

webGRAS: Eine Web-Applikation zur Schätzung der potenziellen Futterqualität vom ersten Aufwuchs der Südtiroler Dauerwiesen

Peratoner, G.¹, Romano, G.¹, Schaumberger, A.², Piepho H.P.³,
Bodner, A.¹, Florian, C.¹ & Figl, U.¹

¹ Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg,

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, ³ Universität Hohenheim

giovanni.peratoner@provinz.bz.it

Einleitung und Problemstellung

Kenntnisse über die Futterqualität sind von zentraler Bedeutung, um die Futtermittel für Milchkühe und andere Tierarten zu optimieren und letztendlich eine Verbesserung der wirtschaftlichen Effizienz des viehwirtschaftlichen Betriebs zu erzielen. Zuverlässige und genaue Informationen zur Futterqualität werden durch laboranalytische Untersuchungen von Futterproben gewonnen. Richtwerte können allerdings ausgehend vom bekannten Verlauf der Parameter der Futterqualität in Abhängigkeit der phänologischen Entwicklung der Futterpflanzen gewonnen werden (BRUINENBERG *et al.* 2002). Dieser Verlauf kann mittels sequentieller Beprobung (Probenahme an einem Standort in regelmäßigen Zeitabständen) artspezifisch (JEANGROS *et al.*, 2001; SCHUBIGER *et al.*, 2001) oder für gemischte Pflanzenbestände (GRUBER *et al.*, 2011) beschrieben werden. Auf diese Weise kann der Verlauf der Futterqualität über die Zeit für klimatisch relativ homogene Gebiete und/oder für spezifische Umwelt- und Bewirtschaftungsbedingungen exemplarisch beschrieben werden, so dass charakteristische Verläufe in Abhängigkeit des Zeitpunktes als Orientierung herangezogen werden können (RUTZMOSER, 2000; RUTZMOSER, 2002; FLORIAN *et al.*, 2014; FLORIAN *et al.*, 2015). Aufgrund der engen Beziehung zwischen der Wärmeakkumulation und dem Eintreten verschiedener Entwicklungsstadien können für die Prognose der Futterqualität Temperatursummen an der Stelle des Schnitzeitpunktes eingesetzt werden, die eine jahresspezifische Anpassung der Prognose an den gegebenen Wetterverlauf ermöglichen. Allein oder in Kombination mit Beobachtungen am Pflanzenbestand (Schätzung des phänologischen Entwicklungsstadiums, Wuchshöhe) sind die Temperatursummen herangezogen worden, um eine Prognose der Futterqualität von reinen (RINNE und NYKÄNEN, 2000; MITCHELL *et al.*, 2001; BOVOLENTA *et al.*, 2008; HAKL *et al.*, 2010) oder gemischten Grünlandbeständen (GUSMEROLI *et al.*, 2005; PARSONS *et al.*, 2006; PARSONS *et al.*, 2013) zu erzielen.

Von der Beziehung zwischen phänologischer Entwicklung und Qualitätsverlauf machen auch die Futterwerttabellen Gebrauch. Sie liefern Schätzwerte für die verschiedenen Parameter der Futterqualität aufgrund der Art der Futterkonservierung, des phänologischen Entwicklungsstadiums der Vegetation zum Zeitpunkt der Ernte und gegebenenfalls der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes hinsichtlich der Ertragsanteile von Gräsern, Kräutern und Leguminosen (DACCORD *et al.*, 2007; RESCH *et al.*, 2006).

Neben der Erstellung von Vorhersagemodellen ist auch ihre Implementierung in Software für eine breite Nutzung in der Praxis bereits unternommen worden. Unter Berücksichtigung der Temperatur und weiterer meteorologischer Größen (Strahlung, Tageslänge, Niederschläge, potenzielle Evapotranspiration), die aus meteorologischen Messnetzen verfügbar sind, ist die Software FOPROQ (KORNHER *et al.*, 1991; STEINHÖFEL, 1998; HERRMANN *et al.*, 2002; HERRMANN *et al.*, 2005) entwickelt und für die Vorhersage des optimalen Schnitzeitpunktes von grasdominierten Beständen und Gras-Klee-Mischungen in verschiedenen Regionen Deutschlands eingesetzt worden.

