

Räumliche Modellierung der thermischen Vegetationsperiode für Österreich

A. SCHAUMBERGER¹ und H. FORMAYER²

1. Einleitung und Problemstellung

Die Vegetationsperiode wird von klimatischen Einflüssen geprägt und ist sowohl für Bewirtschaftungsmaßnahmen als auch für die Biomasseentwicklung landwirtschaftlicher Kulturen entscheidend. Insbesondere im Zusammenhang mit dem globalen Klimawandel wird immer wieder eine Verschiebung von Vegetationsbeginn und Vegetationsende infolge der Klimaerwärmung diskutiert.

Für eine räumliche Modellierung eignet sich die Anwendung der Methode zur Berechnung der thermischen Vegetationsperiode sehr gut, da die Problemstellung auf den Temperaturzusammenhang reduziert und damit stark vereinfacht wird. Trotz der Einfachheit hat sich der Ansatz der thermischen Vegetationsperiode in der Praxis bewährt. Ein Geographisches Informationssystem (GIS) stellt für diese Art der Modellierung das geeignete Werkzeug dar.

2. Material und Methoden

Ausgehend von den Temperaturmessstellen wird unter Ausnützung der Höhenabhängigkeit die Tagesmitteltemperatur zu flächendeckenden Rasterdaten mit 250 Meter Auflösung interpoliert. Die Temperatur weist insbesondere in den Monaten der Vegetationszeit einen starken Zusammenhang mit der Seehöhe auf (HÄCKEL, 2005). Dieser höhenabhängige Anteil wird vor der Interpolation der jeweiligen Stationsmessdaten abgespalten, um die Interpolationsfehler so gering wie möglich zu halten (BARTELME, 2000).

Dabei wird zunächst eine lineare Regression der zu interpolierenden Tagesmitteltemperatur zwischen der Zusatzvariablen Seehöhe auf Stationsbasis und allen Beobachtungen eines Monats ausgeführt. Die Regressionsgleichung liefert bei Anwendung auf die Seehöhe aus dem DHM als unabhängige Variable die Werte für alle Rasterzellen und ergeben ein Temperatur-Höhen-Raster. Anschließend werden die Residuen, welche an den Stationen durch die Differenz zwischen Regressions- und Messwert bestimmt sind, geostatistisch mittels Ordinary Kriging interpoliert und zum Raster des höhenabhängigen Anteils der Temperatur addiert. Diese Methode findet in der räumlichen Modellierung meteorologischer Information und insbesondere bei der Temperaturinterpolation breite Anwendung (DOBESCH et al., 2007) und wird in der Literatur als *Georegression* (BLÖSCHL und MERZ, 2002), *Elevationally Detrended Ordinary Kriging* (LI et al, 2003) oder *Simple Kriging with Varying Local Means* (GOOVAERTS, 1997) beschrieben.

Die täglichen Temperaturreaster werden auf das Kriterium für den Vegetationsbeginn, ≥ 5 °C für mindestens 5 aufeinander folgende Tage, bzw. für das Vegetationsende mit < 5 °C für mindestens 5 aufeinander folgende Tage Zelle für Zelle geprüft. Bei Erfüllung der Bedingung wird das Datum des ersten dieser fünf Tage in die entsprechenden Zellen des Ergebnistrasters eingetragen, das sich im Lauf des Berechnungszeitraums von März bis Mai bzw. September bis November vervollständigt.

Für den Zeitraum 1961 bis 2006 werden dazu 8.761 flächendeckende Rasteroberflächen mittels Rasteralgebra analysiert. Der Implementierung aller notwendigen Algorithmen muss daher besonderes Augenmerk geschenkt werden und ist mit einer erheblichen Rechenzeit verbunden. Die Programmierung in der vorliegenden Arbeit wurde in Visual C# unter Einbeziehung von ESRI ArcObjects realisiert. Die täglichen Temperaturreaster wurden zur Laufzeit erzeugt, temporär vorgehalten und der Speicher nach Überprüfung des Temperaturkriteriums an den fünf Tage wieder freigegeben – die einzige Möglichkeit, ein relativ performantes Laufzeitverhalten zu garantieren.

¹ Mag. Andreas SCHAUMBERGER, MSc, Lehr und Forschungszentrum (LFZ) Raumberg-Gumpenstein, Referat für Geoinformation im ländlichen Raum, Altirdning 11, A-8952 Irdning

² Dr. Herbert FORMAYER, Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Untersuchungsreihe über mehrere Jahrzehnte bestätigt den Trend einer Ausdehnung der Vegetationsdauer. Bei der vorliegenden Arbeit steht neben der stationsbezogenen Analyse besonders die räumliche Veränderung im Mittelpunkt des Interesses. In *Abbildung 1* wird als Beispiel die Zusammenführung sämtlicher Zwischenergebnisse in der durchschnittlichen Vegetationsdauer dargestellt.

