

# Zusammenfassung: „Phänologische Veränderungen im Klimawandel“

## I. Die Bedeutung phänologischer Veränderungen für die Natur und den Menschen

Die Phänologie befasst sich mit der wiederkehrenden jahreszeitlichen Entwicklung von Pflanzen und Tieren wie z.B. die beginnende Blütezeit oder die Blattverfärbung von Bäumen oder auch dem Vogelzug. Entscheidenden Einfluss auf Beginn und Dauer solcher beobachtbaren Phasen haben Umweltbedingungen wie z.B. Witterung und Klima. Insbesondere Veränderungen der Frühjahrstemperaturen haben starken Einfluss auf die pflanzliche Entwicklung.

Einfach ausgedrückt: Ändern sich Witterung und Klima, kann dies an geeigneten Phasen von Pflanzen und Tieren beobachtet werden.

Am Beispiel einiger ausgewählter phänologischer Beobachtungsdaten, die einen belegbaren engen Zusammenhang zu Veränderungen unseres Klimas haben, wurden umfangreiche Auswertungen für Hessen durchgeführt. Bei dieser Auswahl lag das Interesse auf Veränderungen, die Auswirkungen auf den Menschen und auf die Land- und Forstwirtschaft haben. Dazu gehören auch Folgen für Ökosystemfunktionen, wie die Bestäubungsleistung der Bienen. Solche Beobachtungen könnten mögliche Ansatzpunkte für Anpassungsmaßnahmen an die Folgen der Klimaveränderung sein.

Die hier vorgestellten Ergebnisse wurden einer bisher unveröffentlichten Auswertung für Hessen von Grünhage (2019) entnommen (Grünhage, Ludger 2019: Klimawandel und Pflanzenphänologie in Hessen).

## II. Beobachtbare Veränderungen im Klimawandel und deren Bedeutung

Verschiebungen phänologischer Phasen können erhebliche Auswirkungen haben: für den Obst- und Weinbau, die Landwirtschaft, den Wald sowie für Lebensgemeinschaften und Tierarten, die häufig eine starke Abhängigkeit von bestimmten Pflanzenphasen haben. Auch veränderte und neue Konkurrenzen und Wechselwirkungen sind möglich (Beispiel: Siebenschläfer – höhlenbrütende Singvögel (weitere Infos im Projektbericht)). Insbesondere die Geschwindigkeit, in der sich z. B. Tiere und Pflanzen an Veränderungen anpassen können, kann deutlich voneinander abweichen und so neue Herausforderungen für die Anpassung der Natur bedeuten.

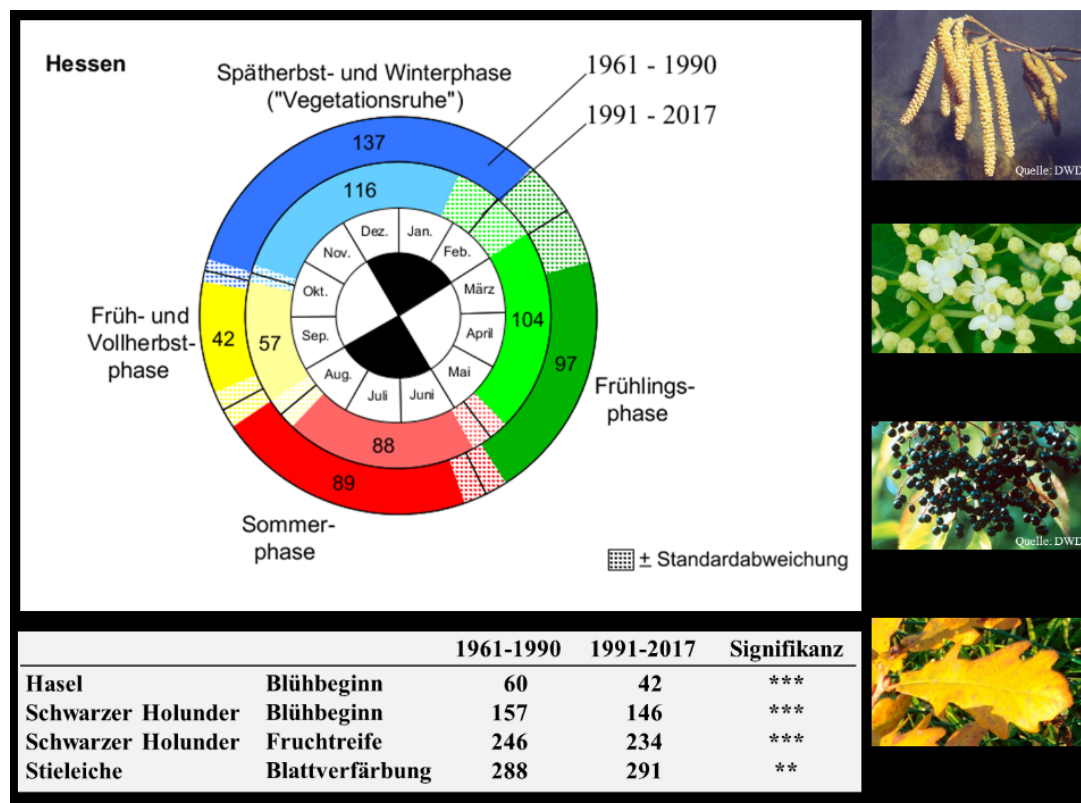
### 1. Veränderungen bei den (Haupt-)Jahreszeiten