Für den ersten Aufwuchs der Dauerwiesen Südtirols (Autonome Provinz Bozen, Norditalien) zwischen 666 m und 1593 m Meereshöhe wurde ein umfangreicher Datenbestand erstellt, der den Verlauf der Futterqualität vom Grünfutter zwischen dem Entwicklungsstadium des Schossens (einer durchschnittlichen Wuchshöhe von 15 cm gleichgesetzt) durch sequentielle Beprobung sechswöchig beschreibt. Auch die dazugehörenden Informationen zu den Standorteigenschaften, zum

Wetterverlauf und zur Bewirtschaftung der Wiesen liegen vor. Die Qualität des Grünfutters kann als potenzielle Futterqualität betrachtet werden, weil diese Qualität von der Futterkonservierung noch nicht beeinflusst worden ist und daher die bestmögliche Qualität darstellt, die an einem bestimmten Standort zu einem bestimmten Zeitpunkt erreicht werden kann. Das Ziel des EFRE-Projektes webGRAS ist die Entwicklung einer frei verfügbaren, kostenlosen Web-Applikation für die Online-Schätzung der potenziellen Futterqualität von Dauerwiesen beim ersten Aufwuchs. Diese anwenderfreundliche, Web-basierte Applikation soll unter Berücksichtigung automatisch verfügbarer, flächendeckender, klimatischer oder meteorologischer Größen sowie aufgrund weiterer Informationen, die dem Nutzer bekannt sind, eine möglichst genaue Schätzung verschiedener Parameter der Futterqualität des geernteten Futters und wiederum die Optimierung der Fütterung ermöglichen.

Material und Methoden

Die Schätzung der Qualitätsparameter beruht auf einer Datenbasis von knapp 6.000 Futterproben aus 202 Umwelten. Die Daten wurden über 11 Jahre (2003 bis 2014) an 35 Versuchsstandorten erhoben und beschreiben mittels sequentieller Beprobung den sechswöchigen Verlauf der Futterqualität ab dem phänologischen Stadium des Schossens. Somit ist der Beginn der Beschreibung des Verlaufs an einem leicht identifizierbaren Zeitpunkt verankert. Für die Vorhersage wurden statistische Modelle entwickelt, die auf meteorologischen (Temperatursummen, Summe bzw. Mittelwert der täglichen Abweichungen des Niederschlags vom langjährigen Tagesmittelwert von Referenzwetterstationen innerhalb homogener Niederschlagsbezirke) oder klimatischen Variablen (Summe der potenziellen Globalstrahlung), die auf die Zeitspanne zwischen einer Woche vor dem Datum des Schossens und dem Schnittzeitpunkt bezogen wurden. Dazu wurden topographische, botanische sowie bewirtschaftungsbezogene Variablen berücksichtigt. Die Modelle wurden für verschiedene Szenarien an verfügbaren Inputvariablen entwickelt: Ein Modell mit allen potenziell verfügbaren Variablen, eins nur mit den wahrscheinlich immer verfügbaren Variablen (Verzicht auf die Information zu Wiesentyp und Bodeneigenschaften) sowie zwei weitere Modelle, bei denen die zusätzliche Verfügbarkeit der Information zu Wiesentyp (Verzicht auf die Bodeneigenschaften) oder zu den Bodeneigenschaften (Verzicht auf den Wiesentyp) angenommen wurde. Siehe ROMANO *et al.* (2015) für eine detaillierte Beschreibung der Methodik der Beprobung, der berücksichtigten Variablen und der Methodik zur Datenauswertung.

