

Hochwassergefährdung durch extensive Grünlandnutzung?

SCHOBEL, S.¹, HEYEN, B.², VOHLAND, M.² & SCHRÖDER, D.¹

1 Einleitung

In der wissenschaftlichen Diskussion über die Hochwassergenese und -prävention wird dem Einfluss der Landnutzung große Relevanz beigemessen. Dementsprechend werden allgemein eine Extensivierung der Nutzung oder auch die Umwandlung von Ackerflächen in Grünland als wirksame Hochwasserschutzmaßnahmen gefordert. Eine Ausweitung des extensiv genutzten Dauergrünlandes ist aus Sicht des nationalen und europäischen Naturschutzes und des Bodenschutzes zu befürworten und stellt in den Mittelgebirgsregionen eine sozioökonomische Zwangsläufigkeit dar. Die Frage, welchen Einfluss eine Zunahme des extensiven Dauergrünlandes auf die Abflussbildung nehmen kann, sollte damit in der aktuellen agrarpolitischen Diskussion und Planung berücksichtigt werden.

2 Methodik zur Untersuchung der Abflussbildung

In der Trier-Bitburger Mulde wurden auf sandigen (Greverath) und tonigen Substraten (Idenheim) Beregnungsversuche mit der Anlage von KARL & TOLDRIAN auf Hangflächen (50 m²) durchgeführt. Die Beregnungen erfolgten an drei aufeinander folgenden Tagen mit jeweils vier 15-minütigen Beregnungsintervallen (10 mm) in stündlichem Abstand pro Tag. Begleitend erfolgten Infiltrationsversuche sowie bodenphysikalische Untersuchungen und eine horizontale Quantifizierung biogener Grobporen (Regenwurmröhren). Als Landnutzungsvarianten wurden jeweils drei Acker-, Grünland- und Waldstandorte untersucht.

Die Infiltrationsversuche wurden auf zwei weitere Naturräume in der Pfalz (Frankelbach) und im Hunsrück (Pellingen) mit lehmigen Substraten ausgedehnt, wobei das Grünland hinsichtlich seines Verfilzungsgrades differenziert wurde.

3 Ergebnisse zur Abflussbildung

Aus den Beregnungsversuchen resultierte für das sandige Substrat die vertikale Versickerung als dominanter Abflussprozessstyp, der durch die hohe primäre Grobporosität der Textur bedingt wurde. Beim tonigen Substrat wurde die Abflussbildung durch die

Anzahl sekundärer biogener Grobporen gesteuert; der wasserstauende Unterboden hatte laterale Fließprozesse zur Folge. Sättigungsoberflächenabfluss setzte ein, sobald die Infiltrationskapazitäten der Regenwurmröhren überschritten wurden.

Landnutzungsspezifisch waren infiltrationshemmende Effekte an der Bodenoberfläche. Bei den sandigen Ackerstandorten führte deren hohe Verschlämungsneigung zu Oberflächenabfluss. Vier der insgesamt sechs Grünlandstandorte wiesen jedoch substratunabhängig deutlich höhere Oberflächenabflusskoeffizienten auf, ohne bodenphysikalisch belegbare Anzeichen einer (Tritt-)Verdichtung.

Eine stark verfilzte Grasnarbe behinderte auf diesen extensiv genutzten Grünlandstandorten die Infiltration bei Starkniederschlägen, so dass direkt an den Beregnungsniederschlag gekoppelt Oberflächenabfluss einsetzte. Bei der Verfilzung handelte es sich um eine Kombination aus abgestorbenen Blättern von Horstgräsern (*Festuca spec.*), Moosen und einem dichten Geflecht von Feinwurzeln auf der Bodenoberfläche. Bei den zwei Grünlandstandorten in Greverath ohne Oberflächenabfluss fehlte ein Auflagefilz, da hier durch den Bewirtschafter regelmäßig vertikutiert wurde.