Die Hauptjahreszeiten Frühling, Sommer, Herbst und Winter werden bei phänologischen Beobachtungen durch bestimmte Entwicklungsphasen von sogenannten Zeigerpflanzen definiert.

So wird der Beginn des phänologischen Frühlings durch den Blühbeginn der Hasel angezeigt, der Beginn des phänologischen Sommers durch den Beginn der Blüte des Schwarzen Holunders und der phänologische Herbstbeginn durch die Fruchtreife des Schwarzen Holunders. Der Beginn der Blattverfärbung der Stiel-Eiche indiziert das Ende der aktiven Wachstumsperiode und damit den Übergang zur "Vegetationsruhe" – umgangssprachlich der Beginn des Winters.

Während sich in Hessen der Beginn von Frühjahr, Sommer und Herbst in den letzten 27 Jahren eindeutig verfrüht hat, tritt die „Vegetationsruhe“ etwas später ein und ist im Mittel für Hessen 21 Tage kürzer geworden.

Der nachfolgenden sog. phänologischen Uhr können diese Veränderungen im Einzelnen entnommen werden. Die Beobachtungsdaten der 30-Jahres-Periode von 1961-1990 sind im äußeren Kreis der phänologischen Uhr eingetragen, die aktuelle Periode von 1991-2017 wurden im inneren Kreis eingetragen. Angegeben sind jeweils die Mittelwerte aus der Anzahl der Tage für die Hauptjahreszeiten (Dauer). Die gepunkteten Bereiche kennzeichnen die Standardabweichung (ein Indiz für die Streuung der Werte um den Mittelwert). Die im Kasten unter der phänologischen Uhr angegebenen Zahlen sind die Tage des Jahres, d.h. die Zahl 42 ist der 42. Tag des Jahres und entspricht dem 11. Februar.