Die Applikation ist mit einem Back-End-System ausgestattet, das aufgrund kontinuierlich einfließender Daten der Wetterstationen des Messnetzes der Autonomen Provinz Bozen die notwendigen meteorologischen Variablen automatisch täglich erzeugt. Für die Interpolation der mittleren Temperaturen werden die beobachteten Temperaturen vom gesamten Messnetz räumlich mit einem geostatistischen Algorithmus unter Anwendung von Residual Kriging interpoliert, der zwei verschiedene Ansätze kombiniert (GOOVAERTS, 1997). Zunächst wird der Zusammenhang zwischen Temperatur und Meereshöhe mittels linearer Regression mit der Meereshöhe als unabhängige Variable über die vergangenen 28 Tage definiert. Daraus ergibt sich die Einschränkung, dass eine Prognose erst einen Monat nach der Ernte möglich ist. Das lineare Modell wird anschließend auf ein Digitales Geländemodell (DGM) mit einer Auflösung von 100 m angewendet. In einem zweiten Schritt werden die im Zuge der Regressionsanalyse an den Messstationen bestimmten Residuen einer geostatistischen Interpolation mittels Ordinary Kriging unterzogen und so eine kontinuierliche Oberfläche generiert. Die beiden Ergebnisse werden anschließend zu einem finalen Raster zusammengeführt (TVEITO, 2007). Die Abweichungen des Niederschlags vom langjährigen Tagesmittelwert von Referenzwetterstationen werden aus den Daten der ausgewählten Referenzwetterstationen innerhalb homogener Niederschlagsbezirke täglich berechnet. Die mit dem Solar-Analyst-Tool von ArcGIS 10.0 topographisch berechnete, potentielle Globalstrahlung liegt als jahresunabhängige, täglich aufgelöste Information in einer Geodatenbank vor. Das System sorgt außerdem, ausgehend von den Angaben des Nutzers zur N-Düngung und in Anlehnung an BAUMGARTEN *et al.* (2006), für die Berechnung des Stickstoffinputs mit Bezug auf den ersten Schnitt (Düngegaben vom Herbst bis zum Schnittzeitpunkt) und auf das ganze Jahr.

Hauptziel der Entwicklung der Web-Applikation ist die gezielte Bereitstellung praxisrelevanter Informationen, die bei einfacher Bedienung von einer höchstmöglichen Anzahl von Landwirten und Beratern verwendet werden soll. Um das zu gewährleisten, ist die Meinung relevanter Interessenvertreter und Fachexperten für Futterbau und Fütterung auf lokaler Ebene im Rahmen regelmäßiger Fachtreffen (webGRAS-Expertentreffen) auf strukturierte Weise eingeholt worden. Daraus ha-

ben sich zum Beispiel die Auswahl der auszuwertenden Parameter der Futterqualität, die Festlegung der den meisten Bauern vermutlich bekanntesten einzugebenden Größen sowie die Auswahl der verwendbaren Arten für die Erkennung des Wiesentyps ergeben. Auch der Workflow der Applikation für die Nutzer sowie die Texte der Eingabemasken und der Hilfemenüs wurden einer kritischen Überprüfung dieser Gruppe unterzogen, um einer ausgeprägten Praxistauglichkeit so nah wie möglich zu kommen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Vorhersage erfolgt für insgesamt 18 Parameter der Futterqualität, die mit unterschiedlicher Prognosegenauigkeit geschätzt werden können (Abb. 1). Nur für einen Teil der Parameter führte die Verfügbarkeit aller Variablen zu einer Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit. Dies betrifft vor allem die Rohasche- und Mineralstoffgehalte.

