

## Indikator-Factsheet: Anpassung von Bewirtschaftungsrythmen

<b>Verfasser:</b>	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106	
<b>Mitwirkung:</b>	Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich Biologie und Chemie, Institut für Pflanzenökologie (Prof. Dr. Grünhage) Deutscher Wetterdienst (DWD), Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung (Franz-Josef Löpmeier)	
<b>Letzte Aktualisierung:</b>	06.05.2014	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler)
	05.10.2014	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler)
	28.05.2018	UBA I 1.6 Petra van Rüth
<b>Nächste Fortschreibung:</b>		

### I Beschreibung

<b>Interne Nr.</b> LW-R-1	<b>Titel:</b> Anpassung von Bewirtschaftungsrythmen
<b>Einheit:</b> Tag im Jahr	<b>Kurzbeschreibung des Indikators:</b> Mittlerer Zeitpunkt der Bestellung von Mais
	<b>Berechnungsvorschrift:</b> Mittlerer Zeitpunkt der Bestellung von Mais = Summe aller Tage im Jahr, an denen an den einzelnen Stationen die Bestellung von Mais gemeldet wird / Anzahl der im jeweiligen Jahr berücksichtigten Stationen
<b>Interpretation des Indikatorwerts:</b>	Je höher der Indikatorwert, desto später im Jahr tritt die phänologische Phase der Bestellung von Mais ein.

### II Einordnung

<b>Handlungsfeld:</b>	Landwirtschaft
<b>Themenfeld:</b>	Anpassung der Anbausysteme im Pflanzenbau
<b>Thematischer Teilaspekt:</b>	Anpassung des Anbaumanagements (u.a. Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz, Düngung)
<b>DPSIR:</b>	Response

### III Herleitung und Begründung

<b>Referenzen auf andere Indikatorenssysteme:</b>	EEA 2008 (Impacts of Europe's changing climate, 2008 indicator-based assessment): Plant phenology
<b>Begründung:</b>	Die landwirtschaftliche Nutzung ist wie kaum eine andere Nutzung in die natürlichen jahreszeitlichen Rhythmen eingebunden. Die Landwirte müssen mit der Planung und Durchführung ihrer Bearbeitungsgänge in den jeweiligen Kulturen auf die jährlich wechselnden Witterungsbedingungen und die jeweils aktuellen Wetterverhältnisse reagieren. Veränderungen können dabei sowohl positive als