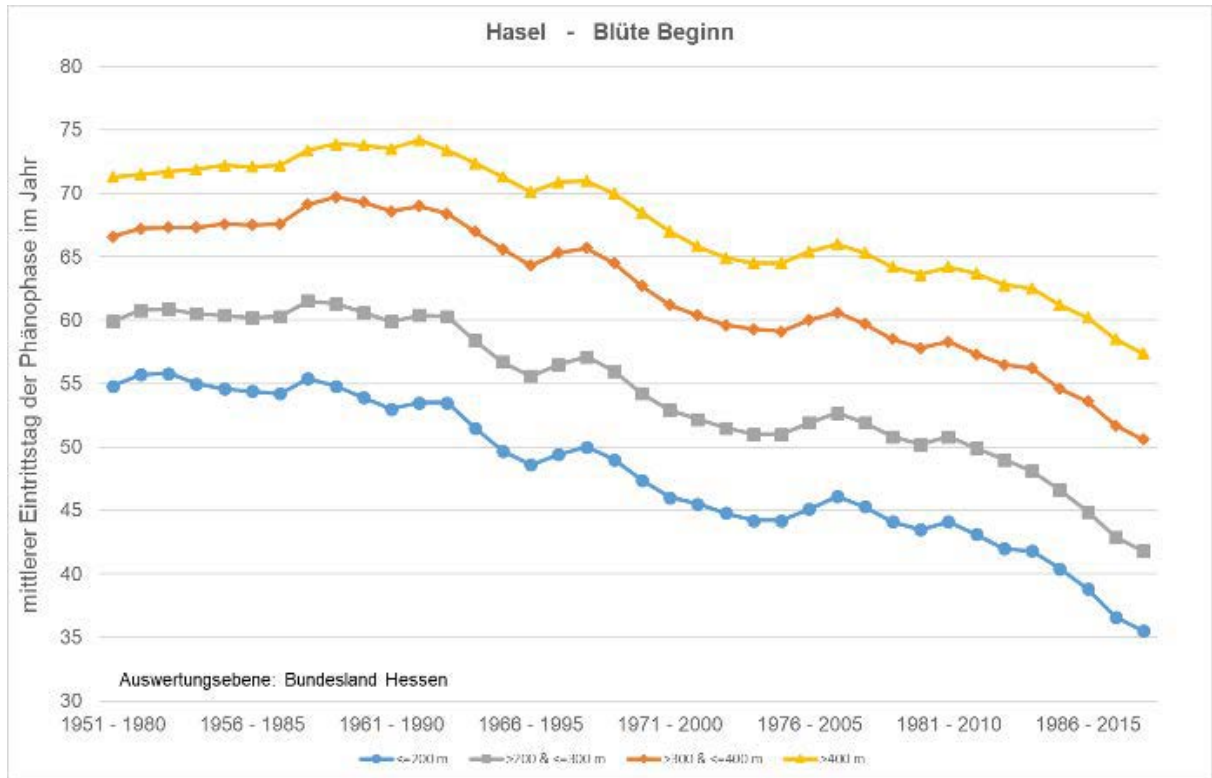
Da die Herbstphasen und auch der Übergang zum Winter weniger von der Temperatur als von anderen Faktoren, wie z.B. der Wasserverfügbarkeit, abhängen, verschiebt sich deren Beginn weniger stark. Das führt zu einer Verlängerung der Vegetationsperiode, sozusagen auf Kosten des Winters. Dieser wird kürzer und im Durchschnitt auch milder. Dennoch bleibt die Gefahr von Spätfrösten im Frühjahr erhalten, vor allem unter dem Aspekt, dass Pflanzen aufgrund ihrer vorgezogenen Entwicklung früher im Jahr ihre Frosthärte verlieren.

## 2. Dauer der Pollenflugsaison

Für die menschliche Gesundheit hat die Verschiebung der Blühzeiten von allergenen Pflanzen zunehmende Bedeutung. Der Beginn des Pollenflugs wird durch Frühblüher – wie Haselnuss, Erle und Birke – mit allergenem Potenzial gekennzeichnet. Besonders durch verfrühte Blütezeiten verlängert sich die Pollenflugsaison. „Das Auftreten allergenem Blütenstaubs (kann) von Dezember mit Beginn der Blüte von Hasel und Erle bis in den Oktober mit der Blüte der Ambrosie reichen...“ (Grünhage 2019). Seit Beginn der 90er Jahre zeigt sich eine starke Verfrühung der Blüte.

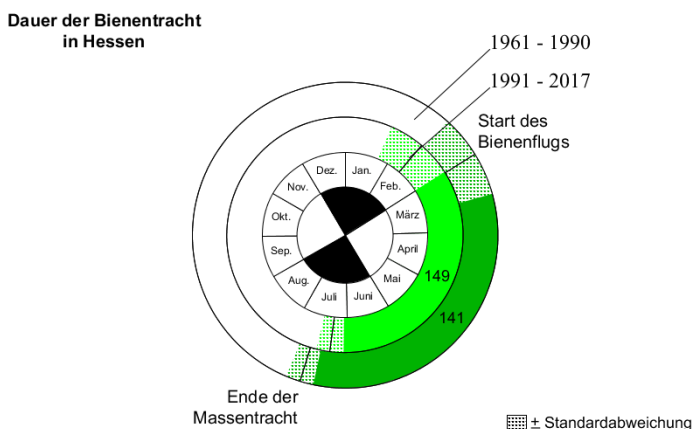
Die nachfolgende Grafik zeigt eine Auswertung des Blühbeginns der Hasel, aufgedgliedert nach Höhenlagen. In Regionen unter 200 m ü. NN beginnt die Hasel mittlerweile bereits am 35. Tag des Jahres –

dies entspricht dem 4. Februar – zu blühen. In Lagen über 400 m Höhe beginnt sie um den 1. März zu blühen.



