

Waldbodenvegetation und Klimawandel?

LWF analysiert seit 1993 Veränderungen der Bodenvegetation auf bayerischen Waldklimastationen und wartet mit überraschenden Ergebnissen auf

Helena Löffler

Klimatische Veränderungen spielen auch für die heimische Vegetation eine immer größere Rolle. Unter diesem Aspekt wurden die Entwicklung der Bodenvegetation, ihre Artenvielfalt und ihre Artenzusammensetzung an sechs bayerischen Waldklimastationen analysiert. Die Auswertung der 16 Jahre zurückreichenden Zeitreihe zeigt, dass Wärmezeiger und Artenzahlen zunehmen. Aber: Mit klimatischen Veränderungen scheinen diese Entwicklungen nur indirekt zu tun zu haben. Einige Indizien lassen vermuten, dass kleinräumige Störungen die Vegetationsveränderungen stärker beeinflussen als der derzeitige Umfang der Klimaerwärmung.

Die weltweiten Klimaveränderungen sind mittlerweile etablierter Stand des Wissens. Der vierte Assessment Report (AR4) des International Panel on Climate Change (IPCC 2007) beschreibt nicht nur die Änderungen des weltweiten Klimas, sondern auch die zu erwartenden Folgen. Auch für Bayern wird eine Veränderung der meisten Klimaparameter erwartet (KLIWA 2005).

Vegetation im Klimawandel

Der Vegetation werden wichtige Funktionen im globalen Kreislauf zugeschrieben (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Der Einfluss der Folgen des Klimawandels auf die Vegetation wurde sowohl global (Scholze et al. 2006; Walther et al. 2002) als auch für die Waldvegetation Mitteleuropas (Kölling 2007; Wohlgemuth 2006) aufgezeigt. Biodiversität wird allgemein als wichtiger Faktor für die langfristige Stabilität von Ökosystemen gesehen (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Standörtliche Veränderungen können einerseits zu größerer Arten- und genetischer Vielfalt führen, andererseits auch zu einer Artenverarmung, beispielsweise auf Grund von Vitalitätsverlusten, erhöhter Mortalität, Verdrängung durch invasive Arten sowie Isolations- und Fragmentierungseffekten. Für viele Arten werden wegen erhöhter Temperaturen höhere Aussterbe-Wahrscheinlichkeiten prognostiziert (Thomas et al. 2004).

Da in Bayern der größten Teil der Wälder bewirtschaftet wird, sind Arbeiten zur Biodiversität gerade in Wirtschaftswäldern (wie man sie an den Waldklimastationen findet) von hoher Relevanz. Nun gilt es zu klären, ob im Wirtschaftswald eine weitere Artenverarmung auf Grund der Klimaveränderungen zu befürchten ist und ob generell die Vegetationszusammensetzung beeinflusst wird.



Abbildung 1: Mit Hilfe solcher 1-m²-Aufnahmekreise haben Vegetationskartierer die Bodenvegetation erfasst.

Vegetationsaufnahmen und ihre Auswertungen

Im Rahmen des Level-II-Flächennetzes der EU-Länder zur »intensiven Überwachung und Analyse der Waldökosysteme auf Dauerbeobachtungsflächen« (LWF 1993 u. ff) werden seit 1993 an den Waldklimastationen in Bayern Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Für die Untersuchungen wurden die jährlichen Aufnahmen an den sechs Schwerpunktstationen Freising, Flossenbürg, Altdorf, Ebersberg, Mitterfels und Riedenburg (Lage der Waldklimastationen: Zimmermann und Raspe S. 43–45 in diesem Heft) verwendet. Die Vegetation wurde jedes Jahr an den gleichen Punkten (30 pro Waldklimastation) innerhalb eines ein Quadratmeter großen Aufnahmekreises (Abbildung 1) aufgenommen. Heute umfasst die Zeitreihe 16 Aufnahmejahre.