	<p>auch negative Auswirkungen auf die Kulturen haben. Höhere Wärmesummen fördern das Pflanzenwachstum, wenn gleichzeitig eine ausreichende Wasserversorgung gesichert ist. Allerdings können zu hohe Temperatursummen oder Trockenheit auch dazu führen, dass bestimmte Wachstums- und Entwicklungsphasen landwirtschaftlicher Kulturen wie z. B. die Kornfüllungsphase beim Getreide zu schnell durchlaufen werden und es infolgedessen durch eine zu frühe Abreifung zu Ertragseinbußen kommt. Von einer Verlängerung der Vegetationsperiode profitieren insbesondere das Grünland und mehrjährige Kulturen, die auch nach Erreichen der Reifephase weiter wachsen können. Höhere Temperatursummen begünstigen auch die Maiskultur und ermöglichen inzwischen einen Anbau spätreifender Sorten auch in den nördlichen Teilen Deutschlands.</p> <p>Die Veränderung natürlicher jahreszeitlicher Rhythmen und die damit verbundenen zeitlichen Verschiebungen in der Entwicklung von Pflanzen lassen sich über die Beobachtung des Eintretens definierter phänologischer Phasen erfassen. In das phänologische Beobachtungsnetz des DWD sind sowohl Kultur- als auch Wildpflanzen eingebunden.</p> <p>Der Zusammenhang zwischen der Klimaveränderung und der Verschiebung phänologischer Phasen wird in der Literatur inzwischen umfangreich diskutiert und beschrieben (u. a. Chmielewski et al. 2005, Chmielewski 2007, EEA 2008, Menzel 2006, Parmesan &amp; Yohe 2003, Streitfert &amp; Grünhage 2009). Die Veränderung der phänologischen Phasen gilt dabei als einer der besten Bioindikatoren für Veränderungen des Klimas, speziell der Temperatur. Ein besonders starker Zusammenhang zwischen Temperatur(-summe) und dem Eintrittszeitpunkt einer phänologischen Phase besteht im Falle der Frühjahrs- und Sommerphasen. Das bedeutet zugleich, dass sich entsprechende phänologische Änderungen in dieser Zeit primär auf klimatische Änderungen zurückführen lassen und andere relevante Einflüsse beispielsweise aus erhöhten atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen ausgeschlossen werden können (Menzel 2006).</p> <p>Zu den phänologischen Phasen gehört auch die Durchführung von Bewirtschaftungsgängen in landwirtschaftlichen Kulturen. Mit der Wahl der Zeitpunkte für Bestellung, Aussaat und Ernte reagieren die Landwirte (autonom) auf veränderte Rahmenbedingungen. Die Witterungsverhältnisse spielen dabei sowohl direkt als auch indirekt eine entscheidende, wenn auch nicht alleinige Rolle für die Terminierung; direkt insofern, als beispielsweise bei Erreichen bestimmter Bodentemperaturen im Frühjahr die Aussaat bestimmter Kulturpflanzen (wie Mais) erfolgen kann; indirekt, da Landwirte mit ihrer Kulturpflanzen- und Sortenwahl bzw. der Fruchtfolge bereits auf die sich verändernden klimatischen Rahmenbedingungen reagieren.</p> <p>Im Gegensatz zu der als Impact-Indikator eingestuften Blüte des Winterraps ist der mittlere Zeitpunkt der Bestellung von Mais zwar in erheblichem Maße witterungsgesteuert, aber auch beeinflusst von den betrieblichen Abläufen und technischen Möglichkeiten des Betriebs. Relevant sind hier u. a. die Sorten- und Fruchtfolgenwahl und der damit verbundene Zeitpunkt der Vorfruchtäumung sowie die organisatorischen Anforderungen in Abhängigkeit von der Größe der Maisanbaufläche und des Umfangs von Eigenmechanisierung oder erforderlicher Fremdarbeit. Mit der Bestellung des Mais, die i. d. R. im Laufe des April / Mai erfolgt, wird wie im Falle des Impact-Indikators eine phänologische Frühjahrsphase gewählt, um den Einfluss anderer bewirtschaftungsbedingter Einflüsse möglichst gering zu halten. Der Mais ist außerdem eine landwirtschaftliche Kultur mit zunehmender Bedeutung, deren Anbau flächendeckend überall in Deutschland stattfindet.</p> <p>Grundsätzlich wäre mit dem Bestelltermin des Hafers oder der Zuckerrübe noch eine treffsichere Indikation möglich, da deren Bestellung noch früher im Jahr erfolgt und daher noch unmittelbarer von den jeweiligen Witterungsverhältnissen abhängig ist. Für die Zuckerrübe gilt außerdem, dass die Rübenanbaufläche durch die Quotenregelung stabil ist und die Landwirte kontinuierliche</p>
--	---

