlagshöhe, die gestrichelte Linie den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunktete das 5-jährige gleitende Mittel.

Bei Betrachtung des Zeitraumes 1936 bis 1982 ergibt sich bei Verwendung des polynomischen Trends eine Zunahme der jährlichen Niederschlagshöhe um + 166,5 mm, bei Verwendung des gleitenden Mittels eine Zunahme um + 74,5 mm (vgl. Abb. 5). Es zeigt sich hier also ein deutlicher Unterschied zur Auswertung der Daten des DWD. Hier muss jedoch auch berücksichtigt werden, dass insbesondere zwischen 1940 und 1955 keine beziehungsweise keine auswertbaren Daten vorhanden waren, sodass der Trend möglicherweise verfälscht wird.

Doch auch die vorhandenen Daten stimmen nicht mit denen des DWD überein. So sind zwar die Verhältnisse teilweise noch ähnlich (s. beispielsweise 1936 und 1937), sie unterscheiden sich jedoch häufig stark von den DWD-Werten. Zudem stimmen teilweise nicht einmal die Verhältnisse untereinander. Dies fällt besonders bei Betrachtung der Extremwerte auf: Die Daten des DWD weisen das Jahr 1981 als das mit den höchsten Niederschlagsmengen aus, bei den Daten Herrn Hartmanns ist dies das Jahr 1961, wogegen 1981 nicht weiter auffällig ist.

Werden die fehlenden beziehungsweise unvollständigen Daten vor 1956 außer Acht gelassen, ergeben sich Werte von – 92,5 mm (polynomischer Trend) beziehungsweise – 95 mm (gleitendes Mit-

tel). Trotzdem ist hier noch immer das Problem des deutlichen Unterschiedes zwischen den Datensätzen vorhanden.

Anders als bei den Niederschlagsmengen besteht bei Auswertung der Anzahl der Niederschlagstage pro Jahr weniger Unsicherheit. Bei Auswertung des gesamten Zeitraumes von 1936 bis 1982 ergibt sich unter Verwendung des polynomischen Trends eine Zunahme von + 33,0 Tagen mit Niederschlag pro Jahr (vgl. Abb. 6).

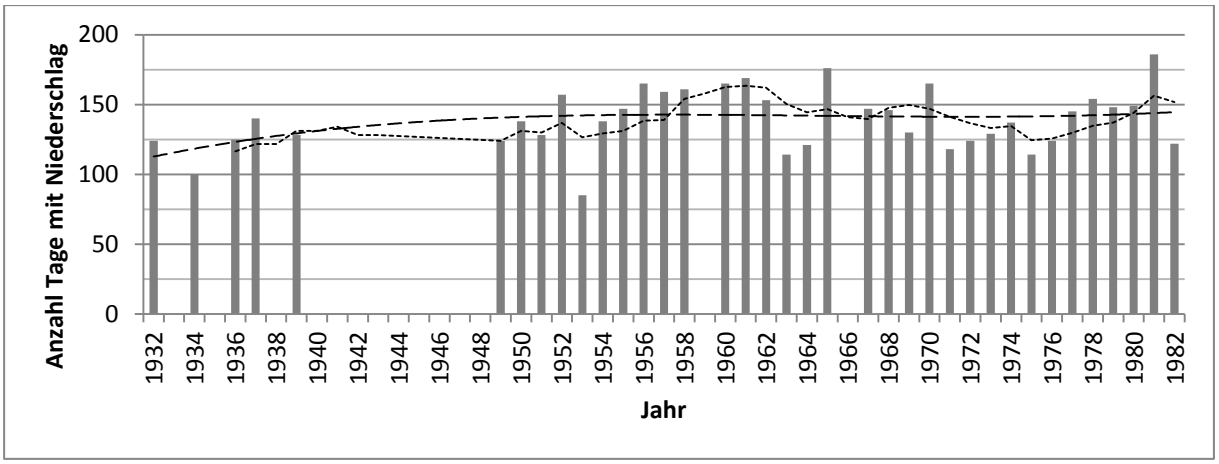


Abb. 6: Entwicklung der Anzahl der Tage mit Niederschlag zwischen 1932 und 1982 (Daten: Hartmann). Die Säulen zeigen die jährliche Anzahl der Niederschlagstage, die gestrichelte Linie den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunktete das 5-jährige gleitende Mittel.

Der stärkste Anstieg findet sich im Winter mit + 13 Tagen, am geringsten ist er im Frühling, dort ist es nur + 0,1 Tag. In Bezug auf die Monate lässt sich im Juli mit + 9,55 Tagen der deutlichste Anstieg erkennen. Der größte Rückgang findet sich hingegen im April mit – 4,15 Tagen. Wird das gleitende Mittel verwendet, ergibt sich ein jährlicher Anstieg der Niederschlagstage um + 33,9 Tage. Die Saison mit der größten Zunahme der Tage mit Niederschlag ist hier der Sommer (+ 12,2 Tage), mit + 5,3 Tagen weist der Herbst im Gegensatz den kleinsten Anstieg auf. Bei Betrachtung der Monate ist – wie auch bei Verwendung des polynomischen Trend – der Juni der Monat mit der stärksten Zunahme an Niederschlagstagen (+ 8,35 Tage). Die stärkste Abnahme findet sich hier hingegen im Oktober (– 2,2 Tage). Werden hier die Jahre mit fehlenden oder unvollständigen Daten außer Acht gelassen, so ergibt sich für den Zeitraum zwischen 1949 und 1982 bei Verwendung des polynomischen Trends eine Zunahme der Niederschlagstage um + 38,1 Tage im gesamten Jahr. Der größte Anstieg ergibt sich dabei im Sommer mit + 16,3 Tagen, der geringste im Winter mit immerhin + 5,2 Tagen. Bei Betrachtung der Monate liegt der Oktober mit + 8,1 Tagen vorn, im September hingegen ist der stärkste Rückgang an Niederschlags-tagen zu erkennen (– 0,7 Tage). Wird der gleitende Durchschnitt angelegt, ergibt sich im Ganzen eine Zunahme von + 25,4 Niederschlagstagen. Hier zeigen sich die größten Zunahmen ebenfalls im Sommer (+ 10,2 Tage) sowie die geringsten Zunahmen im Winter (+ 2,4 Tage). In Bezug auf den größten saisonalen Anstieg liegen März und Juni mit jeweils + 5,0 Tagen gleichauf. Der Februar verzeichnet hingegen den stärksten Rückgang an Niederschlagstagen (– 1,4 Tage).

Zur Auswertung der Starkniederschläge wurden drei verschiedene Kriterien angelegt: Das erste beinhaltet die Daten, die sehr wahrscheinlich Starkniederschlagsereignisse darstellen, das zweite wird neben diesen Daten noch um diejenigen Daten erweitert, bei denen eine gewisse Unsicherheit besteht und das dritte gibt die Gesamttagesmengen wieder. Dabei wird unterschieden zwischen Tagen mit Starkniederschlägen ≥ 10 mm, ≥ 20 mm und ≥ 30 mm. Im Zeitraum von 1936 bis 1982 wird deutlich, dass die Starkniederschläge ≥ 10 mm aller Wahrscheinlichkeit zugenommen haben. Hier

ergibt sich sowohl bei Verwendung des polynomischen Trends als auch des gleitenden Mittels in allen Kategorien eine Zunahme (zwischen + 0,25 und + 3,6 Tage; vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Entwicklung der Tage mit Starkniederschlagsereignissen (n= Anzahl der Tage).

		Daten	Polynomischer Trend	Gleitendes Mittel	n =
1936 - 1982	≥ 10 mm	sehr wahrscheinlich	+ 0,25 Tage	+ 0,6 Tage	123
		sehr wahrscheinl. + unsichere	+ 3 Tage	+ 2,2 Tage	400
		Tagesmengen	+ 3,6 Tage	+ 3,2 Tage	425
	≥ 20 mm	sehr wahrscheinlich	+ 0,5 Tage	+ 0,3 Tage	40
		sehr wahrscheinl. + unsichere	± 0 Tage	- 0,5 Tage	82
		Tagesmengen	- 0,1 Tag	- 0,2 Tage	90
	≥ 30 mm	sehr wahrscheinlich	- 2,25 Tage	- 1,7 Tage	10
		sehr wahrscheinl. + unsichere	- 0,35 Tage	- 0,8 Tage	33
		Tagesmengen	- 0,45 Tage	- 0,75 Tage	41
1956 - 1982	≥ 10 mm	sehr wahrscheinlich	- 1,1 Tag	- 1,9 Tage	108
		sehr wahrscheinl. + unsichere	- 1,15 Tage	- 1,9 Tage	355
		Tagesmengen	- 3,2 Tage	- 2,3 Tage	374
	≥ 20 mm	sehr wahrscheinlich	-0,75 Tage	+ 0,5 Tage	34
		sehr wahrscheinl. + unsichere	- 2,85 Tage	- 0,95 Tage	71
		Tagesmengen	- 2,35 Tage	- 1,2 Tage	76
	≥ 30 mm	sehr wahrscheinlich	- 0,5 Tage	- 0,25 Tage	5
		sehr wahrscheinl. + unsichere	+ 0,35 Tage	- 0,8 Tage	25
		Tagesmengen	+ 0,5 Tage	- 0,15 Tage	31

Bei den Starkniederschlägen ≥ 20 mm ist die Datenlage weniger eindeutig. Die Daten, die sehr wahrscheinlich Starkniederschlagsereignisse darstellen, nehmen unter Verwendung sowohl des polynomischen Trends als auch des gleitenden Mittels zu. Die mit dem zweiten Kriterium herausgefilterten Werte verändern sich bei Anlegen des polynomischen Trends von 1936 bis 1982 nicht, bei Anlegen des gleitenden Mittels hingegen nehmen sie ab (– 0,8 Tage). Allerdings bewegen sich sämtliche Daten im Wertebereich zwischen + 0,5 und – 0,5 (vgl. Tab. 1). Bei den Starkniederschlägen ≥ 30 mm hingegen ist in jedem Fall ein Abnahmetrend zu erkennen. Die Werte reichen hier von – 0,35 bis – 2,25 Tagen mit Starkniederschlägen. Werden die Jahre mit fehlenden beziehungsweise unvollständigen Werten herausgenommen, zeigt sich im verbleibenden Zeitraum von 1956 bis 1982 bei den Tagen mit Starkniederschlägen ≥ 10 mm in allen Kategorien ein Abnahmetrend mit Werten zwischen – 1,1 bis – 3,2 Tagen. Bei den Daten für Starkniederschläge ≥ 20 mm kann ebenfalls von einem Abnahmetrend ausgegangen werden, da nur unter Verwendung des gleitenden Mittels bei den Daten, die sehr wahrscheinlich Starkniederschlagsereignisse darstellen eine Zunahme um + 0,5 Tage zu verzeichnen ist. Außer dort sind ansonsten Rückgänge zu erkennen, die Werte reichen von – 0,75 bis – 2,85 Tagen (vgl. Tab. 1). Bei den Starkniederschlägen ≥ 30 mm ist hingegen nur bei den „sehr wahrscheinlichen“ Daten ein klarer, wenn auch schwacher Abnahmetrend erkennbar (polynomischer Trend: – 0,5 Tage; gleitendes Mittel: – 0,25 Tage). Bei den übrigen zwei Kriterien ergibt sich beim

polynomischen Trend eine leichte Zunahme (+ 0,35 beziehungsweise + 0,5 Tage), bei gleitenden Mittel eine leichte Abnahme (– 0,8 beziehungsweise – 0,15 Tage) der Tage mit Starkniederschlägen (vgl. Tab. 1). Es ist jedoch zu bedenken, dass insbesondere im Falle der Tage mit Starkniederschlagsereignissen ≥ 30 mm nur sehr wenige Daten vorliegen.

