

Nährstoffbilanzierung in den österreichischen Grünlandbetrieben

T. GUGGENBERGER

1. Einleitung

Sowohl naturwissenschaftliche als auch wirtschaftliche Gesamtsysteme werden häufig über deren Überschüsse oder Verluste beschrieben. Während im monetären Bereich der Produktionsendwert auch unabhängig vom Produktionszyklus beschrieben werden kann, muss in naturwissenschaftlichen Systemen großer Wert auf die systematische Beobachtung der Parameter in den einzelnen Stufen der Verarbeitung gelegt werden. Der entscheidende Grund dafür ist die Forderung nach nachhaltigem und ökologischem Umgang mit Produktionsstoffen. Das Konzept der landwirtschaftlichen Kreislaufwirtschaft versucht, dieser Forderung durch eine standortangepasste Produktion gerecht zu werden (HESS, 1997). Das Ziel ist, die nahezu verlustfreie Produktion von Futter- und Lebensmitteln innerhalb der einzelnen Produktionsstufen (Düngung, Ernte, Konservierung, Veredelung und Düngelagerung). Forschungseinrichtungen, wie die HBL-FA Raumberg-Gumpenstein, erbringen in ihren einzelnen Instituten die Forschungsleistung, die zur Erreichung dieses Zieles notwendig ist.

Die Realität der landwirtschaftlichen Produktion scheint manchmal jedoch geradezu konträr zur Zieldefinition der Kreislaufwirtschaft zu sein. Betriebswirtschaftlich notwendige Leistungssteigerungen führen dazu, dass an sich lebenswichtige Nährstoffe wie Stickstoff, durch eine Anreicherung im Grundwasser oder in der Atmosphäre, zu lebensfeindlichen Schadstoffen werden. Gesetzliche Grundlagen wie die Nitratrüchlinie (91/676/EWG, 1991) oder das Immissionsgesetz-Luft (IG-L, 1997) wurden zum Schutz des Menschen und der Natur erlassen und regeln die Grenzwerte des Stoffanfalls. Beide Gesetze werden über ein individuelles Messnetz kontrolliert, welches permanent die Luftgüte und die Wasserqualität misst. Als flankierende

Maßnahme werden potentielle Emittenten mit Produktionsgrenzwerten limitiert. Im Falle der Landwirtschaft finden wir im Zusammenhang mit der Nitratrüchlinie eine Obergrenze an Stickstoff (N) aus dem wirtschaftseigenen Dünger von 170 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr (unter bestimmten Voraussetzungen seit kurzem auch 230 kg). Dieser Wert ist betriebspezifisch nur mit sehr hohem Aufwand zu ermitteln, kann aber aus Modellberechnungen mit den Eckdaten der Betriebe (Tierbesatz, Flächenausstattung, Leistungs- und Managementparameter) geschätzt werden.

2. Material und Methoden

An dieser Stelle darf, um die Erwartungshaltung des Lesers in die richtige Richtung zu lenken, darauf hingewiesen werden, dass der größere Teil dieser Arbeit mit der systematischen und qualitativen Diskussion eines neuen, für Österreich flächendeckenden Modellansatzes zur Nährstoffbilanzierung verbracht wird. Erst im Ergebnissteil kehrt die Arbeit wieder zu einer Komponente der Nährstoffbilanzierung, den genannten N-Ausscheidungen im Wirtschaftsdünger, zurück.

2.1. Bilanzierungsarten

Die Nährstoffbilanzen landwirtschaftlicher Betriebe können grundsätzlich auf der Feld/Stall-Basis oder der Hoforbasis berechnet werden (PÖTSCH, 1998). Erstere untersucht die Bilanzierungszusammenhänge auf Basis der landwirtschaftlichen Fläche mit den Entzugsparemtern (Ertrag und Nährstoffgehalt, Auswaschung) und den Parametern der Zufuhr (Mineraldünger, Wirtschaftseigener Dünger, symbiotische N-Bindung, Mobilisation, Deposition). Im exaktesten Fall dieser Bilanzierung wird der einzelne Bewirtschaftungsschlag im Rahmen einer Düngeplanung zum Zielgebiet der Bilanzierung. Fallweise werden aber

auch gleichartige Schläge gemeinsam untersucht. Wird eine Hoforbilanz erstellt, ist immer der landwirtschaftliche Betrieb als gesamte Einheit von Interesse. Da dabei weder die betriebseigenen Futtermittel noch der Wirtschaftsdünger bekannt sein muss, stellt diese Form eine „Black-Box“ dar, die die internen Zusammenhänge des Betriebes kapselt. Der Vorteil dieser Bilanzierungsart liegt in der leichteren Erhebung der betrieblichen Entzugsmengen über landwirtschaftliche Produkte sowie der zugeführten Mengen an Futter- und Düngemitteln. Die Grenzen dieser Methode liegen aber dort, wo spezielle betriebsinterne Kenntnisse benötigt werden.

