

## Satellitengestützte Erfassung von Schnittfrequenz und Grünlandertrag auf organischen Böden

Grant, K.<sup>1</sup>, Kluß, C.<sup>2</sup>, Taube, F.<sup>2</sup>, Herrmann, A.<sup>2</sup> und Hartmann, S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Lange Point 12, 85354 Freising

<sup>2</sup> Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Hermann-Rodewald-Straße 9, 24118 Kiel  
[Kerstin.Grant@lfl.bayern.de](mailto:Kerstin.Grant@lfl.bayern.de)

### Einleitung

Die Kombination einer satellitengestützten Schnittterminerfassung mit einem phänologischen Ertragsmodell könnte in Zukunft zur flächendeckend und kostengünstig Bestimmung von Grünlanderträgen genutzt werden. Damit wäre eine kostengünstige und praktikable Möglichkeit gefunden, flächendeckend genaue Ertragszahlen im Grünland zu erheben und somit die bisherige grobe Schätzung der Erträge auf Grundlage von Stichproben und Expertenwissen zu ersetzen.

Für eine nachhaltige Futterproduktion auf aktuellen und ehemaligen Moorstandorten ist die Kenntnis des Ertrages bzw. des zu erwartenden Ertrages von Bedeutung, um darüber z.B. Veränderungen über längere Zeiträume aufzeigen zu können und Hinweise auf die Qualität der Bewirtschaftungsmethode zu erfahren. In dieser Studie wurde ein satellitengestütztes Verfahren zur Ertragsermittlung im Grünland (Grant *et al.* 2015) für einem ehemaligen Hochmoorstandort getestet.

### Material und Methoden

Für den Test der satellitengestützten Ertragsermittlung im Grünland wurde eine 5,5 ha große Dauergrünlandfläche der LfL Versuchsstation Karolinenfeld (Oberbayern) ausgewählt. Sie befindet sich auf einem abgetorften Hochmoor mit einer Mächtigkeit von 100–150 cm. Eine eigene Wetterstation ist am Standort vorhanden (AgrarMeteorologisches Messnetz Bayern, Nr. 125).

### Schnittdetektion

Aus den Sentinel-1 Satellitendaten des Europäischen Erdbeobachtungsprogrammes Copernicus wurden Schnittzeiträume und Schnittfrequenz des Grünlandbestandes in den Jahren 2015 und 2016 bestimmt. Dazu wurden die Radarbilder vorprozessiert (Details siehe Grant *et al.* 2015) und aus den jeweils terminlich aufeinanderfolgenden Bildern die Differenz der Radarsignalmittelwerte für das Feldstück bestimmt. Eine Auslenkung in den Differenzen ist der Hinweis auf eine Oberflächenänderung verursacht durch einen Schnitt im Zeitraum zwischen den beiden Radarbildern. Zur Bestimmung der genauen Schnitttermine aus den Signaldifferenzen wurden zusätzlich folgende Plausibilitätsfilter angewandt:

- Bei mehreren aufeinanderfolgenden Auslenkungen in den Signalwertdifferenzen im selben Monat wurde nur die größte Auslenkung als Hinweis auf ein Schnittereignis gewählt.
- Der Abstand zwischen zwei Schnitten beträgt mindestens 21 Tage.
- Es wird angenommen, dass Schnitte nur an regenfreien Tagen, auf die ein Tag mit max. 0,1 mm Regen folgt, stattfinden. Alle Regentage werden als potenzielle Schnitttermine ausgeschlossen (vgl. Grant *et al.* 2016).
- Bei einer großen Bilddatenlücke (keine Radaraufnahme zwischen 16.6. und 14.7.2016 wegen Systemausfall) sind auch 2 negative Werte pro Monat zulässig.
- Bleiben danach noch mehrere mögliche Tage im jeweiligen Zeitraum übrig, wird der mittlere Tag gewählt.

### Ertragsbestimmung

Zusätzlich wurde der Ertrag auf verschiedene Weise bestimmt, um die Eignung des Verfahrens zu testen: Zum einen erfolgte eine Beprobung mit TS-Bestimmung unmittelbar vor jedem Schnitt. Dazu wurden an sechs Stellen die Frischmasse von jeweils 8 m<sup>2</sup> bestimmt und jeweils eine Probe für die TS-Bestimmung bei 105 °C genommen.

Zum anderen wurde mit dem Grünlandertrags- und Qualitätsmodell FOPROQ (Herrmann *et al.* 2005), welches bereits mit Aufwuchsdaten der Jahre 2014 und 2015 in einer Vorstudie an diesen Standort angepasst wurde, der Ertrag für die jeweiligen Schnitte des Jahres 2016 berechnet. Die Modellierung der Erträge erfolgte zum einen mit den tatsächlichen Schnittterminen und zum anderen mit den Schnittterminen aus der satellitengestützten Detektion, die etwas von den tatsächlichen Schnittterminen abwichen (siehe Tabelle 1). Weiterhin wurde auf Basis der Schnittfrequenz und des bekannten Pflanzenbestandes (Weidelgras dominiert) der Ertrag gemäß Wendland *et al.* (2012) geschätzt.