Die Entwicklung der Tage mit Schneefall zeigt sich im Zeitraum von 1949/50 bis 1982/83 unter Verwendung des polynomischen Trends wie auch des gleitenden Durchschnitts sehr einheitlich (Abb. 7). Hier ist nur diese eine Zeitreihe angegeben, da aufgrund der Berechnung der Winter und den vielen fehlenden Kalendern im Bereich der 30er und 40er Jahre vor dem Winter 1949/50 nur der Winter 1936/37 mit einer vollständigen Datenreihe aufwartet.

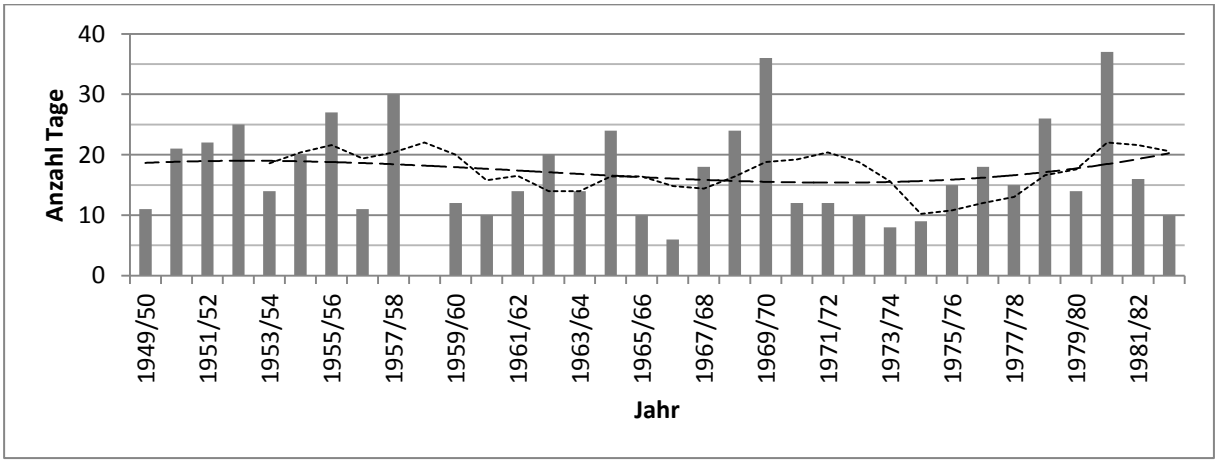


Abb. 7: Entwicklung der Anzahl der Tage mit Schneefall pro Winter im Zeitraum von 1949/50 bis 1982/83. Die Säulen zeigen die jährliche Anzahl der Tage mit Schneefall, die gestrichelte Linie den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunktete das 5-jährige gleitende Mittel.

Werden nur die Jahre berücksichtigt, die nahezu vollständige Werten besitzen und mehr oder weniger zusammenhängend sind, so ergibt sich für den Zeitraum zwischen 1949/50 und 1982/83 eine deutlich geringere Zunahme in den Tagen mit Schneefall pro Jahr, sowohl nach polynomischem Trend (+ 0,5 Tage) als auch nach gleitendem Mittel (+ 2 Tage; Abb. 7). An der Verteilung über die Monate ändert sich jedoch im Gegensatz zum vorigen Datensatz wenig. Es sind noch immer die Wintermonate, die den stärksten Anstieg an Schneetagen verzeichnen, darunter der Januar mit der größten Zunahme (+ 5,8 Tage nach polynomischem Trend und + 3,4 Tage nach gleitendem Mittel). Ebenso bleibt der März der Monat mit dem stärksten Rückgang an Schneetagen (polynomischer Trend: – 4,6 Tage; gleitender Durchschnitt: – 2,4 Tage).

Auch die Entwicklung der Frostperiode wurde nach zwei Datenreihen berechnet. Im Zeitraum zwischen 1931/32 und 1982/83 setze der erste Frost nach polynomischem Trend 18 Tage später ein, der letzte Frost verspätete sich um 21 Tage. Dies ergibt eine Verlängerung der Frostperiode um 3 Tage. Bei Verwendung des gleitenden Mittels verspäten sich sowohl erster als auch letzter Frost um 5 Tage, sodass es keine Veränderung in der Andauer der Frostperiode ergibt (vgl. Abb. 8).

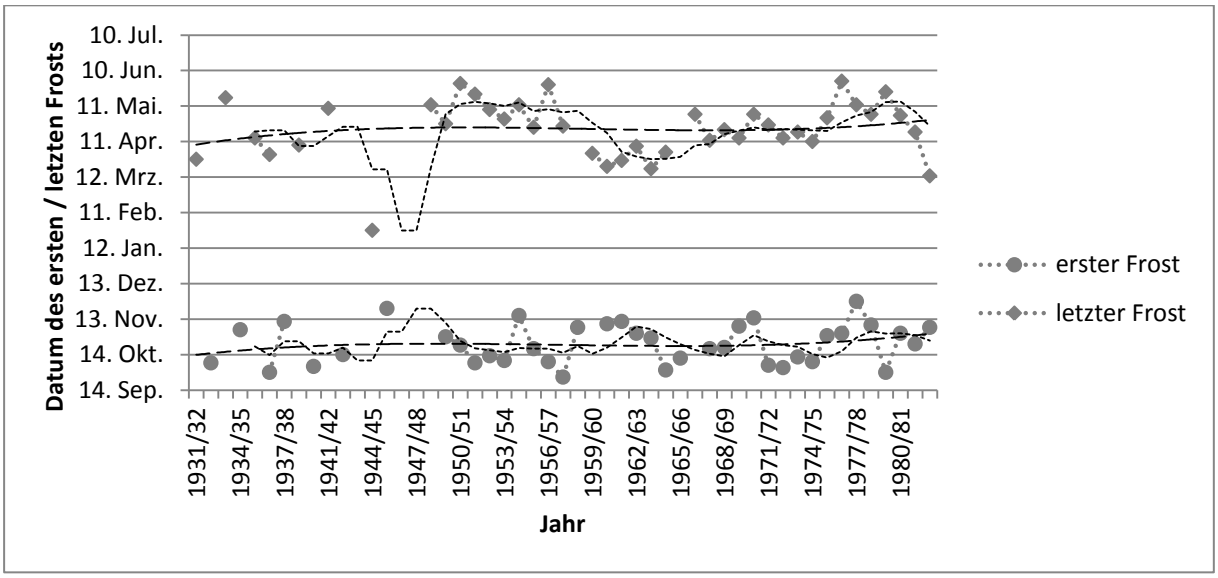


Abb.8: Entwicklung der Andauer der Frostperiode von 1931/32 bis 1982/83 (Daten: Hartmann). Die gestrichelte Linie zeigt den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunktete das 5-jährige gleitende Mittel.

Im Zeitraum zwischen 1949/50 und 1982/83 zeigen sich deutlichere Veränderungen: Nach polynomischem Trend setzt der erste Frost 14,5 Tage später ein, der letzte Frost verfrüht sich hingegen um 44 Tage, was insgesamt eine Verkürzung der Frostperiode um – 58,5 Tage bedeutet. Der gleitende Durchschnitt ergibt eine Verspätung des ersten Frostes um 10 Tage und eine Verfrühung des letzten Frostes um 44 Tage, sodass sich die Frostperiode um – 54 Tage verkürzt (vgl. Abb. 9).

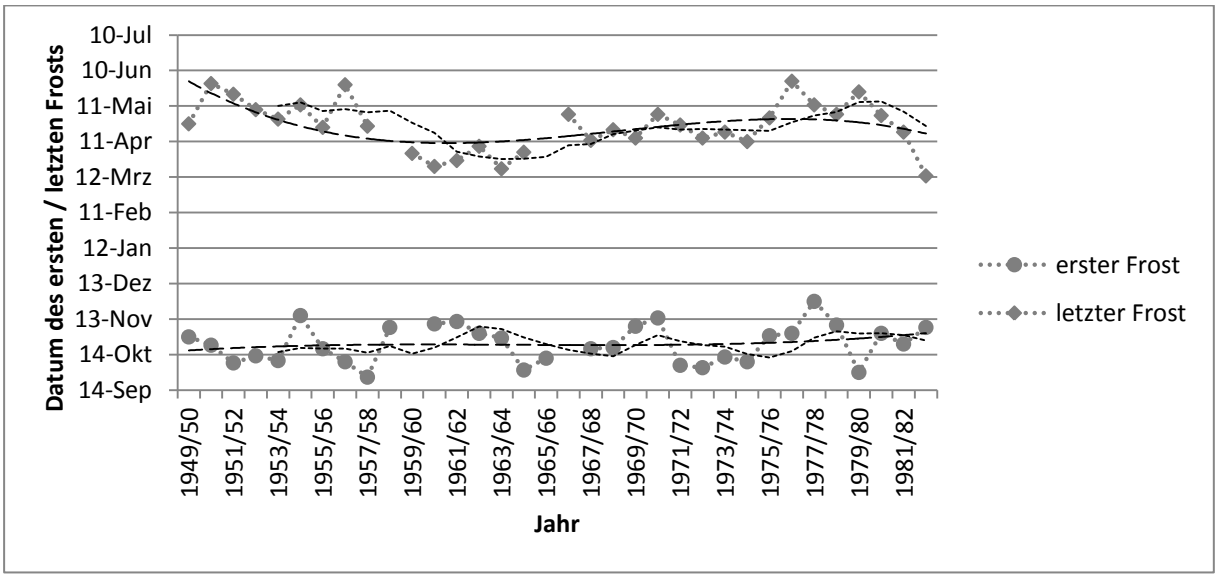


Abb. 9: Entwicklung der Andauer der Frostperiode von 1931/32 bis 1982/83 (Daten: Hartmann). Die gestrichelte Linie zeigt den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunktete das 5-jährige gleitende Mittel.