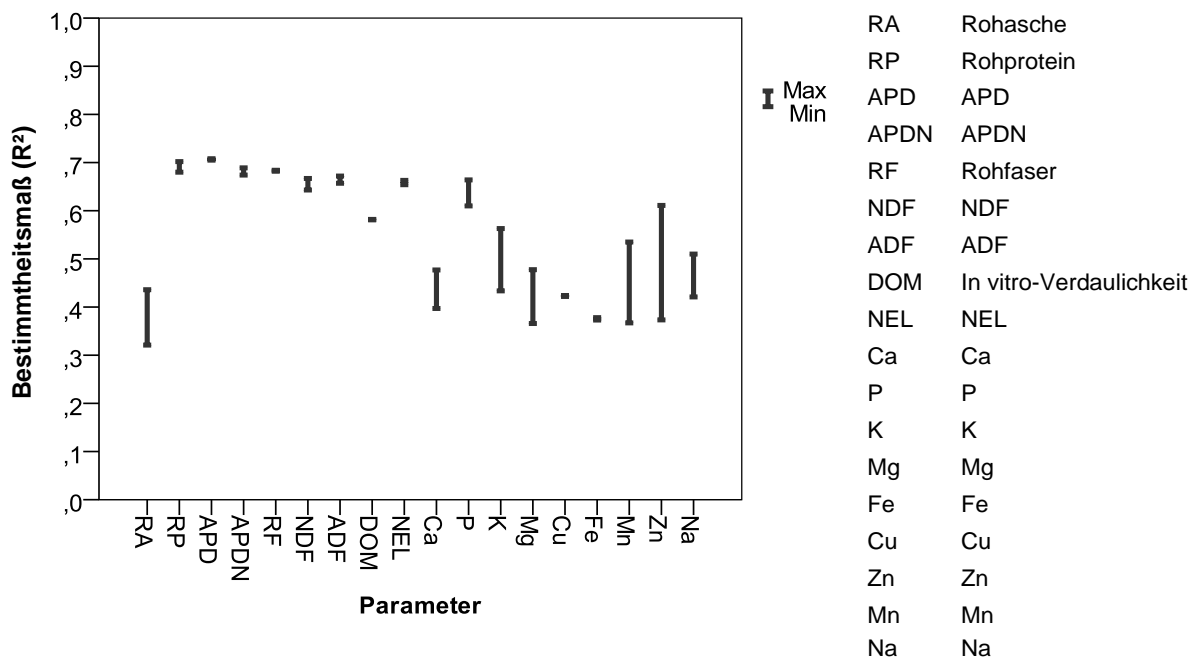


Abb. 1: Zusammenfassung der Vorhersagegenauigkeit der statistischen Modelle als quadrierte Korrelation zwischen beobachteten und vorhergesagten Werten der fünffachen Kreuzvalidierung. Der höchste Wert bezieht sich auf die Modelle, die alle verfügbaren Variablen berücksichtigen.

Der operative Workflow der Vorhersageerstellung erfolgt über mehrere Schritte (Abb. 2). In der Einstiegsseite der Applikation werden dem Nutzer vorerst allgemeine Informationen zur Applikation und zu ihrer Bedienung angeboten. Wenn der Nutzer sich für das Starten der Applikation entscheidet, wird er bei Punkt 1 um die Definition der Futterfläche gebeten, die auf einer GIS-Oberfläche mittels Eingabe von Katastralparzellen oder einfacher Zeichnungstools auf einem Ortophoto mit visualisierten Katastralparzellen erfolgt. Aus diesen Angaben ergeben sich die Definition des Niederschlagsbezirks und die Berechnung der mittleren topographischen Eigenschaften der Wiese (Punkt 2). Bei Punkt 3 werden vom Nutzer die notwendigen Zusatzinformationen eingegeben. Es wird dem Nutzer die Möglichkeit gegeben, zwei fiktive Erntedaten neben dem tatsächlichen Erntedatum einzugeben. Mit Ausnahme des Wiesentyps und der Ergebnisse einer Bodenprobe sind die restlichen Eingaben verpflichtend. Aus dem Datum des Schossens und dem Erntedatum ergeben sich in Kombination mit der täglichen potenziellen Globalstrahlung (Punkt 4), den täglichen Niederschlagsabweichungen vom langjährigen Mittelwert innerhalb des jeweiligen Niederschlagsbezirkes (Punkt 5) sowie mit den interpolierten täglichen Tagesmitteltemperaturen (Punkt 6) die benötigten meteorologischen und klimatischen Variablen. Diese füttern dann zusammen mit allen anderen Variablen die statistischen Vorhersagemodelle (Punkt 7), welche die Schätzwerte für die verschiedenen Parameter der Futterqualität liefern (Punkt 8). Je nach Verfügbarkeit der fakultativen Angaben seitens des Nutzers wird das entsprechende Modell für die Vorhersage automatisch verwendet.