### Ergebnisse und Diskussion

Die aus Radarbildern bestimmte Schnittfrequenz der Grünlandfläche im Jahr 2016 erfolgte korrekt. Es wurden sechs Schitte im Zeitraum vom 21.4. und 11.11. festgestellt (Abbildung 1).

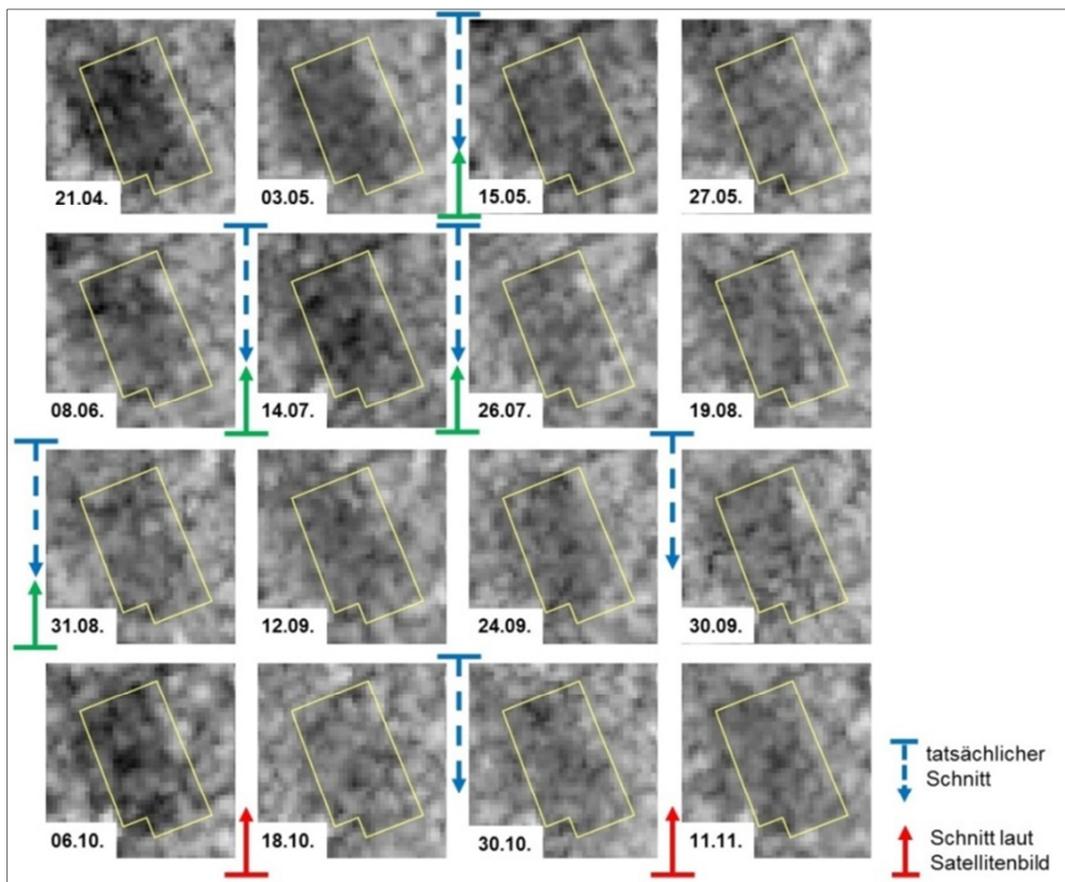


Abbildung 1: Versuchsfläche in der Radarbild-Zeitreihe 2016 mit Markierung des tatsächlichen (Pfeile gestrichelt abwärts) und per Satellitenbildauswertung bestimmten Schnittzeitraumes (Pfeile hoch)

Die tatsächlichen und per Satelliten bestimmten Schnitttermine sind Tabelle 1 zu entnehmen. Es zeigt sich, dass die ersten vier Schnitttermine nur kleine Abweichungen von 1–3 Tagen zum tatsächlichen Schnitttermin hatten. Die Schnitte 5 und 6 gegen Ende der Vegetationsperiode wurden per Satellit ca. 1–2 Wochen später detektiert.

Tabelle 1: Tatsächliche und per Satellitenbildauswertung bestimmte Schnitttermine der Versuchsfläche Karolinenfeld

Schnitte	1	2	3	4	5	6
Tatsächlicher Schnitttermin	6.5.	22.6.	20.7.	23.8.	28.9.	24.10.
Schnitttermin aus Satellitenbildern	7.5.	21.6.	18.7.	26.8.	12.10.	3.11.

Im Jahr 2016 lag der vor-Ort bestimmte Ertrag der Fläche bei 129,4 dt/ha (Tabelle 2). Dies ist auf Grund der Witterung und im Vergleich mit anderen Standorten in der Region ein durchaus plausibler Wert. Jedoch war der letzte Schnitt mit weniger als 5 dt/ha nicht ertragsrelevant und ist als Pflegeschnitt zu betrachten. Der Standort kann daher als ein 5-Schnitt-Standort gesehen werden. Damit wäre der Ertrag, der auf Basis von Schnitffrequenz und Pflanzenbestand geschätzte Wert statt mit 120 dt/ha (für 6-schnittige weidelgras dominante Bestände) eher mit 110 dt/ha für 5-schnittige Bestände anzusetzen. Die Anpassung des Ertragsmodells an den Teststandort erfolgte in einer Vorstudie.