5.2 Änderungen in Vegetation und Landwirtschaft

Weizen wurde über den gesamten Zeitraum, den die landwirtschaftlichen Kalender beschreiben, angebaut, sodass eine vergleichsweise gute Datenreihe vorliegt. Überprüft wurden der Zeitpunkt der Aussaat, des Beginns des Ährenschiebens, der Blüte und des Erntebeginns. Nach Berechnung des polynomischen Trends verschiebt sich die Aussaat im Zeitraum von 1934 bis 1983 um 3,5 Tage nach

vorn, während sich die Ernte um 23,5 Tage verspätet, sodass sich eine Verlängerung der Vegetationsperiode um + 27 Tage ergibt. Bei Verwendung des gleitenden Mittels verspätet sich die Aussaat um 1,5 Tage, die Ernte verschiebt sich ebenfalls nach hinten (um 29 Tage). Der Wachstumszeitraum verlängert sich somit um 27,5 Tage (vgl. Abb. 10).

Der Zeitpunkt, an dem der Weizen mit der Ähre herauskommt und der der Blüte sind erst ab 1955 einigermaßen regelmäßig eingetragen, sodass diese auch erst ab hier betrachtet werden sollen. Das Ährenschieben beginnt nach polynomischem Trend von 1955/56 bis 1982/83 11 Tage früher, die Blüte setzt 2,5 Tage später ein. Nach gleitendem Mittel sind die Ergebnisse ähnlich, der Weizen kommt 8 Tage früher mit der Ähre heraus und blüht 3 Tage später (vgl. Abb. 11).

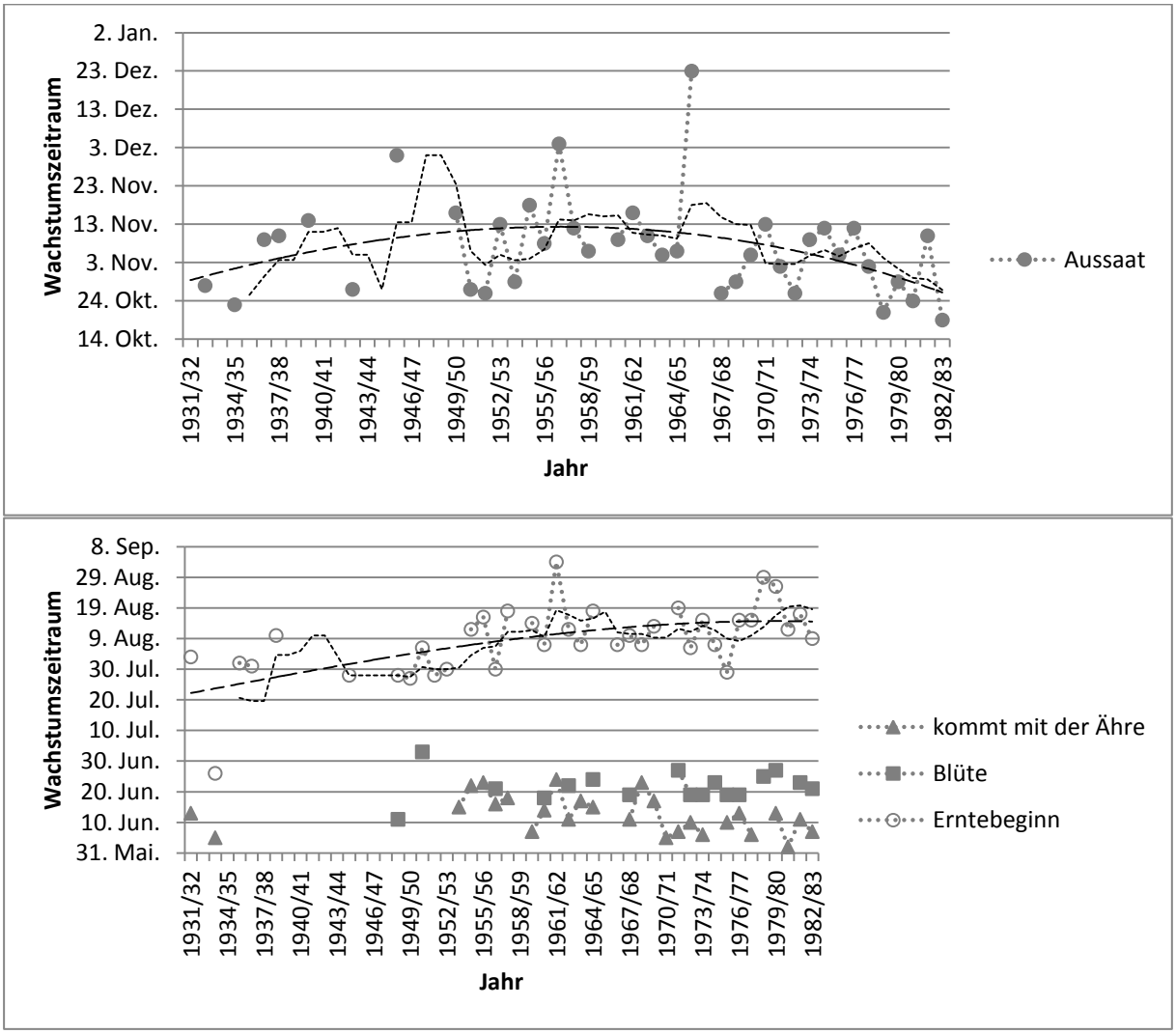


Abb. 10: Vegetationsperiode des Winterweizens von 1931/32 bis 1982/83 (Daten: Hartmann). Die gestrichelten Linien zeigt den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunkteten das 5-jährige gleitende Mittel.

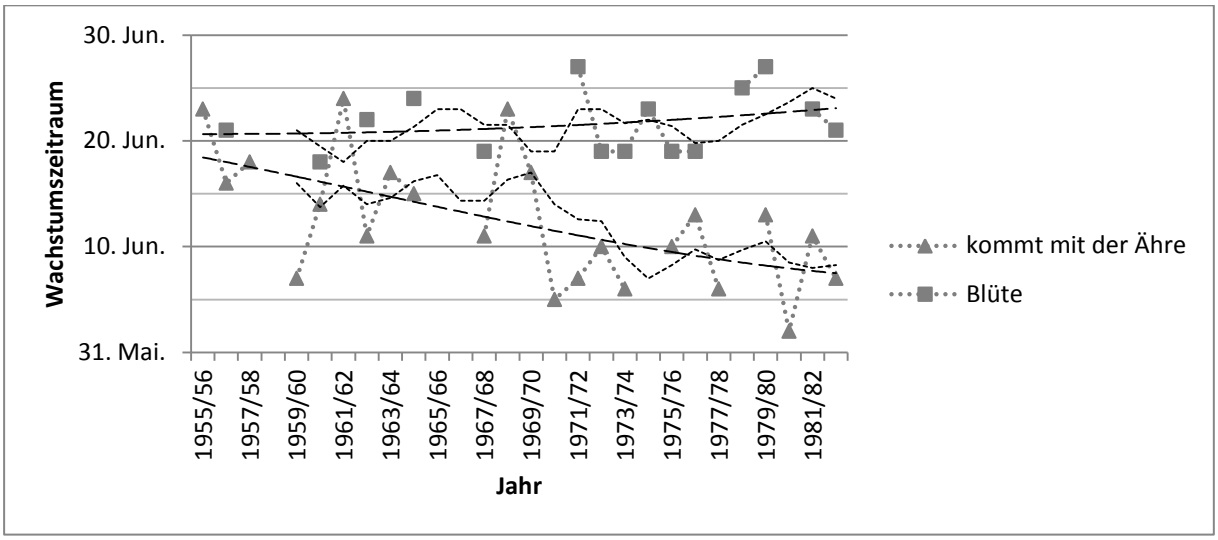


Abb. 11: Vegetationsstufen des Winterweizens ohne Aussaat und Ernte von 1955/56 bis 1982/83 (Daten: Hartmann).

Auch für die Zuckerrübe sind Daten für den gesamten Zeitraum von 1932 bis 1983 vorhanden. Auswertbar waren die Daten für Aussaat, Auflaufen, den Zeitpunkt, zu dem die Rüben in Reihe stehen, an dem versetzt werden kann, die Rüben die Reihen schließen sowie für den Erntebeginn (Abb. 12).