Für die botanikbezogenen Variablen wird dem Nutzer eine Online-Hilfe angeboten. Diese Hilfe besteht aus einer Mischung von bildlichen Beispielen und Texthinweisen, um die Zuordnung der Wiese zu einem bestimmten Pflanzenbestand und zu einem bestimmten Wiesentyp zu erleichtern.

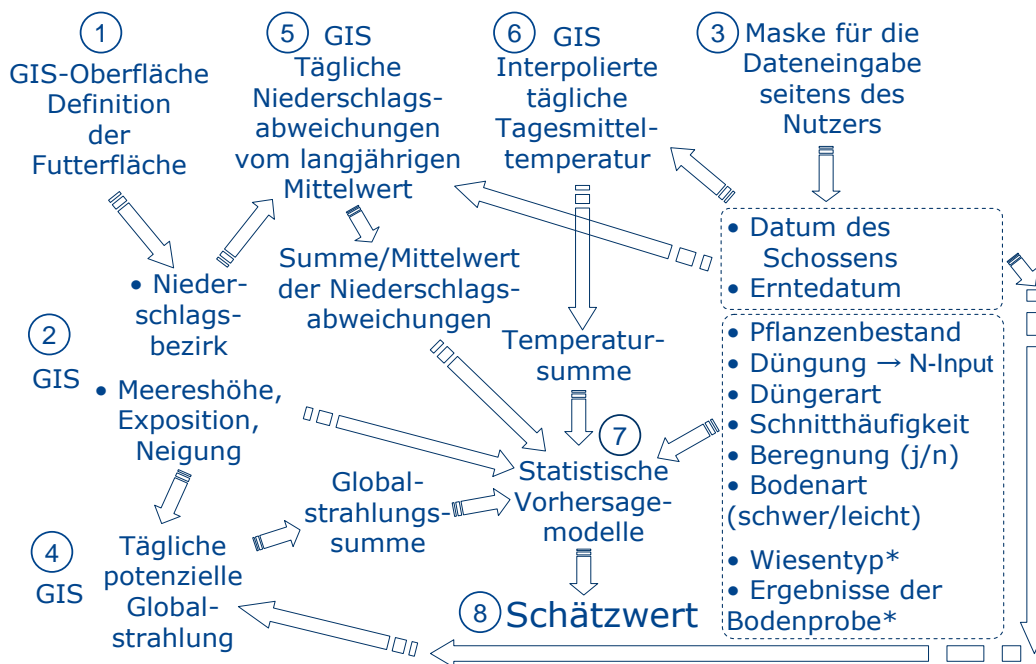


Abb. 2: Workflow der Web-Applikation. Nur die Schritte 1 und 3 setzen eine aktive Eingabe von Informationen seitens des Nutzers voraus. * Fakultative Informationen seitens des Nutzers.

Der Nutzer erhält einen Bericht zu seiner Anfrage. Der Bericht enthält eine Übersicht der Schätzwerte sowohl für die tatsächlichen als auch für die fiktiven Erntedaten, um das Bewusstsein der Nutzer für den Effekt unterschiedlicher Schnittzeitpunkte zu erhöhen und somit auch didaktische Effekte zu erzielen. Das System ermöglicht außerdem die Korrektur bereits erstellter Berichte sowie die Verwendung alter Berichte als Basis für neue Berichte, um bei neuen Anfragen die Zeiten für die Dateneingabe zu minimieren.

Schlussfolgerungen

Die Web-Applikation befindet sich zurzeit in der Endphase der Realisierung durch die Südtiroler Informatik AG. Nach einer Testphase mit den Endnutzern wird sie im kommenden Jahr operativ gestellt und kostenlos zur Verfügung stehen.