### 3. Dauer und Veränderung der Bienentracht

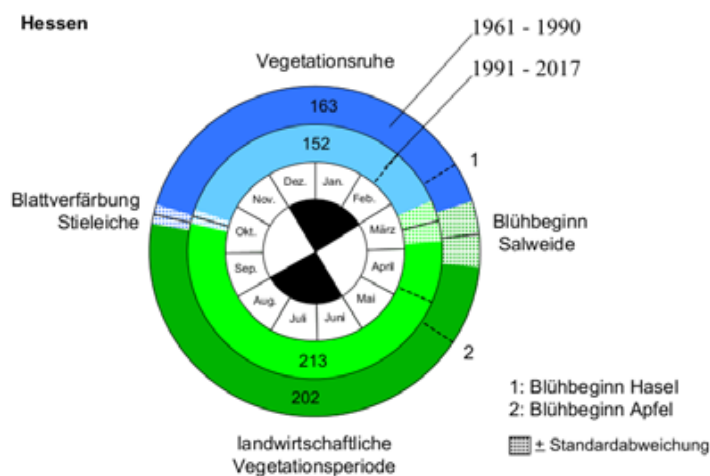
Bienen sind von essentieller Bedeutung in der Natur und für unsere Ernährung: Weit über die Hälfte aller insektenbestäubten Pflanzen werden auch von Bienen bestäubt, so auch der Großteil unserer Nutzpflanzen. Ihrerseits sind die Bienen aber eng an den Jahresverlauf der Nahrungsverfügbarkeit (Tracht) gebunden. Die sog. Entwicklungstracht im Frühjahr – damit wird die erste Tracht im Jahr bezeichnet - beginnt mit der Haselblüte. Die Massentracht ist die Zeit, in der das Angebot für die Bienen reichhaltig ist und das Bienenvolk wächst; sie erstreckt sich bis in den Sommer und endet mit der Blüte der Winter-Linde (für weitere Informationen: Projekt des Fachzentrum Klimawandel und Anpassung „Honigbienen im Klimawandel“, 2019), die ca. 7 Tage nach der Sommer-Linde zu blühen beginnt. Nach Grünhage (2019) „... verlängerte sich (die Bienentracht) in den letzten 27 Jahren im Mittel um 8 Tage, wobei sich der Start des Bienenflugs und das Ende der Massentracht signifikant verfrühen.“ Die phänologische Uhr zeigt die deutliche Veränderung.



Beginnt die Entwicklungstracht früher im Jahr, sind zu dem Zeitpunkt die Tageslängen kürzer. Das macht sich in der Bestäubungsleistung der Bienen bemerkbar, die für ihre Flüge Tageslicht brauchen. Die Verlängerung der Vegetationsperiode führt zu einer ausgedehnteren trachtarmen, also nahrungsarmen Zeit im Spätsommer und Herbst. Damit das Bienenvolk sich mit ausreichend Nahrung für die Überwinterung einrichten kann, steigt die Bedeutung von zusätzlichen Futterangeboten bzw. einer großen Vielfalt an Nahrungsangeboten, die zu unterschiedlichen Zeiten blühen.

#### 4. Dauer der landwirtschaftlichen Vegetationsperiode

Diese Auswertung folgt dem Vorschlag der Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI) über eine Annäherung an die landwirtschaftliche Vegetationsperiode, um die Dauer der Vegetationsperiode zu ermitteln. Sie ist definiert über den Zeitraum zwischen Blühbeginn der Sal-Weide und der Blattverfärbung der Stieleiche.



„...die Dauer der landwirtschaftlichen Vegetationsperiode verlängert sich in den letzten 27 Jahren im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990 im Mittel um 11 Tage in Hessen. Entsprechend verkürzt sich die Dauer der Vegetationsruhe.

Diese Verlängerung der Vegetationsdauer findet kontinuierlich in den letzten 27 Jahren statt, wobei in der Dauer regionale Unterschiede entsprechend der Temperatur für Nord-, Mittel- und Südhessen zu verzeichnen sind. In Nordhessen liegt dabei die Dauer der Vegetationszeit derzeit in der Größenordnung der Dauer der Vegetationszeit in Südhessen vor 50 Jahren.“ (Grünhage 2019)

Die phänologischen Uhren für die hessischen Regierungsbezirke finden Sie im Bericht.

