

Klimawandel und Pflanzenphänologie in Deutschland.

Eine Analyse der räumlichen und zeitlichen Entwicklung des Beginns ausgesuchter Pflanzenphasen sowie ihres statistischen Zusammenhangs mit ausgewählten Klima- und Bodendaten zwischen 1961 und 2002

Zusammenfassung

Hintergrund und Ziel Während der Anstieg der globalen Lufttemperatur als Teilphänomen des aktuellen globalen Klimawandels sicher festgestellt werden kann, rückt auch die Analyse der Wirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme, insbesondere auf die Pflanzenentwicklung, mehr und mehr in den Vordergrund. Hierzu sollte die Forschungsarbeit beitragen und am Beispiel Deutschlands zeigen, ob und inwieweit sich der Beginn verschiedener Pflanzenphasen wie z.B. der Apfelblüte in den letzten Jahrzehnten verändert hat und ob es einen statistischen Zusammenhang von pflanzenphänologischen und meteorologischen Messdaten gibt.

Material und Methoden Daten zur Pflanzenphänologie und zur Meteorologie werden in Deutschland vom Deutschen Wetterdienst (DWD) erhoben. Während das Messnetz der ehrenamtlichen Phänologischen Beobachter etwa 6.400 Standorte umfasst, wird die Lufttemperatur an etwa 670 Messstationen erfasst. Die für die Auswertung erforderliche räumliche Verknüpfung der inkongruenten Messnetze erfolgte mit Verfahren der Geostatistik. Diese dienten darüber hinaus zur Analyse und Kartierung der räumlichen Struktur des Phasenbeginns. Mit univariat-statistischen Analysen wurden die Veränderungen in der phänologischen sowie klimatologischen Entwicklung in der Messperiode 1991-2002 im Vergleich zur klimanormalperiode 1961-1990 auf ihre Signifikanz überprüft. Um zu klären, inwieweit sich regionalspezifische Besonderheiten auf die Pflanzenentwicklung auswirken, wurden die phänologischen Daten anhand der naturräumlichen Gliederung (MEYNEN et al. 1953, 1962) sowie der multivariat-statistisch abgeleiteten Landschaftsgliederung Deutschlands (SCHMIDT 2002) naturräumlich differenziert ausgewertet. Anhand von Korrelations- und Regressionsanalysen, wurden Art und Stärke des statistischen Zusammenhangs zwischen Phänologie und Klimaelementen berechnet und Aussagen zur zukünftigen Entwicklung abgeleitet. Mithilfe zweier multivariater Klassifikationsverfahren wurde der Einfluss weiterer ökologischer Standortfaktoren auf den Beginn der Herbstphasen überprüft.

Ergebnisse Für Deutschland wurde im Vergleich der Klimanormalperiode 1961-1990 mit dem Zeitraum 1991-2002 eine Erwärmung um durchschnittlich 0,75 °C ermittelt, die Jahresmitteltemperatur stieg von 8,14 °C auf 8,89 °C. Neben dem Temperaturanstieg ließ sich auch eine Zunahme der Niederschlagsmenge und der Sonnenscheindauer feststellen. Parallel hierzu war eine verfrühter Beginn der Frühjahrs- (5-13 Tage) und Sommerphasen (2-11 Tage) zu verzeichnen, welche mit einer Verlängerung der Vegetationsperiode einherging. Die Herbstphasen zeigten lediglich geringfügige Verfrühungen und punktuelle Verspätungen. Wärmebegünstigte Regionen wiesen deutlich frühere Phaseneintritte auf als kühlere Regionen. Im regionalen Vergleich zeigten sich besonders deutliche Verfrühungen im Mittel- und Hochgebirge. Verdunstung ($r = \text{bis } -0,79$) und Temperatur ($r = \text{bis } -0,78$) wiesen insbesondere für die Frühjahrs- und Sommerphasen einen besonders starken negativen Zusammenhang mit der Pflanzenentwicklung auf. Bei einer weiteren durchschnittlichen Erwärmung von bis zu 4,5 °C bis 2100 könnte sich z.B. der Blühbeginn der Hängebirke gegenüber dem Zeitraum 1991-2002 im Mittel um weitere 22 Tage verfrühen.

Diskussion Die vom DWD gelieferten meteorologischen und phänologischen Daten durchlaufen eine Qualitätssicherung, die neben formalen Kriterien auch eine fachliche Qualitätskontrolle einschließt. Die Datensätze wiesen jedoch trotzdem noch eine Reihe unplausibler Werte auf, die durch Ausreißeranalysen identifiziert und eliminiert werden konnten. Durch geostatistische Analysen konnten erstmals Flächenkarten berechnet werden, deren Schätzgüte durch Kreuzvalidierungen überprüft werden konnte. Die festgestellte Temperaturerhöhung liegt deutlich über den Annahmen des IPCC aus dem Jahre 2001, die von einer globalen Erwärmung im 20. Jahrhundert von 0,3 °C bis 0,6 °C ausgehen. Speziell die Frühjahrsphasen reagieren auf diese Erhöhung der Temperaturwerte mit einer Verfrühung der Vegetationsphase, der regional differenziert ausfällt. Hier sind auch kurzfristige Wärmeereignisse entscheidend. Die Sommerphasen hingegen, für deren Entwicklung Wärmesummen entscheidender sind, weisen weniger hohe Korrelationen mit der Lufttemperatur auf, zeigen aber einen räumlich homogenen Verlauf.

Schlussfolgerungen Die klimatischen Veränderungen in Deutschland, die für die beiden Vergleichszeiträume ermittelt wurden, führten zu einer signifikanten Änderung der Pflanzenentwicklung. Nach den vorliegenden Ergebnissen trägt insbesondere die Temperaturerhöhung um 0,75 °C maßgeblich zu einer Verfrühung der meisten untersuchten Pflanzenphasen bei. Die raumzeitlichen Phasenveränderungen sind somit eng mit dem Klimawandel verknüpft. Daher sind Veränderungen des Konkurrenzgefüges und der Artenzusammensetzung sowie die Verschiebung der Vegetationszonen zu erwarten.

Ausblick Weitere Klimaänderungen werden insbesondere Auswirkungen auf die Land- und Forstwirtschaft haben und die Wahl der Anbausorten und -arten beeinflussen, aber auch zu einer Verschiebung der Anbaugebiete, z.B. für Wein und Obst, führen. Die Frühjahrsphasen spiegeln den Klimawandel am deutlichsten wider und eignen sich daher besonders zur bioökologischen Indikation des Klimawandels. Die im Rahmen dieser Arbeit erzeugten Flächenkarten helfen bei der regionalen Untersuchung von Klimaänderungen. Neben diesen Anwendungsgebieten sind die phänologischen Karten auch eine wichtige Datengrundlage für die Modellierung der zukünftigen Entwicklung des Wasser- und Stoffflusses in landwirtschaftlich genutzten Böden, wodurch genauere Aussagen zu zukünftigem Wasser- und Nährstoffbedarf bzw. -austag abgeleitet werden können.