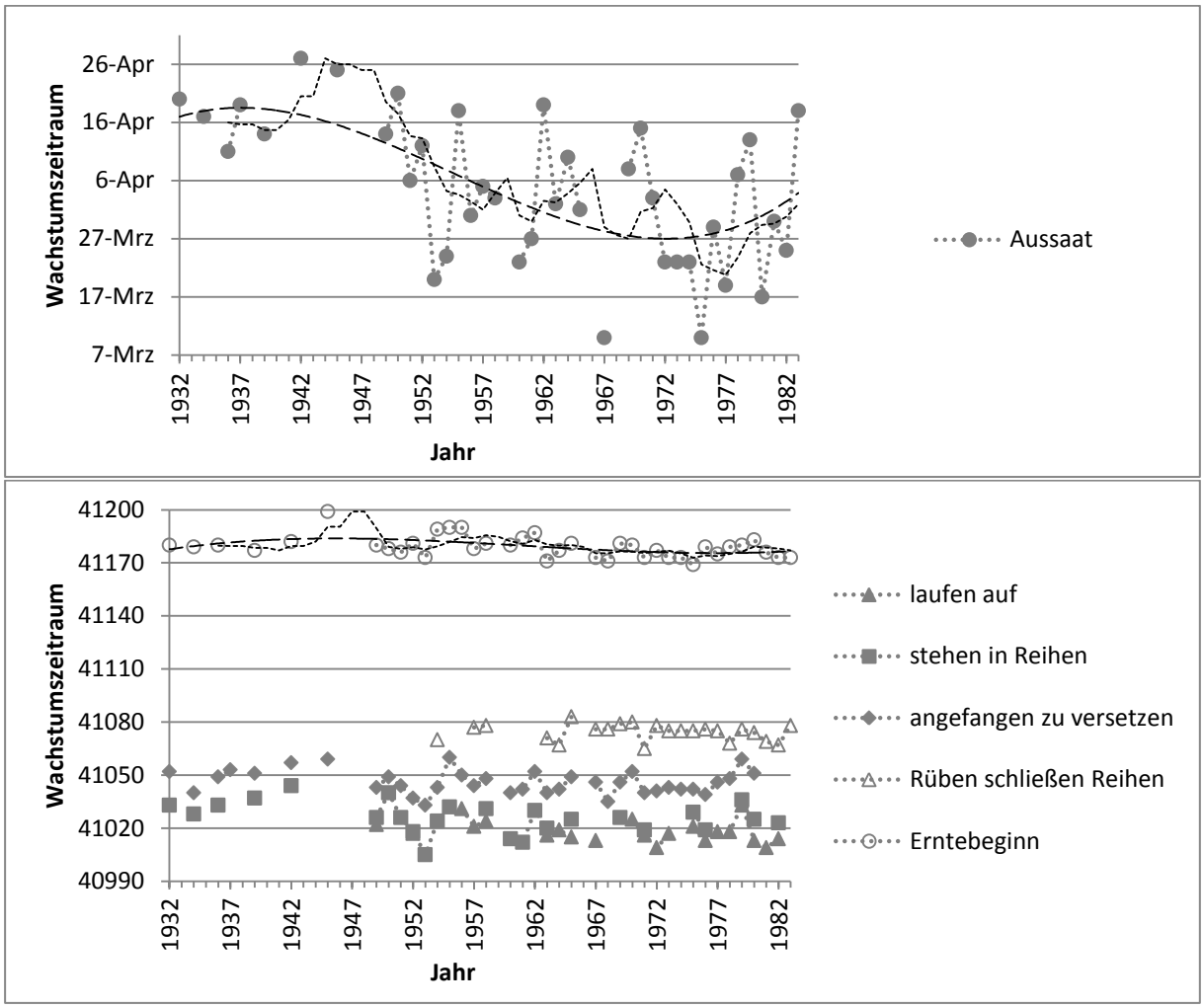


Abb. 12: Vegetationsperiode der Zuckerrübe von 1932 bis 1983 (Daten: Hartmann). Die gestrichelten Linien zeigen den polynom. Trend 3. Grades, die gepunkteten das 5-jährige gleitende Mittel.

Die Aussaat verfrüht sich bei Berechnung mithilfe des polynomischen Trends um 13 Tage, die Ernte um 1 Tag. Dies hat eine Verlängerung der Vegetationsperiode um + 27 Tage zur Folge. Bei Betrachtung des gleitenden Mittels ist eine Verschiebung der Aussaat um 14 Tage und der Ernte um 2,5 Tage nach vorn zu erkennen, was ebenfalls eine Verlängerung der Vegetationsperiode um + 11,5 Tage ergibt (vgl. Abb. 12).

Die Daten für die übrigen Vegetationsstufen liegen erst ab 1955 einigermaßen regelmäßig vor, so dass diese erst von da an betrachtet werden. Somit ergibt sich nach polynomischem Trend für das Auflaufen der Saat eine Verspätung um 10 Tage. Die Zuckerrüben stehen 8,5 Tage früher in Reihe, können insgesamt 6 Tage später versetzt werden und schließen die Reihen 6 Tage früher. Bei Verwendung des gleitenden Mittels ist zu erkennen, dass die Zuckerrüben 8 Tage früher auflaufen, 3,5 Tage früher in Reihe stehen, 4,5 Tage später versetzt werden können und 4,5 Tage früher die Reihen schließen (vgl. Abb. 13).

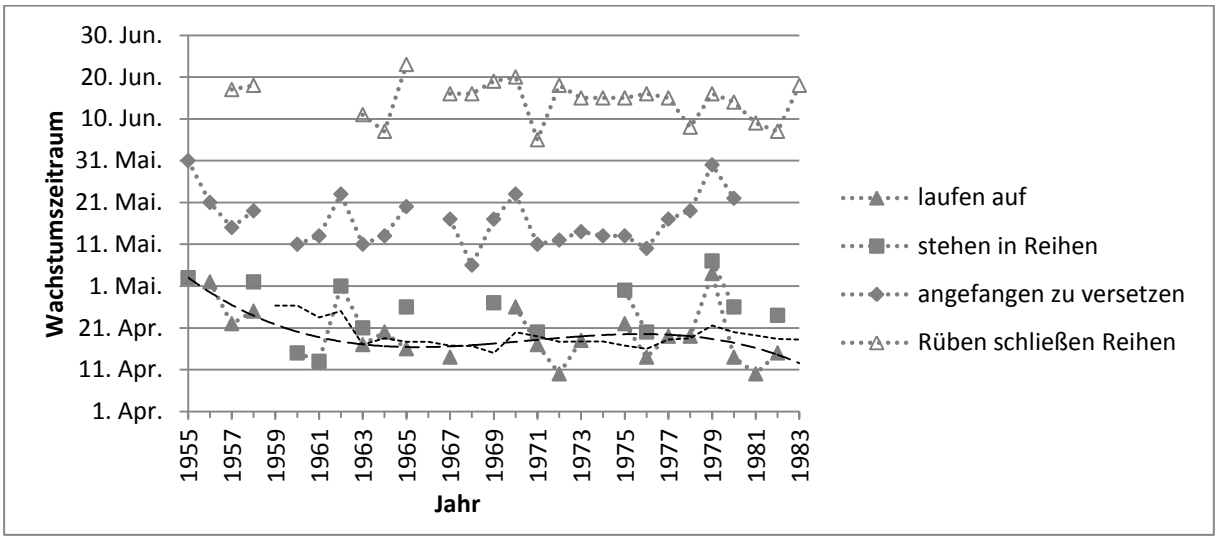


Abb. 13: Vegetationsstufen der Zuckerrübe ohne Aussaat und Ernte von 1932 bis 1983 (Daten: Hartmann).

Für die Gerste liegen ebenfalls Daten von 1931/32 bis 1982/83 vor. Ausgewertet werden konnten Aussaat und Ernte sowie unter Vorbehalt die Zeitpunkte, zu denen die Ähren herauskommen, vollständig heraus sind sowie die Gerste blüht.

Bei Verwendung des polynomischen Trends ist eine Verfrühung der Aussaat um 1,5 Tage zu erkennen sowie eine Verspätung der Ernte um 15,5 Tage. Insgesamt ergibt sich daraus eine Verlängerung der Vegetationsperiode von + 17 Tagen. Nach Berechnung des gleitenden Mittels zeigt sich, dass sich die Aussaat um 2,5 Tage und die Ernte um 20 Tage nach hinten verlagert. Folglich verlängert sich die Vegetationsperiode um + 17,5 Tage (vgl. Abb. 14).

Für die übrigen Vegetationsstufen liegen nur wenige Daten vor, der Großteil davon ist in den Jahren nach 1955 zu finden, weshalb auf eine Trendabschätzung verzichtet wird.

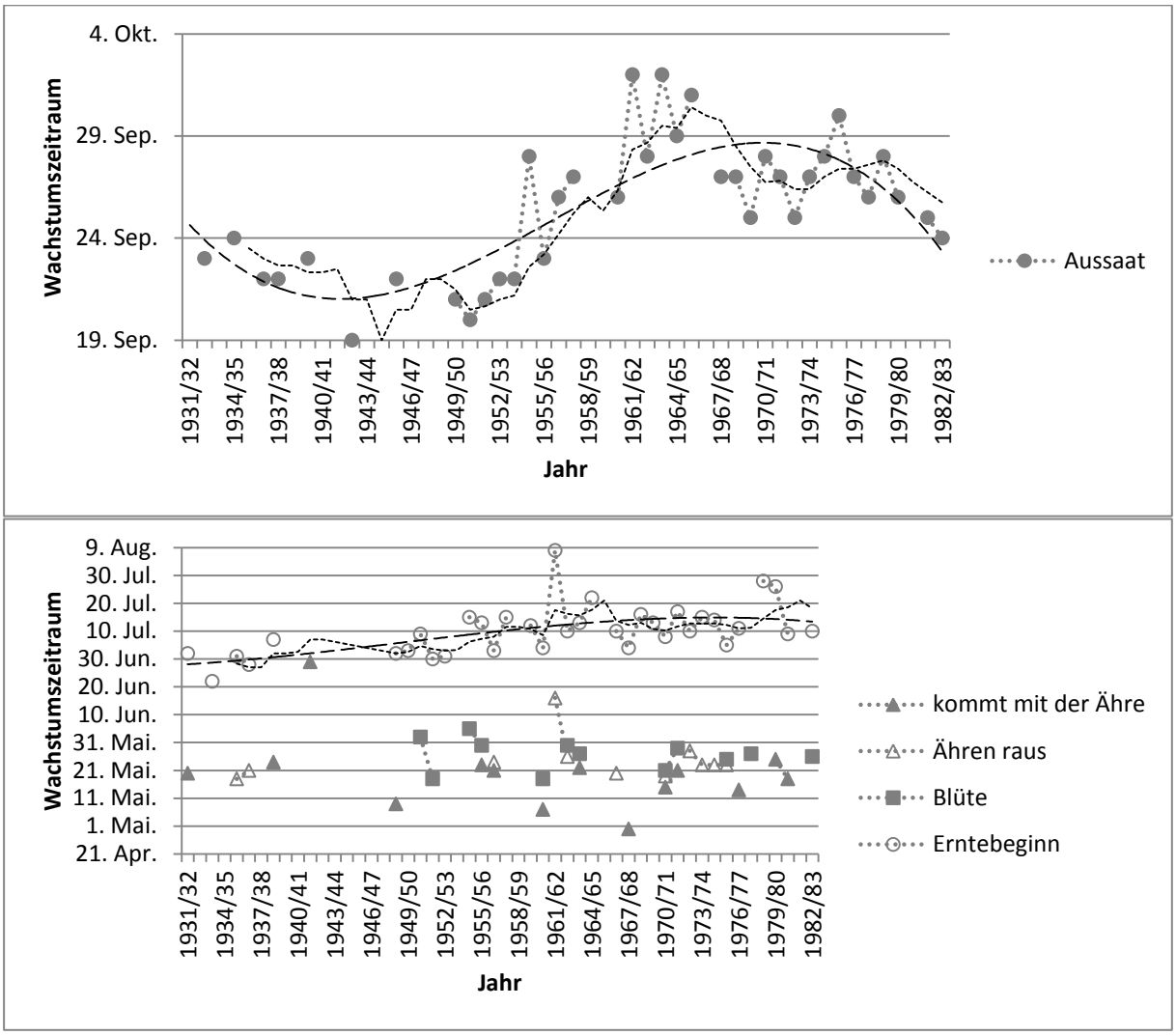


Abb. 14: Vegetationsperiode der Wintergerste von 1931/32 bis 1982/83 (Daten: Hartmann). Die gestrichelten Linien zeigen den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunkteten das 5-jährige gleitende Mittel.