#### 5. Entwicklung bei verschiedenen Kulturpflanzen

Stellvertretend wurde hier der Winterweizen betrachtet. Im Vergleich der beiden ausgewerteten Perioden (1961-1990 und 1991-2017) zeigt die phänologische Uhr für den Winterweizen eine Verfrühung in der Bestellung um sechs Tage und beim nachfolgenden Auflaufen (Aufgehen, Keimen) des Winterweizens um 8 Tage im Zeitraum 1991-2017 (innerer Ring) im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990 (äußerer Ring). Diese Verfrühung in der Bestellung sollte jedoch nicht als Indiz des Klimawandels inter-

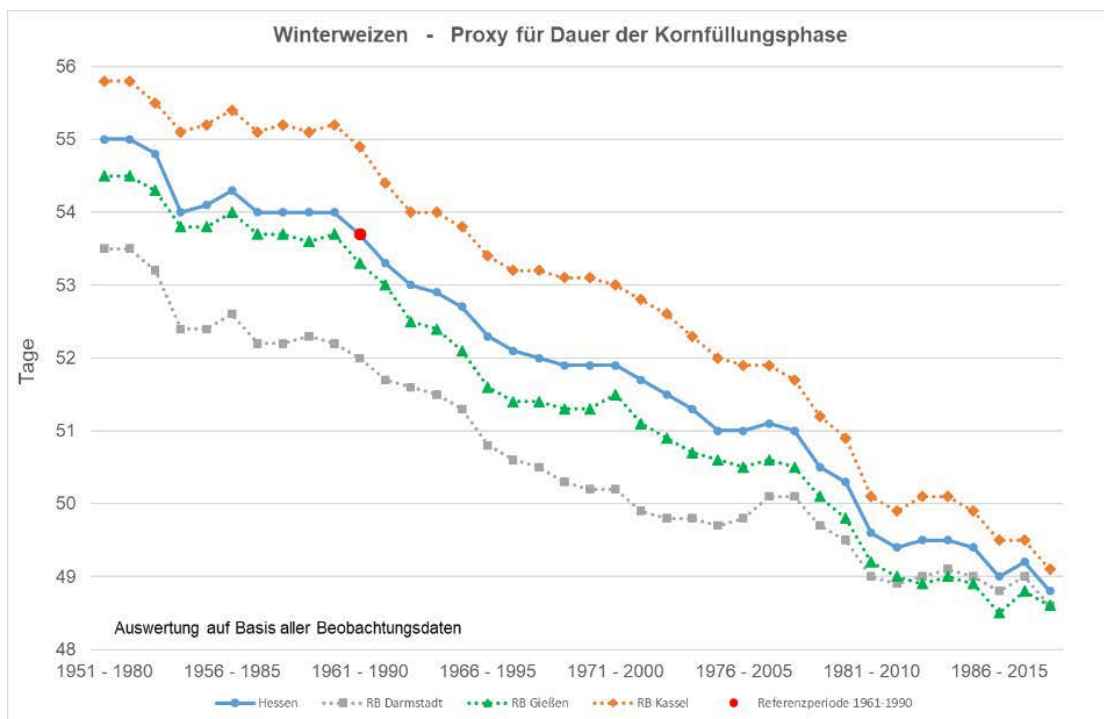
pretiert werden, da gerade in der Landwirtschaft relativ kurzfristig auf veränderte (Umwelt-)Bedingungen reagiert werden kann: Der frühere Beginn der Bestellung ist vielmehr auf eine Managemententscheidung zurückzuführen.

Ein etwas anderer Ansatz wird von der Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI) verfolgt, um Veränderungen für die Landwirtschaft sichtbar zu machen:

„Der Beginn der landwirtschaftlichen Vegetationsperiode wird nach LIKI über den Blühbeginn der Sal-Weide definiert. Die Verfrühung liegt im Mittel bei neun Tagen. Auch der nachfolgende Beginn der weiteren Entwicklungsstadien des Winterweizens verfrühen sich: der Beginn des Schossens um 15 Tage, der Beginn des Ährenschiebens um 10 Tage, der Beginn der Gelbreife um 16 Tage und der Beginn der Ernte um 9 Tage.