Bei der Auswertung der Daten stellten sich drei zentrale Fragen:

- *In wie weit sind die Ellenberg-Zeigerwerte* (Ellenberg 1992) *zuverlässige Indikatoren für die Standortverhältnisse?* Um diesen Sachverhalt zu klären, wurden die verschiedenen Ellenberg-Zeigermittelwerte (Temperatur-, Licht-, Feuchte-, Reaktions-, Stickstoff- und Kontinentalitätszahl) mit Meßergebnissen der einzelnen Stationen verglichen (Erklärung der Zeigerwerte siehe Kasten).
- *Nehmen Wärmezeiger zu?* Diese Frage wurde ebenfalls mit den Ellenberg-Zeigerwerten bearbeitet. Dazu wurden die Temperaturzeigermittelwerte für jede Waldklimastation und gemittelt für alle Stationen berechnet sowie der Verlauf über die Zeit betrachtet.
- *Nimmt die Diversität ab?* Da bei dieser Frage im Vordergrund stand, ob Arten hinzugekommen oder weggefallen sind, wurde die absolute Artenzahl über die Zeit betrachtet. Für diese Fragestellungen wurden nur die ersten sechs Kennzahlen ausgewertet, auf die Salzzahl (S) konnte verzichtet werden. Die Mittelwerte aller Pflanzen einer Aufnahme für einen Faktor werden als Zeigermittelwert bezeichnet und spiegeln standörtliche Gegebenheiten wider. Allgemein wurde davon ausgegangen, dass die Zeigerwerte als gute Indikatoren für die Standortverhältnisse gelten können. Allerdings ist zu beachten, dass Nutzungseinflüsse die Oberbodenzustände (abgewandelte Bestockung, Bewirtschaftung) überprägt haben. Da die Zeigerwerte im Folgenden vor allem für Zeitreihen verwendet wurden, wurde davon ausgegangen, dass Bestockungseinflüsse in etwa gleich bleiben und deshalb die Entwicklung der Zeigerwerte nicht beeinflussen.

Die Zeigerwerte nach Ellenberg

Die Ellenberg-Zeigerwerte beschreiben ein Klassifikationsverfahren für mitteleuropäische Pflanzen nach ihrem ökologischen Verhalten. Jeder Pflanze wird entsprechend ihrem Auftreten im Gelände ein Wert zwischen 1 und 9 zugeordnet. Für die ökologische Beschreibung von Gefäßpflanzen bewertet Ellenberg (1992) sieben Hauptfaktoren: Lichtzahl (L), Temperaturzahl (T), Stickstoffzahl (N), Kontinentalitätszahl (K), Feuchtezahl (F), Reaktionszahl (R) und Salzzahl (S).

Mehr Wärmezeiger und steigende Artenzahlen

Das Klima verändert sich, es wird immer wärmer. Wie verhalten sich die Pflanzen? Welche werden begünstigt und welche benachteiligt? Die Vermutung liegt nahe, dass auf Grund der höheren Temperaturen der letzten Jahre mehr Wärmezeiger-Arten in den späteren Vegetationsaufnahmen zu finden sind. Diese Vermutung bewahrheitet sich: Der Temperaturzeigermittelwert aller Stationen steigt deutlich an (Abbildung 2).

Im nächsten Schritt war zu ermitteln, ob sich ein direkter Zusammenhang zwischen Klimaparametern und diesem Anstieg herstellen lässt. Anhand der Jahresmitteltemperaturen und der Vegetationsperiodendauer wurde diese überprüft. Aber das Ergebnis weist keinen Zusammenhang nach. Wie ist also der Anstieg der Wärmezeiger-Werte zu erklären? Bei der

genaueren Analyse der einzelnen Schwerpunktstationen zeigte sich eine starke Artenveränderung nur an einzelnen Waldklimastationen, der Anstieg der Wärmezeiger ist nur an manchen Stationen zu erkennen. Doch auch für diese Stationen wurde kein signifikanter Zusammenhang zwischen Klimaparametern und Artenveränderungen festgestellt. Allerdings ergaben sich andere interessante Fakten. »Der Klimawandel führt zu höheren Aussterberisiken, also zu weniger Arten.« So lautet die aus der Prognose von Thomas et al. (2004) abgeleitete Eingangshypothese. An den bayerischen Waldklimastationen stiegen jedoch die absoluten Artenzahlen in den Vegetationsschichten des Unterwuchses deutlich an (Abbildung 3).