Die Datenreihe des Roggens erstreckt sich von 1931/32 bis 1981/82. Es konnten Aussaat und Ernte sowie der Zeitpunkt, zu dem die Ähre herauszukommen beginnt, zu dem sie vollständig heraus ist und zu dem sie blüht ausgewertet werden. Wird der polynomische Trend berechnet, so zeigt sich, dass die Aussaat sich zwischen 1931/32 und 1981/82 um 7, die Ernte sich sogar um 27 Tage nach hinten verschiebt, wodurch sich die Vegetationsperiode um + 22 Tage verlängert. Nach gleitendem Mittel berechnet, findet sie Aussaat 10 Tage und die Ernte 29 Tage später statt. Die Vegetationsperiode verlängert sich um + 19 Tage (vgl. Abb. 15).

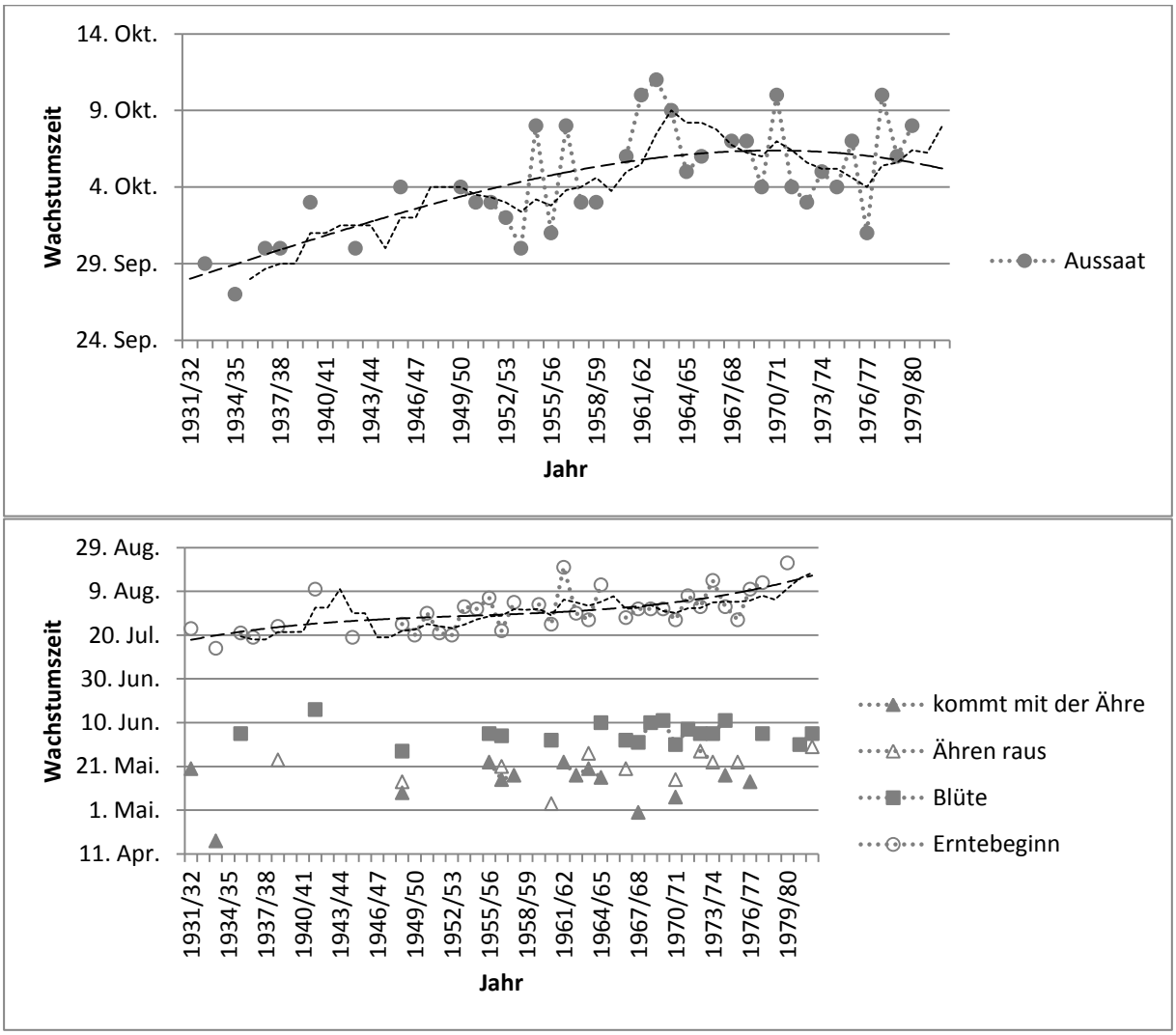


Abb. 15: Vegetationsperiode des Roggens von 1931/32 bis 1981/82 (Daten: Hartmann). Die gestrichelten Linien zeigen den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunkteten das 5-jährige gleitende Mittel.

Wie bei der Gerste liegen auch für den Roggen für die restlichen Wachstumsphasen hauptsächlich Daten ab 1955 vor, sodass diese nicht näher betrachtet werden.

Auch für den Sommerweizen liegen Daten für den gesamten Zeitraum der Kalender von 1932 bis 1982 vor. Ausgewertet werden konnten hier neben Aussaat und Ernte der Zeitpunkt, an dem der Weizen in Reihen steht und mit der Ähre heraus kommt sowie die Blüte. Die Aussaat verschiebt sich im angegebenen Zeitraum – bei Betrachtung des polynomischen Trends – um 6 Tage nach hinten, die Ernte ebenfalls um 21,5 Tage. So ergibt sich eine Verlängerung der Vegetationsperiode um + 15,5 Tage. Wird das gleitende Mittel angelegt, so zeigt sich, dass die Aussaat 8 Tage und die Ernte 25,5 Tage später stattfindet, was in einer Verlängerung der Vegetationsperiode um + 17,5 Tage resultiert (vgl. Abb. 16).

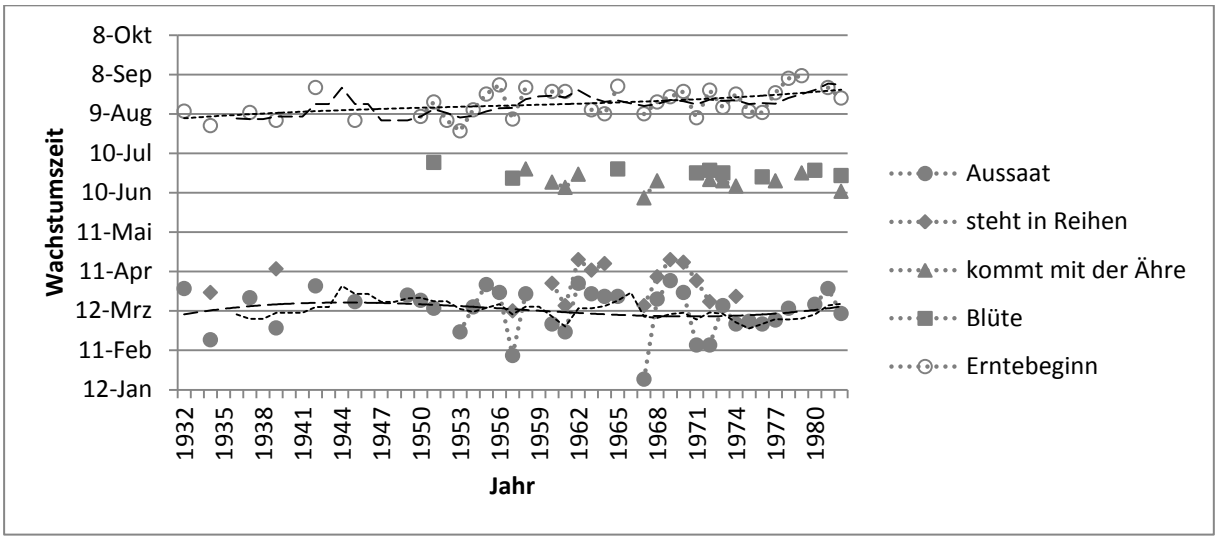


Abb. 16: Vegetationsperiode des Sommerweizens von 1932 bis 1982 (Daten: Hartmann). Die gestrichelten Linien zeigen den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunkteten das 5-jährige gleitende Mittel.

Beim Hafer ergibt sich die Situation, dass dieser nur bis 1972 angebaut wurde und dementsprechend nur ein Datensatz von 1932 bis 1972 vorliegt. In diesem Zeitraum hat sich nach polynomischem Trend die Aussaat um 0,5 Tage nach hinten verschoben, die Ernte hingegen um 0,5 Tage nach vorn, sodass hier eine Verringerung der Vegetationsperiode um – 1 Tag zu erkennen ist. Nach gleitendem Mittel findet die Aussaat ebenfalls später statt (um 4,5 Tage), aber auch die Ernte verspätet sich um 6,5 Tage, dementsprechend verlängert sich hier die Vegetationsperiode um + 2 Tage (vgl. Abb. 17).