Um den monokausalen Zusammenhang zwischen Auflagefilz und Infiltrationshemmung zu bestätigen, wurden Infiltrationsversuche auf weiteren verfilzten

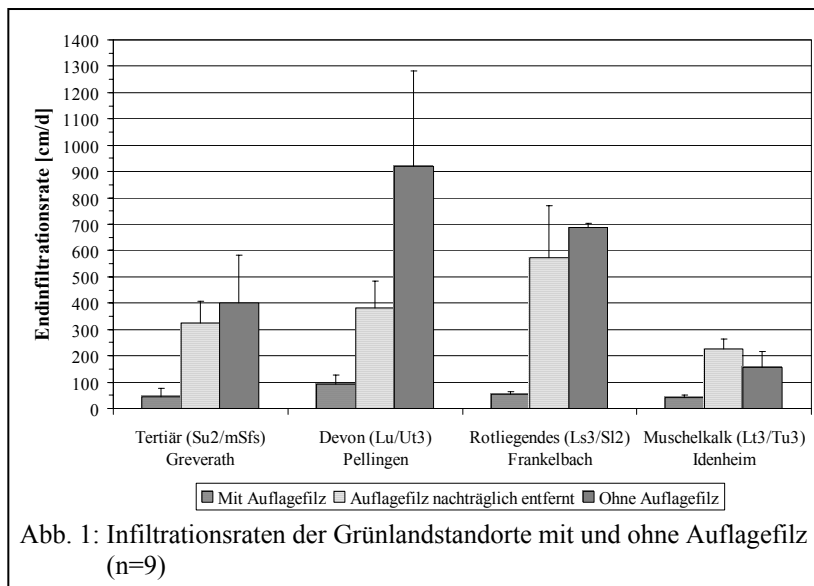


Abb. 1: Infiltrationsraten der Grünlandstandorte mit und ohne Auflagefilz (n=9)

Grünlandstandorten durchgeführt (Abb. 1).

Die Standorte mit einer verfilzten Grasnarbe wiesen in allen Naturräumen die signifikant niedrigsten Infiltrationsraten auf. Durch das nachträgliche Vertikutieren konnten die Infiltrationsraten signifikant erhöht werden. Hierdurch konnte einerseits der infiltrationshemmende Effekt der Verfilzung bestätigt und andererseits die potenziell höheren Infiltrationsraten und somit Retentionskapazitäten der Grünlandstandorte aufgezeigt werden.

¹ Universität Trier, FB VI, Bodenkunde, 54286 Trier

² Universität Trier, FB VI, Fernerkundung, 54286 Trier

4 Fernerkundliche Methodik zur flächenhaften Detektion einer verfilzten Grasnarbe

Um flächenhafte Aussagen über den Verfilzungsgrad von Grünlandstandorten über punktuelle Infiltrationsmessungen hinaus zu treffen, bietet sich der Einsatz von Fernerkundungsverfahren an. Hierdurch lassen sich perspektivisch schlagbezogene Eingriffsmöglichkeiten zum dezentralen Hochwasserschutz aufzeigen; darüber hinaus wird über die mögliche fernerkundliche Detektion des Phänomens eine flächenbezogene Inwertsetzung durch bodenhydrologische Simulationsmodelle ermöglicht bzw. vereinfacht.

Die fernerkundliche Quantifizierung des Verfilzungsgrades wurde auf der Grundlage von Feld-Spektrometerradiometermessungen (ASD FieldSpec II) erprobt. Der ASD FieldSpec II liefert kontinuierliche Spektren in 1 nm-Schritten von 350 – 2500 nm. Durchgeführt wurden diese Messungen auf unterschiedlich intensiv genutzten Grünlandparzellen mit unterschiedlich stark verfilzter Grasnarbe (Stichprobenumfang n=20).

Zielvorgabe war es, aus diesen Spektralinformationen die Anteile der relevanten Fraktionen der Grasnarbe (grüne Vegetation, Moos, Streu) möglichst genau zu quantifizieren. Dazu wurde als Verfahren die Spektrale Mischungsanalyse (Spectral Mixture Analysis) eingesetzt, die das gemessene Spektrum als additive (lineare) Mischung der vorhandenen Oberflächenkomponenten (der sog. „Endmember“) auffasst.