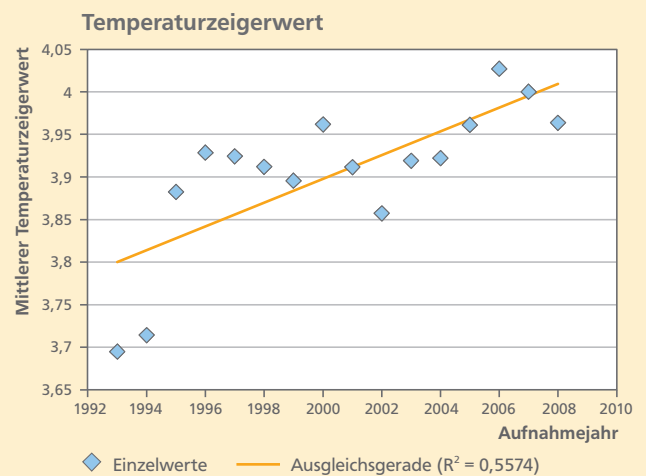


Abbildung 2: Entwicklung des qualitativen Temperaturzeigerwertes zwischen 1993 und 2008, gemittelt über alle Schwerpunktstationen

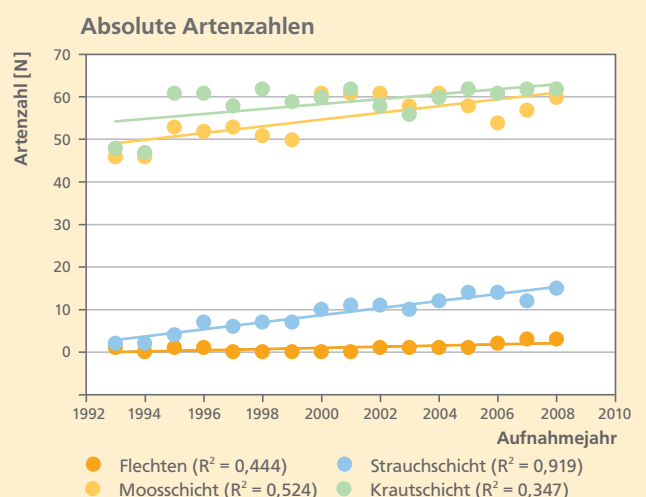


Abbildung 3: Entwicklung der absoluten Artenzahl zwischen 1993 und 2008 an den Schwerpunktstationen, aufgeteilt nach Vegetationsschichten

Führen klimatische Veränderungen also zu höheren Artenzahlen? Auch hier lässt sich aus der genaueren Analyse schließen, dass Veränderungen vor allem einzelne Stationen betreffen. Der klimatische Einfluss ließ sich ebenfalls nicht mit den Veränderungen in Verbindung bringen.

Bei der Detailauswertung fiel vor allem die Station Flossenbürg ins Auge. An dieser Station waren sowohl ein Artenanstieg als auch eine deutliche Zunahme von Wärmezeigern zu erkennen. Bei einer genaueren Bearbeitung der Wärmezeigerverteilung zeigte sich, dass vor allem vom »warmen Ende« der Verteilung Arten hinzukommen. Deshalb entstanden bimodale (=zweigipflige) Verteilungen, die die Aussagekraft der Zeigermittelwerte in Frage stellen (Ewald 2009). Es ist eher von einer noch schnelleren Veränderung auszugehen als die Zeigermittelwerte erwarten lassen. Aber weshalb?

»Das Klima war's also nicht. Wer war's dann?«

Die Auswertung der verwendeten Klimaparameter zeigte deutlich, dass der Artenanstieg und die Zunahme von Wärmezeigern nicht mit diesen Parametern korrelieren, dies gilt für alle sechs Stationen gemittelt und auch für die einzelnen Stationen. Aber wie ist es dann zu den beobachteten Veränderungen gekommen? Einerseits ist es nicht ganz auszuschließen, dass die getesteten Klimaparameter nicht die richtigen waren und die bimodalen Verteilungen zu großen Unsicherheiten der Zeigermittelwerte führten. Andererseits ist auf Grund einiger Indizien davon auszugehen, dass die klimatischen Veränderungen in diesem Fall wahrscheinlich keine direkte Rolle spielten. Andere Gründe waren für die Veränderungen verantwortlich, die nur zum Teil oder nur indirekt auf klimatische Veränderungen zurückzuführen sind.