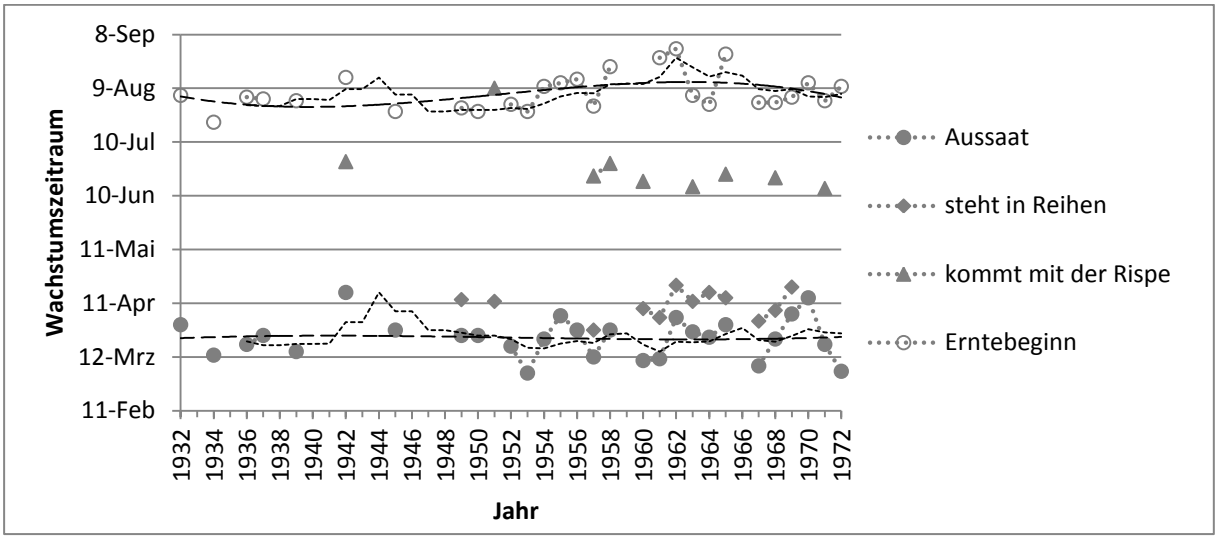


Abb. 17: Vegetationsperiode des Hafers von 1932 bis 1972 (Daten: Hartmann). Die gestrichelten Linien zeigen den polynomischen Trend 3. Grades, die gepunkteten das 5-jährige gleitende Mittel.

5.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

Aufgrund der Tatsache, dass in den 1930er und 1940er Jahren Kalender fehlen beziehungsweise die Daten in den vorhandenen Bänden in diesem Zeitraum oftmals unvollständig sind, was möglicherweise die Trends verfälscht, sollte davon ausgegangen werden, dass die Datenreihen, aus denen diese Jahre herausgenommen wurden, genauer sind. Daher werden bei der folgenden Zusammenfassung nur die späteren Datenreihen berücksichtigt.

- Die Jahresdurchschnittstemperatur hat zwischen 1939 und 2011 deutlich zugenommen, zwischen 1936 und 1983 ist ebenfalls eine – wenn auch geringere – positive Veränderung zu erkennen.
- Die Niederschlagsmengen haben zwischen 1936 und 1983 signifikant zugenommen, die Veränderung zwischen 1936 und 2010 ist nicht eindeutig zu bewerten. Es wird jedoch deutlich, dass sich die Niederschläge, die zwischen 1936 und 1983 im Frühling stark zugenommen haben, im Zeitraum von 1936 und 2010 deutlich vom Frühling und Winter in den Sommer verlagert haben.
- Die Anzahl der Tage mit Niederschlag hat zwischen 1949 und 1982 zugenommen.
- Bei der Anzahl der Tage mit Starkniederschlägen ist zwischen 1956 und 1982 insgesamt ein eher schwach abnehmender Trend anzunehmen.
- Die Tage mit Schneefall haben zwischen 1949/50 und 1982/83 kaum merklich zugenommen, es wird jedoch eine etwas stärkere Zunahme im Januar deutlich.
- Die Frostperiode hat sich zwischen 1949/50 und 1982/83 signifikant verkürzt. Dabei verfrüht sich insbesondere der letzte Frost stark.

Die Auswertung der Veränderungen in Vegetation und Landwirtschaft brachte folgende Ergebnisse:

- Die Vegetationsperiode des Winterweizens hat sich um + 27,5 Tage verlängert. Aussaat und Erntebeginn haben sich nach hinten verschoben.
- Die Vegetationsperiode der Zuckerrüben hat sich um + 11,5 Tage verlängert. Dabei finden Aussaat und Erntebeginn jeweils früher statt.
- Die Vegetationsperiode der Wintergerste hat sich um + 17,5 Tage verlängert. Die Aussaat hat sich ebenso verspätet wie der Erntebeginn.
- Die Vegetationsperiode des Roggens hat sich um + 19 Tage verlängert. Sowohl Aussaat als auch Erntebeginn haben sich verzögert.
- Die Vegetationsperiode des Sommerweizens hat sich um + 17,5 Tage verlängert, was aus der Verspätung der Aussaat wie des Erntebeginns resultiert.
- Die Vegetationsperiode des Hafers hat sich um + 2 Tage verlängert. Aussaat und Erntebeginn finden jeweils später statt.

6 Diskussion und Interpretation

Es ist sehr wahrscheinlich, dass mit dem leichten Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur zwischen 1936 und 1983 auch die Verkürzung der Frostperiode zu erklären ist. Allerdings ist das hohe Ausmaß der Veränderungen kritisch zu betrachten. CHMIELEWSKI & RÖTZER gehen beispielsweise in einer Studie zur Auswirkung des Klimawandels auf die Pflanzenentwicklung in Europa davon aus, dass ein Anstieg von 1°C eine Verlängerung der Vegetationsperiode um etwa 5 Tage bewirkt (2001: 105). Zwar befasst sich die Studie mit dem Zeitraum von 1969 – 1998, was nicht in Gänze dem hier untersuchten Zeitraum entspricht und natürlich ist eine Verkürzung der Frostperiode nicht gleichzusetzen mit einer Verlängerung der Vegetationsperiode um denselben Wert, da insbesondere die Spätfröste auch noch innerhalb der Vegetationsperiode auftreten können. Allerdings erhöht natürlich eine längere Vegetationsruhe, d. h. die Zeit des Jahres, in der die Tagesmitteltemperatur nicht über 5°C steigt, auch die Wahrscheinlichkeit, dass der letzte Frost später und der erste Frost früher einsetzen. Zudem haben CHMIELEWSKI und CHMIELEWSKI & RÖTZER herausgefunden, dass sich der Beginn der Vegetationsperiode stärker verfrüht, als sich deren Ende verspätet (CHMIELEWSKI 2007: 79; CHMIELEWSKI & RÖTZER 2001: 105 f./110), was mit dem deutlich früheren Einsetzen des letzten und dem im Vergleich nur wenig späteren Einsetzen des ersten Frostes übereinstimmt. Möglicherweise liegt hier also eine Messungenauigkeit vor. Auf der anderen Seite muss jedoch auch bedacht werden, dass hier nur der erste und der letzte Frost, also Einzelereignisse, betrachtet werden und nicht etwa eine Reihe von

Frosttagen. Verschiebt sich eines dieser Einzelereignisse also nach vorn oder hinten, ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass es sich dabei gleich um eine Verschiebung von mehreren Tagen handelt.

Prinzipiell wäre auch in Bezug auf die Schneetage mit einer Verringerung zu rechnen, wenn die Temperatur in einem Maß zugenommen hat, dass sich bereits die Frostperiode verkürzt hat. Dies ist nicht der Fall. Eine mögliche Erklärung für den – immerhin recht geringen – Anstieg der Tage mit Schneefall zwischen 1949/50 und 1982/83 könnte die Zunahme der Niederschlagshöhen sein. Die Höhe der Niederschläge hat zwar im Winter im Vergleich zum Frühling und Sommer weniger stark zugenommen, dennoch ist ein Anstieg von + 12 mm zu erkennen. Hier ist möglicherweise der Anstieg der Jahresdurchschnittstemperatur nebensächlich, zumal die Durchschnittstemperatur im Januar – dem Monat mit dem stärksten Zuwachs an Tagen mit Schneefall – abgenommen hat.

Bei Betrachtung der Ergebnisse für den Niederschlag fällt auf, dass die Entwicklung der Tage mit Niederschlag und die Entwicklung der Niederschlagshöhen grundsätzlich einem positiven Trend unterliegen. Allerdings stimmt die saisonale Verteilung nicht überein: In Bezug auf die Niederschlagshöhen findet sich die stärkste Zunahme im Frühling, die stärkste Abnahme im Herbst. Die Anzahl der Tage mit Niederschlag nimmt hingegen nirgends ab, es zeigt sich stattdessen nur der geringste Anstieg, der im Winter liegt, die größte Zunahme ist dagegen im Sommer zu verzeichnen. Nun gibt es zwei Möglichkeiten, wie diese Unterschiede erklärt werden können: Zum einen könnten die Unterschiede aus den Ungenauigkeit beziehungsweise Unvollständigkeit der Daten von Herrn Hartmann resultieren, was an dieser Stelle für sehr wahrscheinlich gehalten wird, zum anderen hat sich möglicherweise die Intensivität der Niederschläge verändert, sodass beispielsweise im Herbst weniger Starkniederschläge oder auch nur häufiger kurze Regenfälle oder Nieselregen auftreten. Dies anhand der vorliegenden Daten herausfinden zu wollen, wäre jedoch rein spekulativ.

Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass HABERLANDT ET AL. in ihrer Studie herausgestellt haben, dass in Niedersachsen die Niederschläge insbesondere im Winter stark zugenommen haben, während der Sommer trockener geworden ist, was mit den hier erhobenen Daten keineswegs übereinstimmt. Diese Diskrepanz resultiert möglicherweise aus der besonderen Lage des Gebietes der Hildesheimer Börde, die sie im Gegensatz zu ihren Nachbarlandschaften zu einem ausgesprochenen Trockengebiet macht, sodass die allgemeinen Erkenntnisse hier auf kleinerem Gebiet nicht zutreffen.