	<p>Erfahrungen im Anbau haben. Gerade beim Mais gewinnen durch die aktuelle Ausweitung des Anbaus zahlreiche weitere Einflussfaktoren an Bedeutung für die phänologische Entwicklung. Allerdings verhindern / erschweren größere Datenlücken den Aufbau einer langjährigen Datenreihe für Hafer und Zuckerrübe. Für die östlichen Bundesländer stehen für Hafer und Zuckerrübe keine Daten für den Zeitraum 1982 bis 1991 zur Verfügung; für die Zuckerrübe gibt es eine weitere Datenlücke zwischen 1969 und 1977.</p>
<b>Schwächen:</b>	<p>Das Meldeprogramm und das Netz der phänologischen Beobachtungsstationen sind über die Jahre nicht stabil. Grundsätzlich wird darauf geachtet, dass die räumliche Repräsentanz der Stationen in jedem Jahr gegeben ist. Dies kann aber trotz der großen Anzahl der Beobachtungsstandorte (im Jahr 2009 gab es für die Bestellung des Mais in Deutschland knapp 850 aktive Meldestationen) nicht immer garantiert werden. Dies liegt auch darin begründet, dass das Meldernetzwerk hauptsächlich von ehrenamtlichen Helfern aufrechterhalten wird und nicht von jeder Station das komplette Beobachtungsprogramm gemeldet werden kann. Für die Indikatorberechnung bedeutet dies, dass das Kollektiv jährlich wechselt.</p> <p>Für den Maisanbau steht eine Vielzahl verschiedener Sorten zur Verfügung, die auch unterschiedliche Anforderungen an die Witterungsbedingungen bei der Aussaat stellen. Die kontinuierliche Weiterentwicklung von Sorten (s. auch Indikator LW-R-3 zu Maissorten nach Reifegruppen) hat Auswirkungen auf den jeweiligen Zeitpunkt der Bestellung. Frühere oder ggf. auch spätere Bestelltermine lassen sich daher nicht allein als direkte Reaktion auf veränderte Witterungsbedingungen interpretieren, sondern sie sind indirekt auch die Folge von züchterischen Anpassungen.</p> <p>Der Indikator ist nur eingeschränkt interpretierbar. Aus seiner Entwicklung lassen sich höchstens Aussagen dahingehend treffen, dass sich infolge des Klimawandels direkt oder indirekt Veränderungen in der betrieblichen Praxis ergeben. Aussagen, ob mit den beobachtbaren Anpassungen eher positive oder nachteilige Auswirkungen auf die Ertragssicherheit einhergehen, sind dagegen nicht möglich.</p> <p>Sinnvoll wäre es grundsätzlich, die phänologischen Daten differenziert zumindest für die naturräumlichen Haupteinheiten (Großräume) Deutschlands darzustellen. Die naturräumliche Gliederung orientiert sich hauptsächlich an geomorphologischen und hydrographischen Parametern und stellt sicher, dass nur Daten aus klimatisch ähnlichen Regionen zu einer Auswertungseinheit zusammengeführt werden. Eine separate Darstellung der Zeitreihen für alle sechs Großräume innerhalb eines Indikators wäre allerdings unübersichtlich. Die Zeitreihe 1970 bis 2009 wurde differenziert für die sechs naturräumlichen Haupteinheiten statistisch auf Trends geprüft. Dabei ergaben sich für zwei Regionen lineare und für vier Regionen quadratische Trends. Allen Verläufen ist aber ähnlich, dass nach relativ späten Bestellterminen Ende der 1970er Jahre die Termine immer weiter im Jahr nach vorne verschoben wurden.</p>
<b>Rechtsgrundlagen, Strategien:</b>	keine
<b>Ziele:</b>	keine
<b>Berichtspflichten:</b>	keine

#### IV Technische Informationen

<b>Datenquelle:</b>	Phänologisches Beobachtungsnetz des Deutschen Wetterdienstes (DWD)	
<b>Räumliche Auflösung:</b>	flächenhaft	NUTS 0 auf der Basis ausgewählter Punktdaten
<b>Geographische Abdeckung:</b>	ganz Deutschland auf der Grundlage ausgewählter Einzelstationen, repräsentative Abdeckung der Naturgroßräume (naturräumliche Haupteinheiten) Nordostdeutsches Tiefland, Nordwestdeutsches Tiefland, Westliches Mittelgebirge, Östliches Mittelgebirge, Südwestliches Mittelgebirge / Schichtstufenland, Alpenvorland und Alpen	
<b>Zeitliche Auflösung:</b>	jährlich, seit 1970	
<b>Beschränkungen:</b>	Der Maisanbau erhielt erst in den 1960er/1970er Jahren eine weite Verbreitung. Dieser Sachverhalt spiegelt sich auch in der Anzahl der Meldungen phänologischer Daten wider. Aus diesem Grunde wird die Darstellung der Zeitreihe erst 1970 gestartet.	
<b>Verweis auf Daten-Factsheet:</b>	LW-R-1_Daten_Bewirtschaftungsrythmen.xlsx	