Dabei zeigte die Ertragsmodellierung für 2015 einen  $r^2$ -Wert von 0,86 und lag mit 107 dt/ha Ertrag etwas unter des vor-Ort bestimmten Ertrages von 113 dt/ha. Für 2016 wurden Wetterdaten von 2016 sowie die zwei Varianten an Schnitterminen (tatsächlich und per Satellit) in das Ertragsmodell eingegeben. Die damit berechneten Erträge für 2016 weichen trotz verschobenen 5. und 6. Schnitt nur um 0,3 dt/ha voneinander ab (siehe Tabelle 2). Jedoch liegt der modellierte Wert rund 21 dt/ha unter dem im Feld erhobenen.

Tabelle 2: Grünlanderträge 2016 gemäß Felderhebung, Modellierung und Schätzung aus Schnitffrequenz (laut Wendland *et al.* 2012)

	Felderhebung	Ertrag 2016 (dt/ha)		Schätzung aus Schnitffrequenz
		Richtige Schnitttermine	Satellitetermine	
1. Schnitt	33,0	26,2	27,7	-
2. Schnitt	34,6	26,0	25,2	-
3. Schnitt	17,3	14,8	14,3	-
4. Schnitt	19,3	18,9	20,3	-
5. Schnitt	20,8	17,9	18,1	-
6. Schnitt	4,5	3,7	2,3	- (x)
Jahresertrag	129,4	107,5	107,8	120,0 (110,0)

### Schlussfolgerungen

Die satellitengestützte Schnittterminerfassung funktionierte an diesem Standort gut mit Abweichungen bei den Terminen des 5. und 6. Schnittes. Diese Abweichungen hatten jedoch kaum Einfluss auf die Höhe des modellierten Ertrages. Jedoch zeigt der Vergleich der Ertragswerte eine Unterschätzung des Ertrages bei der Bestimmung über Modell oder Schnitffrequenz. Dies ist wahrscheinlich auf die Sondersituation des organischen Bodens zurückzuführen, der ein gutes Wasserhaltevermögen besitzt und bei dem über Mineralisation kontinuierlich zusätzliche Nährstoffe verfügbar werden. Das verwendete Modell geht von einer ausreichenden N-Versorgung aus und der berechnete Ertrag wird maßgeblich über Temperatur, Wasserverfügbarkeit und Einstrahlung beeinflusst. Für eine genauere Berechnung, die die besondere N-Verfügbarkeit berücksichtigt, muss das Modell weiter parameterisiert werden. Bisher ist die Abbildung von Moorstandorten mit dem verwendeten Modell noch unterrepräsentiert. Die Anpassung an den Standort dieser Studie erfolgte nur auf Grundlage von Aufwuchsdaten von zwei Jahren. Eine zusätzliche Anpassung des Ertragsmodells mit einer längeren Zeitreihe sowie mit Daten von weiteren Dauergrünlandflächen auf organischen Böden wird empfohlen, damit die Methode zur satellitengestützten Ertragsermittlung im Grünland auch für ehemalige Moorstandorte verlässlich angewandt werden kann.

Die Unterschätzung des Ertrages über Schnitffrequenz und Grünlandbestand kann ebenfalls auf diesen Sonderstatus des organischen Bodens zurückgeführt werden. Es ist davon auszugehen, dass der Tabellenwert in Wendland *et al.* (2012) ein Mittelwert aus zahlreichen Untersuchungsergebnissen ist, die in ihrer Mehrzahl auf Mineralböden gewonnen wurden. Dieser Mittelwert kann dadurch solche Sonderstandorte ebenfalls nicht genau treffen.

## Literatur

Grant, K., Siegmund, R., Wagner, M., Maier, H. und Hartmann S. (2016): Optimierung der satellitengestützten Erfassung von Schnittterminen durch RADOLAN-Niederschlagsdaten, Tagungsband der 60. Jahrestagung der AGGF, Nachhaltige Milchproduktion: Forschung und Praxis im Dialog, ASTA, Lycée Technique Agricole & CONVIS [Hrsg.], 133–135.

Grant, K., Siegmund, R., Wagner, M. und Hartmann, S. (2015): Satellite-based assessment of grassland yields, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 15XL-7/W3, 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment, [Hrsg.]: Schreier, G., Skrovseth, P.E., Staudenrausch H., Deutschland, 15–18.

Herrmann, A., Kelm, M., Kornher, A. und Taube, F. (2005): Performance of grassland under different cutting regimes as affected by sward composition, nitrogen input, soil conditions and weather – a simulation study, European Journal of Agronomy 22, 141–158.

Wendland, M., Diepolder, M. und Capriel, P. (2012): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland – Gelbes Heft, LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, 1–97.