Die Verlängerung der Vegetationsperioden beim Getreide und bei der Zuckerrübe ist vermutlich zu einem großen Teil weniger auf die Veränderungen der klimatischen Bedingungen zurückzuführen, sondern – wie sich aus Gesprächen mit Landwirten ergab – auf die Verbesserung der Sorten durch Züchtung und Verbesserungen in der Technik: Die Züchtung beim Getreide führte zu robusteren Sorten mit kürzeren und stabileren Halmen, die besser vor Krankheiten und Schädlingen geschützt sind und weniger leicht umfallen, was sie einer geringeren Gefahr des Schimmelbefalls aussetzt. Die Verbesserungen im Bereich der Technik lassen sich leicht in den Kalendern wiederfinden. Erntete Herr Hartmann seine Felder zu Beginn der Aufzeichnungen noch mit von Pferden gezogenen Erntegeräten (Bindern) ab, mähte er später nicht nur seine, sondern auch die Felder anderer Bauern mit einem Mähdrescher ab. Dies setzt natürlich den Erntebeginn deutlich nach hinten. Es kann länger gewartet werden, bis das Getreide vollständig reif und trocken ist, da es mit (auch für die damalige Zeit) modernen Maschinen in relativ kurzer Zeit abgeerntet ist und so nicht die Gefahr besteht, dass es bei zu langem Warten auswächst oder die Ernte anderweitig durch Regenfälle oder Stürme bedroht wird.

Möglicherweise hängt die Verlängerung der Vegetationsperiode auch mit den leicht verringerten Temperaturen im Frühjahr und Sommer zusammen, es ist allerdings fraglich, inwieweit diese Veränderungen einen Einfluss auf das Wachstum haben könnten.

Diese Mechanismen lassen sich möglicherweise besonders gut beim Hafer erkennen: Dieser ist wirtschaftlich weniger relevant als beispielsweise Weizen oder Zuckerrüben und wurde von Herrn Hartmann stets nur auf kleinen Flächen angebaut. Die geringe Verlängerung der Vegetationsperiode

ist hier eventuell darauf zurückzuführen, dass sich eine intensive Zucht womöglich nicht lohnt, eben aufgrund erwähnter fehlender wirtschaftlicher Relevanz, was dazu führt, dass der Hafer schneller abgeerntet werden muss, um die Ernte nicht in Gefahr zu bringen. Die Technik spielt hier aufgrund der geringen Anbaufläche wahrscheinlich eher eine untergeordnete Rolle.

Die frühere Aussaat der Zuckerrübe ist sicherlich als klimatisch bedingt zu betrachten, da der letzte Frost sich verfrüht. Die Felder können somit früher bestellt werden und die Gefahr für die Zuckerrübe, durch Spätfröste Schäden zu erleiden, ist geringer.

Die spätere Aussaat der Wintergetreide hingegen ist sicherlich zum Teil auch den aus landwirtschaftlicher Sicht verbesserten klimatischen Bedingungen zu verdanken (später einsetzende Fröste). Hierzu würde auch passen, dass die Aussaattermine sich – insbesondere beim Winterweizen, der nach Aufzeichnungen stets als letztes Getreide ausgesät wurde – um nur wenige Tage verspäten, wie es auch beim ersten Frost der Fall ist. Zum Teil wird dies jedoch wahrscheinlich auch durch die insgesamt spätere Ernte bedingt: Um das Feld für die Aussaat bereit zu machen, müssen die Flächen zunächst frei sein, sprich abgeerntet werden.

Weshalb jedoch die Aussaat der Sommergetreide grundsätzlich später stattfindet, ist aus den vorliegenden Daten nicht abzuleiten. Ähnlich wie die Zuckerrübe müssten sie erwartungsgemäß früher ausgesät werden können.

Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass es im Zeitraum der Aufzeichnungen Veränderungen der Klimaparameter gegeben hat, insbesondere im Bereich der Temperatur – und damit zusammenhängend in der Andauer der Frostperiode – und der Niederschläge.

Es scheint jedoch, als haben diese Entwicklungen kaum eine Auswirkung auf die Landwirtschaft, wenn davon abgesehen wird, dass die Aussaat grundsätzlich früher beziehungsweise später erfolgen kann.

Leider war es nicht möglich, aus den Aufzeichnungen eine Veränderung der Erntemenge zu bestimmen, da diese natürlich auch der Technik und Züchtung unterliegen, sodass die Werte dadurch verfälscht worden wären. Dies wäre noch ein interessanter Aspekt gewesen, um Auswirkungen des Klimawandels zu beurteilen.

7 Ausblick

Wie bereits in Kapitel 3.2 erwähnt, wird die Jahresmitteltemperatur weiter ansteigen, verbunden mit einer Zunahme des Auftretens von extremen Hitze- und Starkniederschlagsereignissen und von höheren Niederschlagsmengen, etc. (IPCC 2007: 45 f.). GERSTENGARBE & WERNER prognostizieren speziell für Deutschland eine Zunahme von Intensität, Periodenlänge und Verlängerung des Auftrittszeitraums von Hitzeereignissen sowie eine Verringerung der Kälteperioden und eine eher wahrscheinliche Abnahme niederschlagsfreier Perioden (2009: 17 f.). Dies sind die allgemeinen Erwartungen, doch können diese auch auf das untersuchte Gebiet bezogen werden? Und welche Auswirkungen hätte dies für die dortige Landwirtschaft?

Wenn das IPCC davon ausgeht, dass sich die groben Muster der über das letzte halbe Jahrhundert beobachteten Trends weiter fortsetzen werden, bedeutet das zunächst einmal mit großer Wahrscheinlichkeit einen weiteren Temperaturanstieg. Damit ist auch eine weitere Verkürzung der Frostperiode (beziehungsweise Kälteperiode) anzunehmen, wie es auch GERSTENGARBE & WERNER beschreiben. Bei den Niederschlägen gestaltet sich eine Prognose etwas schwieriger: Grundsätzlich lautet die Meinung, dass Niederschläge in den höheren Breiten eher zunehmen (IPCC 2007: 46) beziehungsweise die niederschlagsfreien Perioden eher abnehmen (GERSTENGARBE & WERNER 2009: 18 f.). CHMIELEWSKI spricht wiederum davon, dass sich Hinweise für Deutschland ergäben, „dass gerade in den Som-

mermonaten die Niederschläge abnehmen könnten“ (2007: 78). Zudem heißt es im IPCC-Bericht, dass sich die bisherigen Muster, u. a. den Niederschlag betreffend, fortsetzen (IPCC 2007: 46).

Wird Letzteres berücksichtigt, so ist wahrscheinlich, dass die Niederschlagsmengen im Bereich des Untersuchungsgebietes – der Hildesheimer Börde – eher ab- als zunehmen. Die Niederschlagsentwicklung von 1936 bis 1983 gestaltete sich deutlich positiv, während sie im Zeitraum von 1936 bis 2010 (je nach Trend) nur noch schwach positiv beziehungsweise sogar leicht abnehmend ist (vgl. Kap. 5.1). Nach demselben Muster ist auch eine Abnahme der Niederschläge in den Sommermonaten denkbar, die von 1936-1983 noch sichtbar stärker zunahmen, als von 1936-2010. Auch die Starkniederschlagsereignisse sind nach den Trends von 1956-1982 vermutlich eher rückläufig, allerdings fehlen hier die Daten von 1983 bis heute, um zu einem wirklich aussagekräftigen Ergebnis zu kommen.

Für die Landwirtschaft bedeuten steigende Temperaturen zunächst einmal eine Beschleunigung der Entwicklungsvorgänge in der Pflanze. Steigen die Temperaturen, erhöht sich die Photosyntheserate der Pflanzen bis zu einem optimalem Temperaturbereich, der für jede Pflanzenart unterschiedlich ist (CHMIELEWSKI 2007: 76 f.; NEWMAN ET AL. 2011: 76 f.). Bei den meisten Pflanzen der mittleren Breiten liegt dieser Bereich zwischen 18 und 25°C, für den Winterweizen beispielsweise bei 17-23°C. In diesem Bereich wird die maximale Produktion (Netto-Photosynthese) erreicht. Für die Erzeugung der Ernteprodukte ist in den mittleren Breiten hingegen eine Temperatur von unter 20°C optimal (CHMIELEWSKI 2007: 77). Steigt die Temperatur jedoch über den optimalen Bereich, so nimmt die Netto-Photosynthese immer weiter ab, bis sie schließlich gänzlich eingestellt wird (ebd.; NEWMAN ET AL. 2011: 77).

Für den Winterweizen, der die höchsten Erträge bei Sommertemperaturen unter 20°C erbringt, bedeuten demnach steigende Temperaturen eine Verringerung der Ernteerträge. Allerdings könnte hier eine höhere Bestandsdichte durch mildere Winter die geringeren Erträge pro Pflanze kompensieren (CHMIELEWSKI 2007: 76 f.).

Das IPCC prognostiziert für den weiteren Verlauf des 21. Jahrhunderts, dass die Erträge der Ackerfrüchte bei einem Anstieg der lokalen Durchschnittstemperaturen um 1-3°C in den mittleren Breiten leicht zunehmen, jenseits dieses Temperaturbereiches jedoch sinken werden (2007: 48).

Höhere Temperaturen in den kühleren Jahreszeiten Frühjahr und Herbst können sich „über eine Verlängerung der für die Ausbildung von Ertragsorganen wesentlichen Entwicklungsphasen positiv“ (CHMIELEWSKI 2007: 80) auswirken, im späten Frühjahr oder im Sommer hingegen tritt in diesem Falle eher eine Verkürzung der Phasen ein, wodurch die bereits angelegten Ertragsorgane Schaden nehmen können (CHMIELEWSKI 2007: 80 f.).

Eventuelle ausgedehntere Trockenzeiten im Sommer, verursacht durch eine Verringerung und/oder eine Verschiebung der Niederschläge im Jahresverlauf, würden zu einer Verminderung der Stoffproduktion führen, die sich negativ auf den Ertrag auswirken, sodass möglicherweise sogar Bewässerung nötig wird (CHMIELEWSKI 2007: 77; PEIRIS ET AL. 1996: 272). Hier ist das Wintergetreide im Vorteil, da es einen Teil seiner Entwicklung in den kühleren Jahreszeiten durchläuft und dementsprechend weniger Wasser benötigt, als das Sommergetreide und insbesondere die Zuckerrübe, die aufgrund ihrer längeren Vegetationszeit einen höheren Wasserbedarf hat (CHMIELEWSKI 2007: 77 f.).