2.2. Agricultural - GIS - Sphere (AGS)

Die einzelnen Bilanzierungsarten erfordern einen hohen Stand an Informationen über die untersuchten Betriebe. Neben den landwirtschaftlichen Kerndaten sind dabei häufig auch räumliche Daten von großem Interesse. Lageparameter wie Seehöhe, Hangneigung, lokale Niederschläge und Temperaturen sind wertvolle beschreibende Parameter im pflanzenbaulichen Bereich. Topologische Beziehungen zwischen Grundstücken und die räumliche Nähe von auftretenden Ereignissen dienen der geostatistischen Analyse. Diese erweitert die Bilanzierungsergebnisse einzelner Betriebe zu kleinregionalen Aussagen (Häufungspunkte). Die Entwicklung der AGS als Geographisches Informationssystem (GIS) kann beiden, dem landwirtschaftlichen Fachmodell als auch dem räumlichen Modell, durch Integration der jeweiligen Gebiete gerecht werden. Die technische Umsetzung erfolgt in einem (Geo)Datenbankprojekt (GUGGENBERGER und BARTELME, 2005) dessen technische Komponenten hier nicht näher beschrieben werden. Eine Darstellung und analytische Untersuchung des landwirtschaftlichen Fachteiles ist aber notwendig.

Autor: Mag. Thomas GUGGENBERGER, Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irdning, thomas.guggenberger@raumberg-gumpenstein.at

Im landwirtschaftlichen Modellbau der AGS werden 7 Module durchlaufen, die aufeinander aufbauend die gesamte Produktionskette abbilden. Einige Module bearbeiten dabei vorhandene Daten oder integrieren Ansätze, die als Status Quo des landwirtschaftlichen Wissens angesehen werden können. Module dieser Art haben immer eine hohe Prozessqualität, da keine individuellen Vorgaben gemacht werden müssen. Die Qualität der Überführung von Datenbeständen und Wissensquellen ist nur von der Genauigkeit der Umsetzung abhängig. Deutlich geringere Prozessqualitäten werden im Bereich jener Module erreicht, die oft nicht direkt auf betriebspezifische Daten zurückgreifen können. In diesen Modulen werden häufig kleine Detailmodelle gebildet, um gesuchte fehlende Daten aus bestehenden zu rekonstruieren. Regressionsmodelle führen dabei ebenso zu Unschärfen wie die Verwendung räumlich generalisierter Aussagen. Die Bewertung aller Module in *Abbildung 1* ist von subjektiver Natur, die Berechnung eines statistischen Gesamtfehlers scheitert an der Bestimmbarkeit einzelner Komponenten. Erst umfangreiche Evaluierungen würden hier tatsächliche Kenngrößen ergeben.

Die einzelnen Module haben folgende Bedeutung: Im Basismodul werden die Beziehungen zwischen den landwirtschaftlichen Betrieben, deren Flächen als geometrische Objekte und dem Tierbestand hergestellt. Zusätzlich fließen Informationen über das Management des Betriebes ein (Öpul-Programm).

Im Modul Leistung wird für jeden Betrieb mit Milchtieren eine betriebspezifische Milchleistung errechnet. Für Masttiere wird eine, der Tierart angepasste österreichische Durchschnittsleistung eingesetzt.

Der Nährstoffgehalt von Grund- und Kraftfutter wird im Modul Futterqualität definiert. Grundfutternährstoffe werden unter Verwendung betriebspezifischer und räumlicher Informationen in einer multiplen Regression geschätzt. Für Produkte aus dem Ackerbau wurden tabellarische Werte eingesetzt (DLG Futterwerttabellen Wiederkäuer, Schwein, Pferd), die fallweise durch nationale Bestände ergänzt werden (Futtermittel-labor Rosenau).