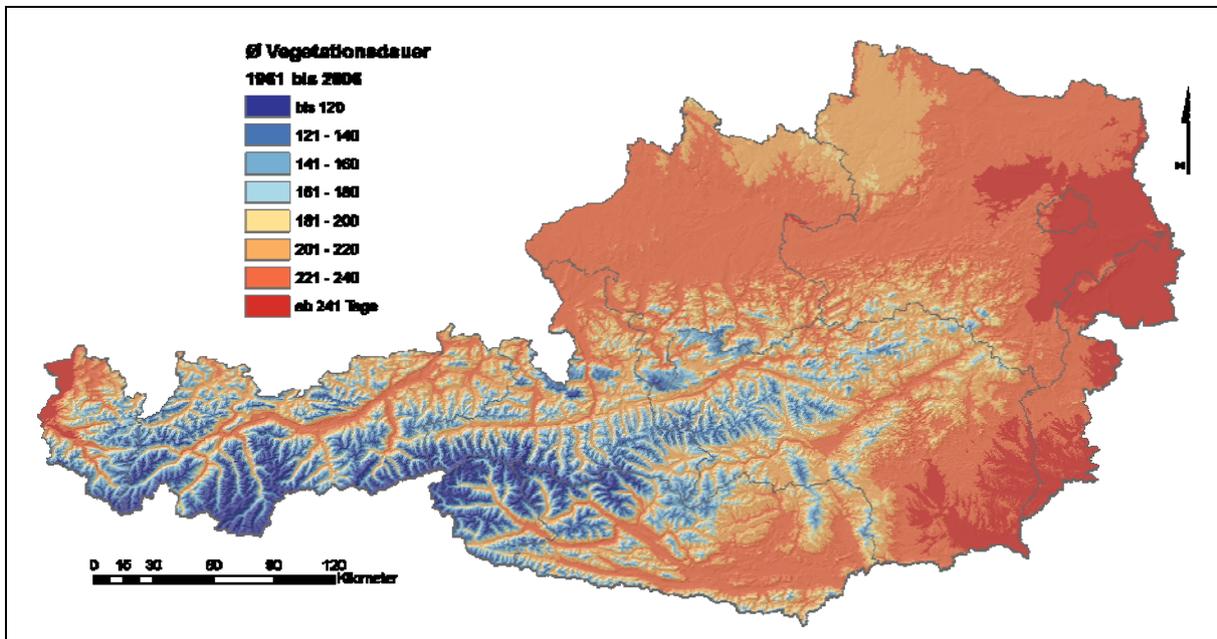


Abbildung 1: Durchschnittliche Vegetationsdauer für den 46jährigen Zeitraum von 1961 bis 2006

Die stationsbezogene Auswertung (vgl. *Abbildung 2*) basiert auf den aus den Ergebnisrastern ausgelesenen Zelleninhalten und zeigt den Verlauf von Beginn und Ende der Vegetationsperiode. Der grau hinterlegte Bereich markiert den Zeitraum zwischen den Dekadenmittelwerten, die geringfügig vom langjährigen Trend (strichlierte Trendgerade) abweichen. Die Dauer nimmt um 0,29 Tage pro Jahr zu und entspricht einer mittleren Gesamtzunahme von 13,34 Tagen.

