

Zusammenfassung

Der Ertrag im Grünland wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst und kann durch die Entwicklung verschiedener Modelle, die bestimmte natürliche Vorgänge vereinfacht abbilden, näherungsweise bestimmt werden. Die Voraussetzung für eine möglichst flächendeckende Analyse hinsichtlich des Ertrages auf Grünlandflächen ist die Integration der Modelle in einem Geographischen Informationssystem (GIS), da für die unterschiedlichen Modellparameter ein klarer Raumbezug besteht.

Das Grünland mit seinen Ausprägungen (extensiv und intensiv) weist eine Fläche von 1,61 Millionen ha auf, das sind immerhin über 50 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Österreich. Die Erträge dieser Flächen bilden die wichtigste Futtergrundlage für über zwei Millionen Rinder, Pferde, Schafe und Ziegen und werden von 115.000 Grünland- und Viehbauern in meist kleinen Betriebsstrukturen bewirtschaftet. Neben der Verwertung von Grundfutter spielen diese Flächen auch eine besondere Rolle in der Gestaltung einer attraktiven Kulturlandschaft und sind Teil wichtiger ökologischer Prozesse.

Eine in den letzten Jahren erkennbare Veränderung des globalen Klimas wirkt sich in Teilen Österreichs besonders stark im Auftreten von intensiven Trockenperioden aus, die vor allem im Nordosten, Osten und Südosten des Landes zu Trockenschäden auf landwirtschaftlichen Kulturen führen. Das Jahr 2003 beispielsweise verursachte allein im Grünland einen Schaden von rund 300 Millionen Euro. Eine entsprechende Versicherung gegen das Auftreten von trockenbedingten Schäden im Grünland steht noch nicht zur Verfügung, da keine geeigneten Modelle auf wissenschaftlicher Basis existieren.

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft hat darauf reagiert und die Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein im Rahmen eines Forschungsprojektes beauftragt, ein Modell zur Ermittlung von Trockenschäden zu entwickeln. Im Jahr 2002 wurde damit begonnen, auf 27 Standorten in ganz Österreich Grünlandexaktversuche einzurichten, welche mit den dort gewonnenen Ertrags- und Futterqualitätsdaten die Basis für eine Wachstums- und Ertragsmodellierung liefern sollen.

Das Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur, Wien, ist als Projektpartner für die Entwicklung eines Wachstums- und Ertragsmodells verantwortlich und lieferte die notwendigen Gleichungen der Modelle mit den auf die Daten der Grünlandexaktversuche abgestimmten Modellkoeffizienten.

Die Arbeit „Ertragsanalyse im österreichischen Grünland mittels GIS unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Veränderungen“ beschäftigt sich ausschließlich mit der Implementierung dieser Modelle im GIS, die sich auf die konkrete technische Umsetzung in Form einer modularen und aufbauenden Vorgehensweise bezieht. Als GIS-Software wurde ArcGIS 8.3 von ESRI mit diversen Erweiterungen eingesetzt und durch individuelle Programmierung in Visual Basic for Applications (VBA) unter Einbeziehung der Klassenbibliothek von ArcObjects erweitert.

Die Grundlage für die Simulation von Wachstum bildet die Bodenwasserbilanz. Dem Niederschlag wird die potentielle Verdunstung (Evapotranspiration) gegenübergestellt und mit Berücksichtigung der Feldkapazität des Bodens das Bodenwasserbilanzmodell nach einer Methode der FAO entwickelt. Zunächst wurde die potentielle Evapotranspiration für Grasoberflächen auf Tagesbasis und für das gesamte Bundesgebiet ermittelt. Die wichtigsten Parameter dieses Modells sind die Globalstrahlung bzw. die tägliche Strahlungsbilanz, das Sättigungsdefizit aus Temperatur und relativer Luftfeuchte, sowie der Wind. Diese Stationsmessdaten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik standen für das Jahr 2003 zur Verfügung und bildeten die Basis für alle meteorologischen Analysen in dieser Arbeit.