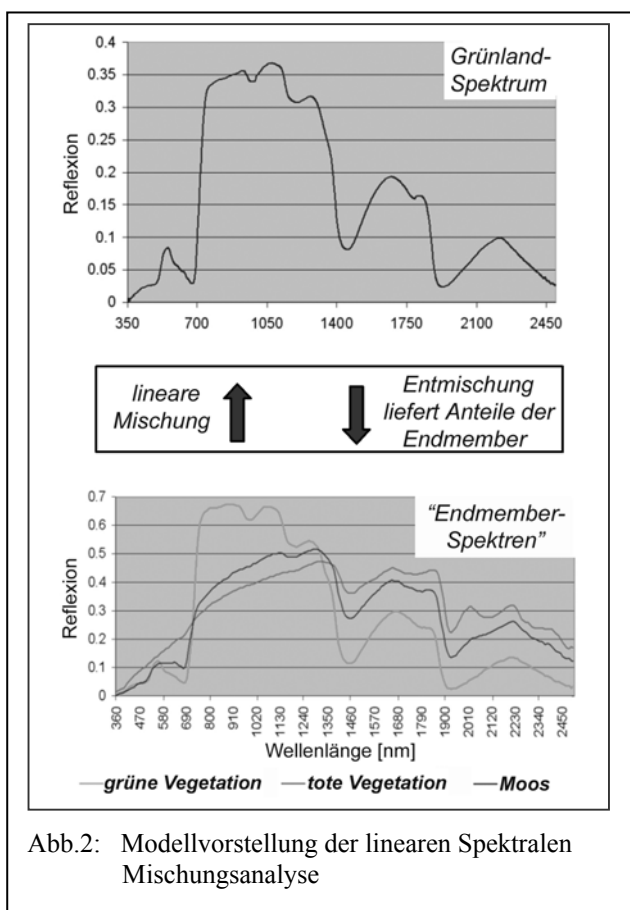


Abb.2: Modellvorstellung der linearen Spektralen Mischungsanalyse

Durch die Entmischung des gemessenen Grünlandspektrums mit Hilfe typischer Spektren für grüne Vegetation, Moos und Streu kann so auf die jeweiligen Anteile der gesuchten Fraktionen geschlossen werden (Abb. 2).

Da sich die Spektren der „Endmember“ Moos und Streu in ihrem spektralen Verlauf ähneln, wurde bei der Spektralen Entmischung zur Vermeidung von Fehlschätzungen ein mehrstufiges Konzept gewählt. Dabei wurde das Grünlandspektrum mehrmals mit lediglich einem einzigen „Endmember“ (Moos, Streu) entmischt („partial unmixing“). Aus den berechneten Residuen der einzelnen Entmischungsanalysen konnte nachfolgend auf die Abundanzen aller Fraktionen geschlossen werden.

Zur Validierung dienen Digitalfotos der beprobten Flächen, die nach dem Maximum-Likelihood-Verfahren klassifiziert wurden (Abb. 3). Errechnete Schattenanteile wurden linear den anderen schattenwerfenden Oberflächenkomponenten zugeordnet.

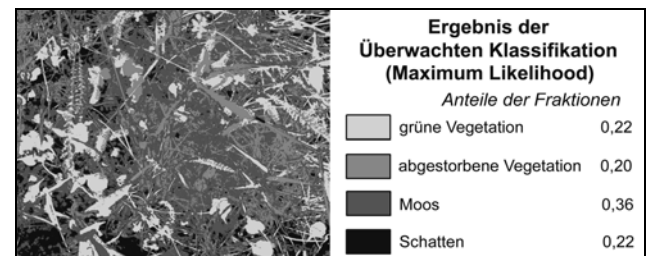


Abb.3: Schätzung der Bedeckungsgrade für eine Grünland-Probe auf der Grundlage eines klassifizierten Digitalfotos

Abschließend wurden die aus den Digitalfotos abgeleiteten Anteile der Fraktionen mit den Schätzungen der Spektralen Entmischung verglichen. Für die einzelnen Fraktionen ergaben sich die folgenden statistischen Gütemaße:

	r	RMSE
grüne Vegetation	0.937	0.099
Streu	0.752	0.085
Moos	0.906	0.066

r = Korrelationskoeffizient nach PEARSON, signifikant bei $p < 0,01$

RMSE = Root Mean Squared Error (der Anteile der verglichenen Fraktionen, definierter Wertebereich zwischen 0.00 (Min) und 1.0 (Max))

Hohe Korrelationen und niedrige RMSE-Werte belegen, dass die Beschaffenheit der Grasnarbe insgesamt sehr genau quantifiziert werden konnte. Durch die potentielle Übertragbarkeit des gewählten Entmischungsansatzes auf spektrale Bilddaten erscheint eine flächenhafte Quantifizierung möglich.