Danksagung

Wir danken dem operationellen Programm "Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung" EFRE 2007–2013 der Autonomen Provinz Bozen für die Finanzierung des Projektes webGRAS, dem Hydrographischen Amt der Autonomen Provinz Bozen für die Bereitstellung der meteorologischen Daten und dem Amt für Raumbezogene Informatik für die Bereitstellung der GIS-Daten. Wir bedanken uns außerdem bei A. Kasal (Amt für Bergwirtschaft), J. Thomaseth (Amt für Viehzucht), H. Klocker, C. Plitzner, T. Prünster (Beratungsring für Landwirtschaft BRING), R. Reiterer, G. Tschurtschenthaler (Bergbauernberatung), K. Gallmetzer, M. Lintner, E. Theiner, S. Theiner (Fachschulen für Landwirtschaft), O. Bauer, A. Matteazzi, M. Monthaler, E. Stimpfl (Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg), M. Crepaz, C. Falkensteiner, L. Unterhofer (Südtiroler Bauernbund), A. Kaser und M. Pichler (Südtiroler Sennereiverband) für ihre wertvollen Hinweise zur praxisnahen Gestaltung der Web-Applikation sowie A. Avvenuti und M. Zambaldi (Abteilung Informationstechnik) für die Unterstützung beim Management des Auftrages zur Realisierung der Web-Applikation.

Literatur

- BAUMGARTEN, A., AMLINGER, F., BÄCK, E., BUCHGRABER, K., DACHLER, M., DERSCH, G. *et al.* (2006): Richtlinie für die Sachgerechte Düngung. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- BOVOLENTA, S., SPANGHERO, M., DOVIER, S., ORLANDI, D. & CLEMENTEL, F. (2008): Chemical composition and net energy content of alpine pasture species during the grazing season. *Animal Feed Science and Technology* 146, 178-191.
- BRUINENBERG, M.H., VALK, H., KOREVAAR, H. & STRUIK, P.C. (2002): Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review. *Grass and Forage Science* 57, 292–301.
- DACCORD, R., WYSS, U., JEANGROS, B. & MEISSER, M. (2007): Bewertung von Wiesenfutter. Nährstoffgehalt für die Milch- und Fleischproduktion. AGFF Merkblatt 3. AGFF, Zürich.
- FLORIAN, C., ROMANO, G., PERATONER, G., BODNER, A., GALLMETZER, K., THEINER, S. & TSCHURTSCHENTHALER, G. (2014): Nasskalter Frühling prägt Futterjahr. *Südtiroler Landwirt* 68, 60–62.
- FLORIAN, C., ROMANO, G., PERATONER, G., BODNER, A., GALLMETZER, K., THEINER, S. & TSCHURTSCHENTHALER, G. (2015): Ein schwieriges Futterjahr. *Südtiroler Landwirt* 69, 41–44.
- GOOVAERTS, P. (1997): Geostatistics for Natural Resources Evaluation. *Applied Geostatistics Series*: Oxford University Press, New York, Oxford, 483.
- GRUBER, L., SCHAUER, A., HÄUSLER, J., URDL, M., ADELWÖHRER, A. & SÜDEKUM, K.-H. (2011): Influence of growth stage of permanent grassland on dry matter yield, nutritive value, feed intake and milk yield of dairy cows during the whole period of vegetation. *Grassland Science in Europe* 16, 136–138.
- GUSMEROLI, F., CORTI, M., ORLANDI, D., PASUT, D. & BASSIGNANA, M. (2005): Produzione e prerogative qualitative dei pascoli alpini: riflessi sul comportamento al pascolo e l'ingestione. In: SoZooAlp (Hg.): L'alimentazione della vacca da latte al pascolo. Riflessi zootecnici, agro-ambientali e sulla tipicità delle produzioni. Quaderni SoZooAlp 2. Nuove Arti Grafiche, Trento, S. 7–28.
- HAKL, J., ŠANTRŮČEK, J., FUKSA, P. & KRAJÍČ, L. (2010): The use of indirect methods for the prediction of lucerne quality in the first cut under the conditions of Central Europe. *Czech Journal of Animal Science* 55, 258–265.
- HERRMANN, A., KELM, M., KORNER, A. & 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.
- HERRMANN, A., KORNER, A., ERNST, P., LÖPMEIER, F.-J. & TAUBE, F. (2002): Reifeprüfung Grünland - Einführung des Prognosemodells in Nordrhein-Westfalen. In: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Hg.): 46. Jahrestagung vom 29. bis 31. August 2002 in Rostock. Referate und Poster. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau 4. Druckerei der Universität Rostock, Rostock, S. 222–225.
- KORNER, A., NYMAN, P. & TAUBE, F. (1991): Ein Computermodell zur Berechnung der Qualität und Qualitätsveränderung von gräserdominierten Grünlandaufwüchsen aus Witterungsdaten. *Das Wirtschaftseigene Futter* 37, 232–248.
- JEANGROS, B., SCEHOVIC, J., SCHUBIGER, F.X., LEHMANN, J., DACCORD, R. & ARRIGO, Y. (2001): Nährwert von Wiesenpflanzen: Trockensubstanz-, Rohprotein- und Zuckergehalte. *Agrarforschung* 8, 1–8.
- MITCHELL, R., FRITZ, J., MOORE, K., MOSER, L.E. & VOGEL, K. (2001): Predicting forage quality in switchgrass and big bluestem. *Agronomy Journal* 93, 118–124.
- PARSONS, D., CHERNEY, J.H. & GAUCH, H.G. (2006): Estimation of preharvest fiber content of mixed Alfalfa-grass stands in New York. *Agronomy Journal* 98, 1081–1089.
- PARSONS, D., PETERSON, P.R. & CHERNEY, J.H. (2013): Estimation of nutritive value of spring alfalfa-grass mixtures using in-field measurements and growing degree data. *Forage and Grazinglands* 11 (1), doi:10.1094/FG-2012-0162-RS.
- PERATONER, G., BODNER, A., STIMPFL, E., WERTH, E., SCHAUMBERGER, A. & KASAL, A. (2010): A simple model for the estimation of protein content of first-cut meadow forage. *Grassland Science in Europe* 15, 539-541.
- RESCH, R., GUGGENBERGER, T., GRUBER, L., RINGDORFER, F., BUCHGRABER, K., WIEDNER, G., KASAL, A. & WURM, K. (2006): Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. *Der fortschrittliche Landwirt* 84, 1–20.
- RINNE, M. and NYKÄNEN, A. (2000): Timing of primary growth harvest affects the yield and nutritive value of timothy-red clover mixtures. *Agricultural and Food Science in Finland* 9, 121–134.
- ROMANO, G., PIEPHO, H.-P., SCHAUMBERGER, A., BODNER, A., FLORIAN, C., FIGL, U. & PERATONER, G. (2015): Ein statistisches Modell zur Schätzung des Rohproteingehaltes der Dauerwiesen Südtirols. In: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Hg.): Grünland effizient und nachhaltig nutzen (dieser Band).