Vor allem die unterschiedliche Entwicklung an den einzelnen Stationen und die Unabhängigkeit von klimatischen Parametern legen die Vermutung nahe, dass kleinräumige Störungen für diesen Zeitraum eine große Bedeutung hatten. Einige Ereignisse an den Waldklimastationen, wie Borkenkäferbefall oder Durchforstungen, könnten eine bedeutende Rolle gespielt haben. Zum Beispiel ist die Zunahme von Wärmezeigern in aufgelichteten Beständen möglicherweise darauf zurückzuführen.

Störeffekte prägen den Wirtschaftswald im Klimawandel. Rasche Veränderungen der Bestockung (wegen Ausfalls und Entnahme der Fichte, gezielten Waldumbaus) und die Aufarbeitung von Schadholz führen zu schlagartig veränderten Licht-, Temperatur-, Feuchte- und Nährstoffverhältnissen. Nicht der Klimawandel an sich, sondern vorrangig die damit zusammenhängenden Störeffekte verändern die Waldbodenvegetation. In Forschungsarbeiten zu Störungen der Waldbodenvegetation verwendete Jensch (2004) die Zeigerwerte als Indikatoren für Störungen und konnte gute Aussagen liefern.

Die EU fördert die Vegetationsaufnahmen an Waldklimastationen seit dem 1. Januar 2009 im Rahmen des Life+ Projektes FutMon.



Fazit

Zusammenfassend kann man nach der Auswertung an den sechs Waldklimastationen festhalten:

- Die vorhandenen Daten über die Bodenvegetation an den Waldklimastationen lassen bisher keinen Zusammenhang mit Klimaparametern erkennen. Dies schließt einen generellen Zusammenhang zwischen Klimaerwärmung und Vegetationsänderung nicht aus.
- Die beobachteten Veränderungen gehen wahrscheinlich vielmehr auf kleinräumige Störungen zurück, die nur indirekt mit klimatischen Veränderungen zusammenhängen dürften.
- Für eine Auswertung über die beobachtete Zeitspanne sollte das Störungsregime in die Betrachtung mit einbezogen werden.

Literatur

- LWF – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000): *Bayerische Waldklimastationen, Jahrbücher 1993–2000*
- Ellenberg, H. (1992): *Zeigerwerte Mitteleuropas*. Verlag Goltze Göttingen, 258 S.
- Ewald, J. (2009): *Bimodale Spektren von Nährstoffzeigerwerten in Bayerns Nadelwäldern*. 80:5, S. 189–194
- IPCC (2007): *Summary for Policymakers*. In: Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M.; Miller, H.L. (Hrsg.): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press
- Jensch, D. (2004): *Der Einfluss von Störungen auf Waldbodenvegetation - Experimente in drei hessischen Buchenwäldern*. Dissertationes Botanicae, Band 386, 388 S.
- KLIWA (2005): *Der Klimawandel in Bayern für den Zeitraum 2021–2050*. KLIWA Kurzbericht
- Kölling, C.; Zimmermann, L. (2007): *Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber dem Klimawandel*. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 67 Nr. 6, S. 259–268
- Millennium Ecosystem Assessment (2005): *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, 86 S.
- Scholze, M.; Knorr, W.; Arnell, N.; Prentice, C. (2006): *A climate-change risk analysis for world ecosystems*. PNAS, Vol. 103 Nr. 35, S. 13.116–13.120
- Thomas, C. D. et al. (2004): *Extinction risk from climate change*. Nature 427, S. 145–148
- Walther, G.-R. et al. (2002): *Ecological responses to recent climate change*. Nature 416, S. 389–395
- Wohlgemuth, T.; Bugmann, H.; Lischke, H.; Tinner, W. (2006): *Wie rasch ändert sich die Waldvegetation als Folge von raschen Klimaveränderungen?* Forum für Wissen, S. 7–16

Helena Löffler ist Studentin und arbeitet als wissenschaftliche Hilfskraft im Sachgebiet »Naturschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Helena.Loeffler@lwf.bayern.de