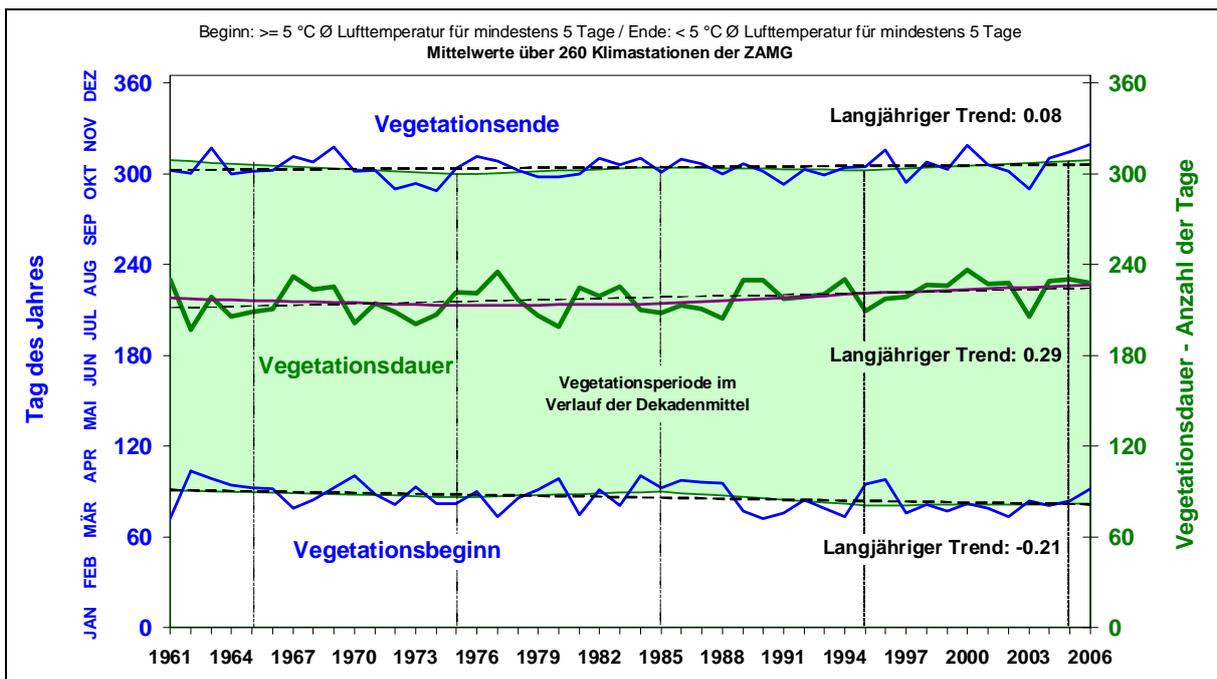


Abbildung 2: Verlauf von Vegetationsbeginn, -ende und -dauer im Durchschnitt von 260 Stationen

In *Abbildung 2* wird ebenfalls deutlich, dass die Zunahme der Vegetationsdauer hauptsächlich auf einen früheren Vegetationsbeginn zurückzuführen ist (im Durchschnitt ca. 70 %). Dabei verhalten sich Standorte im Bergland anders als im Flachland. Beispielsweise weist die Station Rauris eine Steigung der Vegetationsdauer von 0,38 auf (entspricht 17,48 Tagen). Auch andere Bergstationen (Bad Aussee, Mariazell, Rax, usw.) zeigen ebenfalls eine überdurchschnittliche Zunahme der Vegetationsdauer. Allerdings muss festgehalten werden, dass im vorliegenden Ansatz die Schneebedeckung vernachlässigt wird, welche besonders im Bergland eine Rolle spielt. Im Flachland fällt die Zunahme eher unterdurchschnittlich aus. In Laa/Thaya beispielsweise beträgt die Steigung des langjährigen Trends der Vegetationsdauer 0,18, in Graz 0,20 und in Wien 0,24.

Die räumlichen Ergebnisse liegen als Raster für Beginn, Ende und Dauer der Vegetationsperiode zwischen 1961 und 2006 für jedes Jahr vor und ermöglichen Auswertungen und Analysen über die gesamte Zeitreihe an beliebigen Standorten. Ein weiterer Vorteil des räumlichen Modells liegt darin, dass es für die Verwendung in anderen Modellen und Problemstellungen mit raum-zeitlicher Komponente verwendet werden kann. Die hier vorgenommene Aufbereitung als kontinuierliche Oberflächen im Rasterdatenmodell unterstützt dabei die Untersuchung geographisch und klimatisch bedingter Zusammenhänge in agrarmeteorologischen Fragestellungen.

4. Literatur

- BARTELME, N. (2000): Geoinformatik - Modelle, Strukturen, Funktionen, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 419 S.
- BLÖSCHL G. und MERZ R. (2002): Methoden der hydrologischen Regionalisierung im Zusammenhang mit der Niederschlag-Abflussmodellierung. Wiener Mitteilungen Wasser - Abwasser - Gewässer 164 (2002), 149-178.
- DOBESCH H., DUMOLARD P., and DYRAS I., Eds. (2007): Spatial Interpolation for Climate Data: The Use of GIS in Climatology and Meteorology. Geographic Information Systems Series, ISTE Ltd., London, 320 S.
- GOOVAERTS P. (1997): Geostatistics for Natural Resources Evaluation. Applied Geostatistics Series, Oxford University Press, New York, Oxford, 483 S.
- HÄCKEL, H. (2005): Meteorologie. 5. Auflage, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 446 S.
- LI S., TARBOTON D.G., and MCKEE M. (2003): GIS-based temperature interpolation for distributed modelling of reference evapotranspiration. Poster, AGU Hydrology Days 2003, March 31 – April 2, 2003, Colorado State University, 2 S.