#### V Zusatz-Informationen

<b>Glossar:</b>	<p><b>Phänologie:</b> Phänologie ist die Lehre vom Einfluss des Wetters, der Witterung und des Klimas auf die im Jahresablauf periodisch wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen der Pflanzen und Tiere. Phänologische Phasen bei Pflanzen sind gut beobachtenden Entwicklungserscheinungen wie z. B. die Blütime, die Blüte oder die Fruchtreife, die Ausdruck eines Wechsels in ihrem physiologischen Zustand sind. Bei Tieren werden beispielsweise der Vogelzug und die Paarungszeit als phänologische Phasen verstanden.</p> <p>In Deutschland werden phänologische Daten seit 1951 vom DWD erfasst und archiviert. Heute erfolgen die Aufzeichnungen an ca. 1.400 Beobachtungsstandorten in Deutschland systematisch und methodisch standardisiert. Mit dem Klimawandel hat die phänologische Beobachtung an Bedeutung gewonnen. Wachstum und Entwicklung von Pflanzen und das Verhalten von Tieren ist integrierter Ausdruck des Wetter- und Witterungsgeschehens über längere Zeiträume. Sie sind damit auch eine hilfreiche Ergänzung zur reinen Wetterbeobachtung.</p>
<b>Weiterführende Informationen:</b>	<p>Augustin J. &amp; Erasmi S. 2008: Klimawandel - Apfelblüte macht das Regional-klima sichtbar. In: Nationalatlas aktuell 5 (05/2008), Leipzig: Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL).  <a href="http://aktuell.nationalatlas.de/uploads/media/08_05_Beitrag.pdf">http://aktuell.nationalatlas.de/uploads/media/08_05_Beitrag.pdf</a></p> <p>Chmielewski F. M., Müller A., Küchler W. 2005: Possible impacts of climate change on natural vegetation in Saxony (Germany). Int J Biometeorol (2005) 50: 96-104.</p> <p>Chmielewski F. 2007: Phänologie – ein Indikator zur Beurteilung der Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Biosphäre. promet 33, Nr. 1/2: 28-35.</p> <p>DWD – Deutscher Wetterdienst: Informationen zum phänologischen Beobachtungsprogramm (Landwirtschaftliche Kulturpflanzen):  <a href="http://www.dwd.de">www.dwd.de</a> =&gt; Klima + Umwelt =&gt; Phänologie =&gt; Beobachtungsprogramm =&gt; Landwirtschaftliche Kulturpflanzen</p> <p>DWD – Deutscher Wetterdienst (Hrsg.) 2007: Phänologie. promet 33, Nr. 1/2</p>

	<p>EEA 2008: Impact of Europe's changing climate - 2008 indicator based assessment. EEA Report No. 4, Copenhagen, 246 S.</p> <p>Menzel A. 2007: Phänologische Modelle. promet 33, Nr. 1/2: 20-27.</p> <p>Menzel A. 2006: Zeitliche Verschiebungen von Austrieb, Blüte, Fruchtreife und Blattverfärbung im Zuge der rezenten Klimaerwärmung. Forum für Wissen 2006, Freising: 47–53.</p> <p>Parmesan C. &amp; Yohe G. 2003: A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. Nature 421: 37-42.</p> <p>Streitfert A. 2005: Einfluss steigender Temperaturen und CO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf Pflanzenphänologie und -anatomie. Diplomarbeit angefertigt im Fachbereich Biologie am Institut für Pflanzenökologie der Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen, 88 S.</p> <p>Streitfert A., Grünhage L., Dörger G., Hanewald K., Wolf H. (HLUG) 2008: Klima-Biomonitoring: Klimawandel und Pflanzenphänologie in Hessen. Wiesbaden, 4 S.  <a href="http://www.uni-giessen.de/cms/fbz/fb08/biologie/pflanzenoek/alte_homepage/forschung/Foeinr/UKL/luftmessstation/Infos_HLUG/HLUG/Klimabiomonitoring-Nov08">www.uni-giessen.de/cms/fbz/fb08/biologie/pflanzenoek/alte_homepage/forschung/Foeinr/UKL/luftmessstation/Infos_HLUG/HLUG/Klimabiomonitoring-Nov08</a></p> <p>Streitfert A. &amp; Grünhage L. 2009: Klimawandel und Pflanzenphänologie in Hessen. INKLIM 2012 Baustein II plus. Gießen, 46 S.  <a href="http://www.hlug.de/static/klimawandel/inklim_plus/dokumente/berichte/phaenologie.pdf">www.hlug.de/static/klimawandel/inklim_plus/dokumente/berichte/phaenologie.pdf</a></p>
--	--

## VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

<b>Aufwands-schätzung:</b>	Datenbeschaffung:	1	nur eine datenhaltende Institution
	Datenverarbeitung:	1	einfache Datenübernahme (Daten = Indikator) ohne vorhergehende Datenaufbereitung
	<u>Erläuterung:</u> Ab dem Jahr 2010 werden die bundesweiten Mittelwerte direkt vom DWD geliefert. Der Aufwand für die Fortschreibung des Indikators wird auf ca. 2 Stunden geschätzt.		
<b>Datenkosten:</b>	keine		
<b>Zuständigkeit:</b>	Koordinationsstelle		
	<u>Erläuterung:</u> Aufgrund der grundsätzlich besseren Eignung der phänologischen Phasen Bestellung Hafer und Bestellung Zuckerrübe sollte die Darstellung zum Mais ab 2020 durch die dann 30-jährigen Zeitreihen für Hafer und Zuckerrübe ergänzt werden (deren kontinuierliche und bundesweite Erhebung startete in 1991).		

## VII Darstellungsvorschlag