Die Globalstrahlung wurde mit Hilfe eines Modells in Abhängigkeit topographischer Bedingungen erstellt und mit einem berechneten Wert für eine horizontale und unbeschattete Fläche normiert. Der daraus resultierende Globalstrahlungsfaktor als Repräsentation der topographiebedingten Änderungen korrigiert die an den Stationen berechnete potentielle Evapotranspiration und deren höhenabhängige Interpolation. Mittels Regressionsrechnung wurde die Höhenabhängigkeit der potentiellen Evapotranspiration ermittelt und die Ergebnisgleichung auf das Digitale Höhenmodell angewendet. Die an den Stationen ermittelten Residuen zwischen geschätzter und mit Hilfe der Messdaten berechneter Evapotranspiration wurden mittels Kriging interpoliert und anschließend mit dem höhenabhängigen Anteil der Evapotranspiration (modifiziertes DHM) kombiniert.

Das Ergebnis aus der Berechnung der potentiellen Evapotranspiration wurde in die Bodenwasserbilanzierung einbezogen. Zusammen mit der Feldkapazität konnte damit der Bodenwassergehalt und die aktuelle Evapotranspiration der Bodenschichten 0 bis 10 cm, 0 bis 20 cm und 20 bis 40 cm ermittelt werden. Für die Berechnung der verschiedenen Horizonte wurden auch die Änderungen der Bodenwasserbilanz gegenüber dem Vortag und eventuelle Drainagen aus den darüber liegenden Bodenschichten mit berücksichtigt. Der Evapotranspiration steht die Niederschlagsmenge gegenüber, die unter Berücksichtigung der Interzeption (Verdunstung des Nieder-

schlags an der Pflanzenoberfläche) in die Bilanzrechnung einfließt. Die Identifikation von Trockenheit setzt eine Untersuchung über eine längere Periode voraus und kann nicht stichtagsbezogen vorgenommen werden. Deshalb ist die Akkumulation von Ergebnissen der Bodenwasserbilanzrechnung über einen definierten Zeitraum notwendig und Voraussetzung für die Nachbildung des Wachstums. Die nettopotentielle Verdunstung als Differenz zwischen Niederschlag und potentieller Evapotranspiration stellt einen wichtigen Indikator für Trockenheit dar und wurde als flächendeckender Raster der Jahresminima gerechnet.

Der Pflanzenfaktor als ein weiterer Parameter für die Bodenwasserbilanzierung drückt den Entwicklungsstand des Pflanzenbestandes aus und ist bei der Berechnung von Interzeption und Transpiration von Bedeutung. Er stellt einen linearen Biomassezuwachs vom Vegetationsbeginn bis zur Nutzung dar und wiederholt sich für alle Folgenutzungen. Voraussetzung dafür ist die Berechnung der Vegetationsperiode mit einem temperatur- und höhenabhängigen Beginn und Ende sowie der höhenabhängigen Dauer der Wachstumsphasen der einzelnen Nutzungen.

Die Wachstums- und Ertragsmodellierung baut auf die Ergebnisse der Bodenwasserbilanzierung auf und führt über die Ermittlung eines Wachstumsfaktors, der aus einer Berechnung der Wasserverfügbarkeit über Wasserstressfaktoren resultiert, in einer multiplen Regressionsgleichung zu einer Aussage über die Quantität des Grünlandertrages in dt Trockenmasse pro ha. Dabei wird die Bewirtschaftungsintensität hinsichtlich der Düngung berücksichtigt. Aus den INVEKOS-Daten kann über die Betriebsfläche und den Viehbestand in Großvieheinheiten (GVE) der Tierbesatz eines Grünlandbetriebes in GVE/ha ermittelt werden und daraus auf die Stickstoffdüngermenge geschlossen werden, die als Parameter in die Ertragsgleichung einfließt.

Sämtliche Berechnungen wurden auf Basis des Rasterdatenmodells mit Hilfe lokaler Rasteroperationen in ArcGIS VBA-Programmen durchgeführt. Die meisten Zwischen- und vor allem die Endergebnisse mussten in einer Auflösung von 50 m erstellt werden. Insgesamt entstanden durch diese flächendeckenden Operationen auf Tagesbasis Geodaten mit einem Speichervolumen von über 1,5 TByte, welche neben der intensiven Rechenzeit das eingesetzte Standard-PC-System an die Grenze der Belastbarkeit brachten.

Die Ergebnisse dieser Arbeit bilden die Grundlage für die Entwicklung eines Versicherungsmodells für Trockenschäden im Grünland und leisten damit einen Beitrag zur Existenzsicherung von Grünland- und Viehbetrieben in den von Trockenheit gefährdeten Gebieten. Viele in dieser Arbeit entstandenen Geodaten können auch in weiteren Forschungsprojekten genutzt werden.