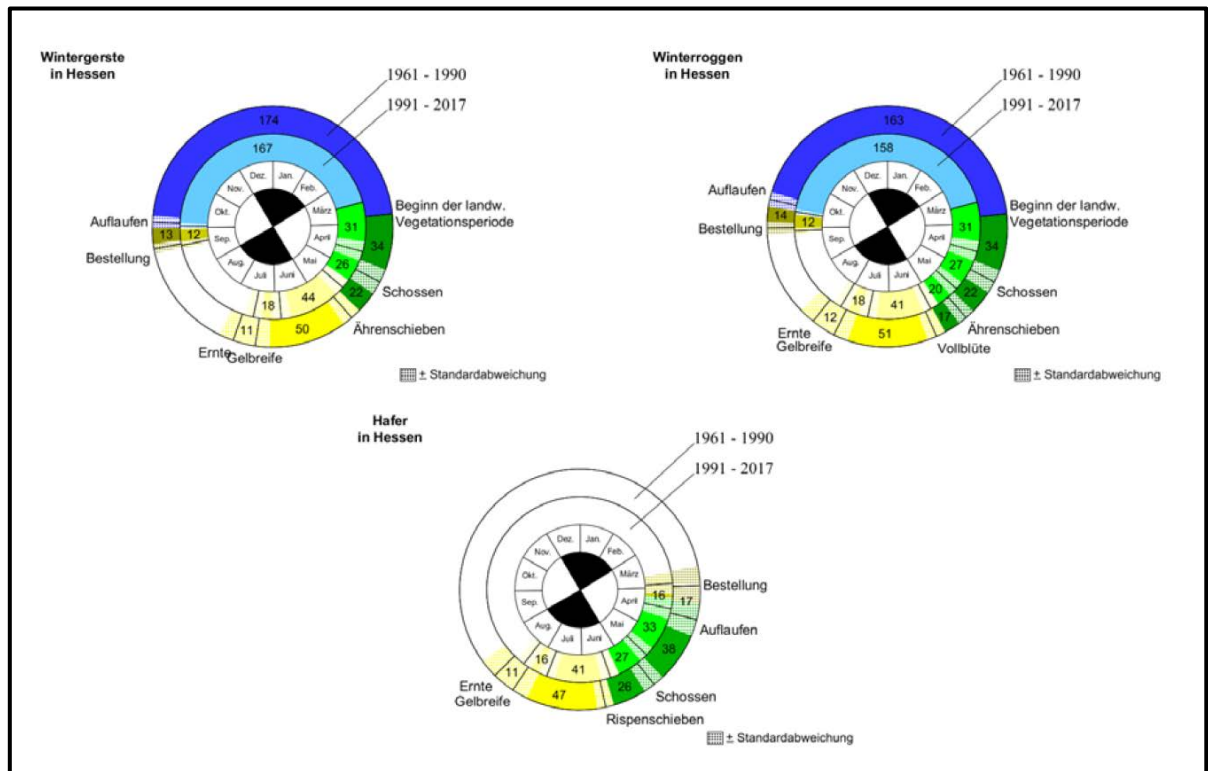
Als Proxy für die Dauer der Kornfüllungsphase kann der Zeitraum zwischen Beginn des Ährenschiebens und Beginn der Gelbreife angesetzt werden. Hier ist eine mittlere Verkürzung der Kornfüllungsphase um 6 Tage zu verzeichnen. Wie nachfolgend dargestellt findet diese Verkürzung der Kornfüllungsphase mehr oder weniger kontinuierlich in den letzten 67 Jahren statt. Neben Auswirkungen des Klimawandels sind hier vermutlich auch Veränderungen im Anbau von Sorten verantwortlich.“ (Grünhage 2019)

Eine räumlich differenzierte Auswertung für die drei Regierungsbezirke (RB) Hessens ergibt für die Kornfüllungsphasen folgende Ergebnisse:



Die Daten aus dem RB Gießen kommen dabei dem Mittel für Hessen am nächsten.