Die Vegetationsperiode wird sich wahrscheinlich auch in Zukunft weiter ausdehnen. Insbesondere für das Untersuchungsgebiet sind in dieser Hinsicht weitere Veränderungen zu vermuten, da Niedersachsen insgesamt ein besonders begünstigtes Gebiet hinsichtlich deren Dauer darstellt. Diese Veränderungen könnten zu Veränderungen in der Landwirtschaft führen, beispielsweise im Bereich der Aussaatzeit, des Sommer- und Wintergetreideanbaus oder der Anzahl der Ernten pro Jahr (CHMIELEWSKI 2007: 78 f.).

Ein weiteres Problem, das mit dem fortschreitenden Klimawandel möglicherweise auf die Landwirtschaft zukommen wird, ist, dass sich die Bedingungen für Krankheiten und Schädlinge verbessern: Schädlinge zeigen aufgrund der höheren Temperaturen eine erhöhte Lebensaktivität und wer-

den in ihrem Vermehrungsverhalten begünstigt (CHMIELEWSKI 2007: 81; NEWMAN ET AL. 2011: 194), zudem finden auch bisher bedeutungslose Schädlinge durch die steigenden Temperaturen zunehmend bessere Lebensbedingungen (CHMIELEWSKI 2007: 81). Darüber hinaus ist durch mildere Wintertemperaturen die populationsmindernde Wirkung nicht mehr gegeben, Schädlinge wie auch Krankheiten können so einfach überwintern (ebd.; NEWMAN ET AL. 2011: 195; PEIRIS ET AL. 1996: 272). Auf der anderen Seite tragen heißere und trockenere Sommer dazu bei, dass sich Pilzkrankheiten schlechter ausbreiten können (CHMIELEWSKI 2007: 82).

Andere Klimaveränderungen würden noch zu weiteren Veränderungen in der Landwirtschaft führen, doch die hier genannten sind zunächst nur solche, die nach den bisherigen Überlegungen im Untersuchungsgebiet auftreten können. CHMIELEWSKI weist allerdings darauf hin, dass die Folgen bisher noch nicht in Gänze abgeschätzt werden können und dass bei einer Anpassung der Bewirtschaftung auf die Produktion wahrscheinlich keine wesentlichen Veränderungen zukommen werden (CHMIELEWSKI 2007: 82).

8 Fazit

Die Klimaveränderungen im Untersuchungsgebiet sind, auf den etwa 50 Jahre umfassenden Zeitraum der Aufzeichnungen Herrn Hartmanns betrachtet, scheinbar nicht sehr groß. Die Niederschlagshöhen sind signifikant gestiegen und die Dauer der Frostperiode hat sich deutlich verkürzt. Die Unterschiede zwischen dem Beginn und dem Ende der Beobachtungen im Bereich der Jahresmitteltemperatur sind hingegen relativ gering, und in Bezug auf die Gesamtanzahl von Tagen mit Schneefall und Starkniederschlägen pro Jahr gibt es kaum merkliche Veränderungen. Auch die Auswirkungen auf die Vegetation, wie die Vegetationsperiode der Ackerfrüchte und damit auf die Landwirtschaft, ist auf den ersten Blick kaum zu erkennen.

Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass es teilweise gravierende Verschiebungen im Jahresverlauf gibt, wie beispielsweise bei der Temperatur oder beim Niederschlag. Die herausgestellten Veränderungen der Klimaparameter sind jedoch im beobachteten Zeitraum in ihrer Auswirkung auf die Landwirtschaft relativ schwach, beziehungsweise lässt sich ihr Effekt darauf aus den vorliegenden Daten nur schwer herausfiltern, da die Vegetationsperioden und das Einsetzen der einzelnen Phasen der Entwicklung der Ackerfrüchte sehr stark durch das menschliche Wirken beeinflusst sind. Als einzige Daten, die zwar nicht frei von anthropogenen Einflüssen, aber dennoch mit Sicherheit durch den Klimawandel geprägt sind, stellen sich die Aussaattermine der unterschiedlichen Getreide und der Zuckerrübe dar, die durch die Verkürzung der Frostperiode nach vorn, beziehungsweise nach hinten verschoben worden sind. Um die Auswirkungen (insbesondere in Bezug auf die einzelnen Vegetationsphasen) deutlicher darzustellen oder gegebenenfalls eine Veränderung infolge des Klimawandels auszuschließen wäre jedoch weitere Forschungsarbeit nötig. Hier wäre insbesondere zu überprüfen, ob es signifikante Zusammenhänge zwischen klimatischen Veränderungen und der Erntemenge gibt. Auch eine Analyse des Zeitraumes zwischen 1983 und heute in Bezug auf Veränderungen der Vegetationsperioden der Ackerfrüchte ist anzustreben, um eine Verbindung zwischen den hier dargestellten Ergebnissen und den Prognosen für die Zukunft zu erhalten und zu kontrollieren, wie sich die Trends weiterentwickelt haben.

Was jedoch anhand der zu Grunde liegenden Daten durchaus möglich ist, ist eine Prognose der zukünftigen Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft speziell für das untersuchte Gebiet, indem durch die Überprüfung der klimatischen Veränderungen zunächst die Gegebenheiten des Raumes analysiert werden um dann anhand von Studien zum Klimawandel und Prognosen mögliche Auswirkungen eben dieser Effekte zu projizieren.

Mit zunehmenden Veränderungen der Temperatur und des Niederschlags und den damit zusammenhängenden Parametern wie Frost oder Unwetter, aber auch beispielsweise einer verlängerten

Vegetationsperiode, werden sich in Zukunft Chancen und Herausforderungen für die Landwirtschaft ergeben. Nur wenn auf diese angemessen reagiert werden kann und die landwirtschaftliche Bewirtschaftung entsprechend angepasst wird, sind die Erträge auch in Zukunft gesichert.

Literatur

AG MACHTSUM (ARBEITSGEMEINSCHAFT „850 JAHRE MACHTSUM“) (Hrsg.) (2005): Machtsumer Geschichten. Mit Chronik und Bildern zum 850-jährigen Bestehen. 1155 – 2005. Ein Dorf mit Tradition vor den Toren Hildesheims. Adlum: Köhler-Druck.

CHMIELEWSKI, F.-M. (2007): Folgen des Klimawandels für Land- und Forstwirtschaft. In: ENDLICHER, W. & F. W. GERSTENGARBE (Hrsg.): Der Klimawandel. Einblicke, Rückblicke, Ausblicke. <http://www.pik-potsdam.de/services/infothek/buecher_broschueren/broschuere_cms_100.pdf> (Stand: 2007) (Zugriff: 28.11.2012).

CHMIELEWSKI, F.-M. & T. RÖTZER (2001): Response of tree phenology to climate change across Europe. – Agricultural and Forest Meteorology 108, 101 – 112.

DANNENBERG, P. (2010[2]): Landwirtschaft und ländliche Räume. In: KULKE, E. (Hrsg.): Wirtschaftsgeographie Deutschlands. Heidelberg: Spektrum, 75 – 100.

DWD (DEUTSCHER WETTERDIENST) (2012a): Ausgabe der Klimadaten: Monatswerte. Hannover historisch. produkt_monat_Monatswerte_19360101_20111231_02014. <http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fausgabe__monatswerte__node.html%3F__nnn%3Dtrue> (Stand: 2012) (Zugriff: 28.11.2012).

DWD (DEUTSCHER WETTERDIENST) (2012b): Ausgabe der Klimadaten: Monatswerte. Hannover historisch. produkt_monat_Monatswerte_20111201_20121130_02014. <http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fausgabe__monatswerte__node.html%3F__nnn%3Dtrue> (Stand: 2012) (Zugriff: 28.11.2012).

DWD (DEUTSCHER WETTERDIENST) (2012c): Wetterlexikon. <http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=dwdwdw_menu2_wetterlexikon&_nfls=false> (Stand: 2012) (Zugriff: 31.12.2012).

FABIAN, P. (2002): Leben im Treibhaus. Unser Klimasystem – und was wir daraus machen. Heidelberg: Springer.

GERSTENGARBE, F.-W. & P. C. WERNER (2009): Klimaextreme und ihr Gefährdungspotential für Deutschland. In: Geographische Rundschau 61, 6, 12 – 19.

HABERLANDT, U., A. BELLI & J. HÖLSCHER (2010): Trends in beobachteten Zeitreihen von Temperatur und Niederschlag in Niedersachsen. – Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 54, 1. <http://www.hywa-online.de/hefte/2010/HyWaH12010.pdf> (Stand: 2010) (Zugriff: 18.12.2012).

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf> (Stand: 2007) (Zugriff: 28.11.2012).

LATIF, M. (2012): Globale Erwärmung. Stuttgart: UTB.

NEWMAN, J. A., M. ANAND, H. A. L. HENRY, S. HUNT & Z. GEDALOF (2011): Climate change biology. Wallinford: CAB International.

NLS (NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR STATISTIK) & NIHR (NIEDERSÄCHSISCHES INSTITUT FÜR HISTORISCHE REGIONALFORSCHUNG E.V.) (Hrsg.) (2007): Niedersachsen. Das Land und seine Regionen. Land – Bezirke – Landkreise – Kreisfreie Städte. Hannover: Niedersächsisches Landesamt für Statistik.

PEIRIS, D. R., J. W. CRAWFORD, C. GRASHOFF, R. A. JEFFRIES, J. R. PORTER & B. MARSHALL (1996): A simulationstudy of crop growth and development under climate change. – Agricultural and Forest Meterology 79, 271 – 287.

SCHÖNWIESE, C.-D. (2008[3]): Klimatologie. Stuttgart: UTB.

SEEDORF, H. H. & H.-H. MEYER (1992): Landeskunde Niedersachsen. Natur- und Kulturgeschichte eines Bundeslandes. Band 1: Historische Grundlagen und naturräumliche Ausstattung. Neumünster: Wachholz.

SELCK, J. (2005): Landschaft und Klima. In: PAUL-FEIND-STIFTUNG (Hrsg.): Hildesheimer und Kalenberger Börde. Natur und Landschaft im Landkreis Hildesheim. Hildesheim: Gerstenberg, 9 – 16.

VAN EIMERN, J. & H. HÄCKEL (1984[4]): Wetter- und Klimakunde: Ein Lehrbuch der Agrarmeteorologie. Stuttgart: Ulmer.

Anschrift der Autoren:

M.Ed. Hannah Graen
Dunkle Straße 10
D-31177 Borsum
hannah.graen@web.de

Prof. Dr. Martin Sauerwein
Universität Hildesheim
Institut für Geographie
Marienburger Platz 22
D-31141 Hildesheim
martin.sauerwein@uni-hildesheim.de