- ROMANO, G., SCHAUMBERGER, A., PIEPHO, H.P., BODNER, A. & PERATONER, G. (2014): Optimal base temperature for computing growing degree-day sums to predict forage quality of mountain permanent meadow in South Tyrol. *Grassland Science in Europe* 19, 655-657.
- RUTZMOSER, K. (2000): Verlaufskurven von Inhaltswerten und Ertrag auf Grünlandstandorten in Bayern. In: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Hg.): 44. Jahrestagung vom 24. bis 26. August 2000 in Kiel. Kurzfassung der Referate und Poster. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau 2. Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen, 117–120.
- RUTZMOSER, K. (2002): Verlaufskurven von Ertrag und Roh Nährstoffen des Grünlandaufwuchses, auch im Vergleich mit Öko-Betrieben. In: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Hg.): 46. Jahrestagung vom 29. bis 31. August 2002 in Rostock. Referate und Poster. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau 4. Druckerei der Universität Rostock, Rostock, S. 201–204.
- SCHUBIGER, F.X., LEHMANN, J., DACCORD, R., ARRIGO, Y., JEANGROS, B. & SCEHOVIC, J. (2001): Nährwert von Wiesenpflanzen: Verdaulichkeit. *Agrarforschung* 8, 354–359.
- STEINHÖFEL, O. (1998): Schnittzeitpunktprognose von Grasaufwüchsen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 3, 49–65.
- TVEITO, O.E. (2007): The Developments in spatialization of meteorological and climatological elements. In Dobesch et al. (ed.): *Spatial Interpolation for Climate Data: The Use of GIS in Climatology and Meteorology*, ISTE Ltd: London, 73-86.