Die Auswertung für Wintergerste, Winterroggen und Hafer zeigen die folgenden phänologischen Uhren:



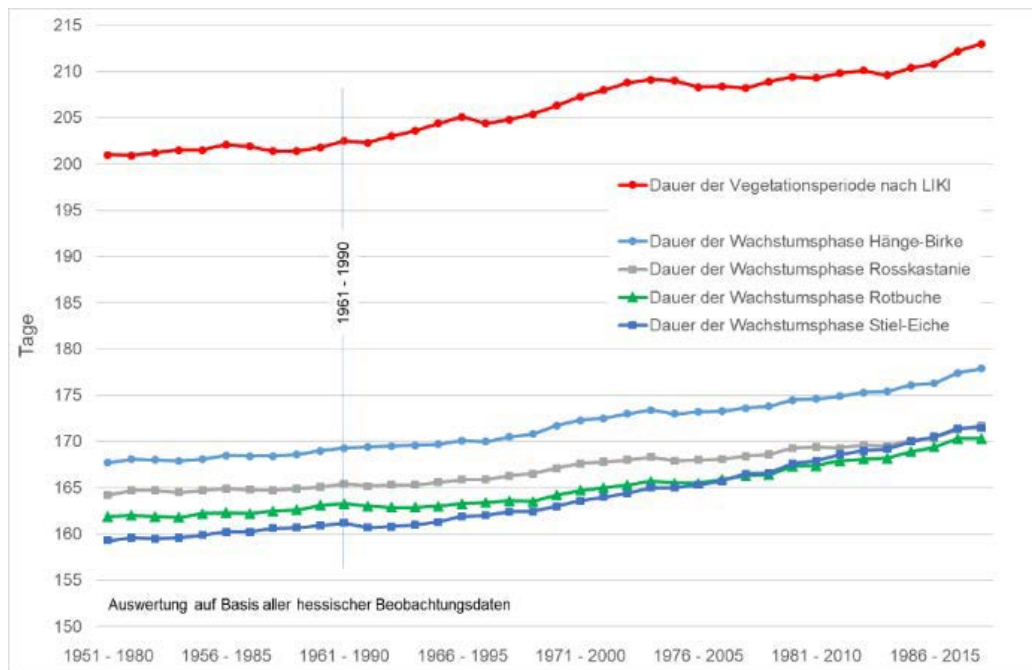
Weitere phänologische Uhren für Wintergerste, Mais und Zuckerrübe finden Sie im Bericht.

Auch bei diesen Pflanzen beginnen die Bestellung und die nachfolgenden Phasen in der Periode 1991-2017 früher; allerdings ist hier beim Erntebeginn keine Verfrüherung festzustellen.

Verschiebungen in den Anbauphasen fordern den Landwirt zum Umdenken auf. Es können logistische Herausforderungen entstehen, wenn z. B. Reifezeitpunkte zusammenrücken oder sich der Erntebeginn verschiebt. Auch können bestimmte Sorten schlechter gedeihen, weil sie z. B. wie das Wintergetreide, eine Kältephasen brauchen. Es können sich aber auch Chancen bieten, z. B. durch einen möglichen früheren Anbau und mehr Ertrag durch erhöhtes Pflanzenwachstum. Allerdings müssen weitere Standortfaktoren wie die Spätfrostgefahr zu Beginn des Jahres sowie Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit in Betracht gezogen werden.

## 6. Dauer der Vegetationsphase von Laubbäumen

Bäume bzw. Wälder helfen den Klimawandel zu begrenzen, indem sie Kohlenstoff langfristig speichern und als Humus in den Boden einbringen. Außerdem erfüllen sie wichtige Funktionen für das Lokalklima und die Luftreinhaltung. „Auf Grund des früheren Beginns der Wachstumsperiode verlängert sich die Dauer der Wachstumsphase und damit die Zeit, in der Kohlenstoff gebunden werden kann. Als Dauer der Wachstumsphase ist hier der Zeitraum zwischen Beginn der Blattentfaltung und dem Beginn der herbstlichen Blattverfärbung definiert. Diese Verlängerung in den letzten 27 Jahren im Vergleich zur Referenzperiode 1961-1990 beträgt derzeit bei der Buche acht Tage, bei der Stiel-Eiche 11 Tage, bei der Hänge-Birke neun Tage und bei der Rosskastanie sieben Tage.“ (Grünhage 2019) Allerdings hängt der Zuwachs eines Baums stark von der Witterung im aktuellen Jahr und der der Vorjahre ab. Insbesondere die Wasserverfügbarkeit spielt hier eine wichtige Rolle und könnte ein limitierender Faktor sein. Es ist noch nicht abschließend geklärt, wie stark sich die Kohlenstoffspeicherung der Bäume verändert.



Eine weitere phänologische Uhr für die Buchenvegetationszeit finden Sie im Bericht.