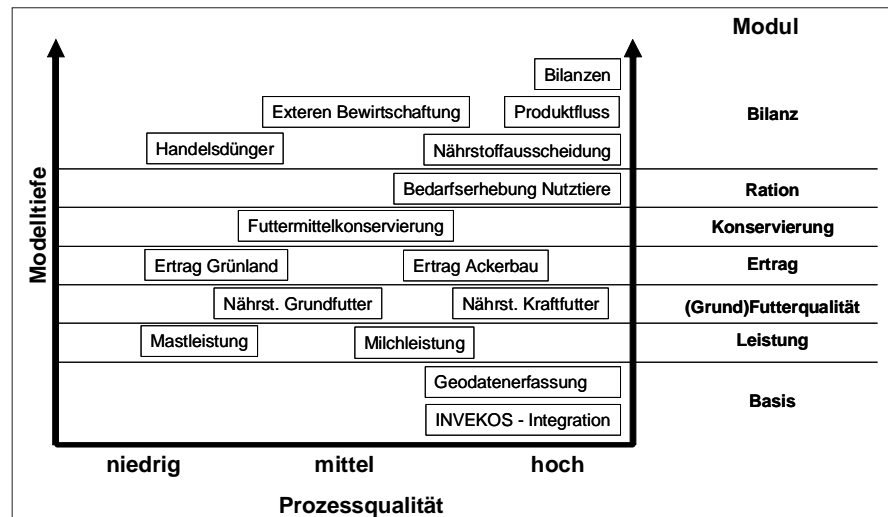


Abbildung 1: Modellbau und Prozessqualität

Die Trockenmasseerträge pro Hektar aus dem Ackerbau und der Grünlandwirtschaft sind im Modul Ertrag festgelegt. Während zur Bewertung der Ackerbauerträge auf Daten der Statistik Austria zurückgegriffen wird, stammt die Ertragsbewertung des Grünlandes von SCHAUMBERGER, (2005). Der Ertrag der Ackerbaukulturen fließt im Modul Bilanz direkt als Ertrag in die Bewertung ein. Die Grünlanderträge werden zur Bilanzierung auf Basis des Grundfutterbedarfs der Tiere bewertet.

Im Bereich der Grünlandwirtschaft müssen zuvor noch die Konservierungsanteile von Weide, Heu und Grassilage geklärt werden. Das Modul Konservierung berechnet diese aus der lokalen Lage, den Managementdaten und den Ergebnissen einer Befragung von Geschäftsführern der österreichischen Maschinenringe (GUGGENBERGER und ZAINER, unveröffentlicht).

Können alle bisher genannten Module erfolgreich abgearbeitet werden ist eine Berechnung des Futter- und damit des Nährstoffbedarfes möglich (Modul Ration). Die Bilanzierung aller betrieblichen Kennwerte erfolgt im Modul Bilanz. Hier werden noch weitere Datenbestände wie Düngung mit Handelsdünger und externe Bewirtschaftungsanteile (z.B. Alpeng) berücksichtigt. Vor allem kann hier die, für diese Arbeit so wichtige N-Ausscheidung im Wirtschaftsdünger berechnet werden.

In den einzelnen Modulen werden die in *Tabelle 1* dargestellten Datenquellen integriert. Den einzelnen Institutionen sei

an dieser Stelle für die Unterstützung ganz herzlich gedankt.

2.3. Datendichte in der AGS

Im Jahr 2003 waren in Österreich 190.382 land- und forstwirtschaftliche Betriebe aktiv (GRÜNER BERICHT 2003). Der größere Teil von 152.456 Haupt- und 8.953 Teilbetrieben bezieht landwirtschaftliche Förderungen über das Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem (INVEKOS) des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BML-FUW). Für diesen Anteil von 84,7 % werden Bewirtschaftungsdaten erhoben und im INVEKOS abgelegt. Diese Daten wurden aus ihrem tabellenartigen Strukturen entnommen und - wie in *Tabelle 2* sichtbar - zu einem großen Teil in ein objektorientiertes Datennetz übernommen. Da bei der Datenintegration eine Mindestanforderung an die Verfügbarkeit zusätzlicher räumlicher Daten bestand, wurden einige Betriebe nicht mitintegriert.

2.4 Betriebsbezogene Schätzung der Milchleistung

Die durchschnittliche Jahresmilchleistung einer Milchkuh in Österreich liegt nach einer Berechnung der Statistik Austria bei 5.638 kg. Dieser Wert errechnet sich aus den Summen der abgelieferten Milch (2,65 Mio. t), der am Hof verwerteten Milch (0,19 Mio. t), der Milch für die Fütterung der Kälber (0,36 Mio. t) und dem Schwund (0,03 Mio. t) sowie der dazu gehörenden Summe von 572.860 Milchkuhen. Davon abwei-

Tabelle 1: Datenquellen der AGS

Datenquelle	Datensätze
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft	INVEKOS 2003 (Diverse Tabellen, anonymisiert)
Landwirtschaftliches Rechenzentrum Statistik Austria	Digitale Katastralmappe, Digitales Geländemodell Erträge aus dem Ackerbau, nationale Zusammensetzung von Handelsfuttermitteln
Niederösterreichische Landeslandwirtschaftskammer, Futtermittellabor Rosenau	Österreichische Grund- und Kraftfutteranalysen
Maschinenringe	Konservierungsanteile für Grassilage
HBLFA Raumberg-Gumpenstein Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Referat Geoinformation im ländlichen Raum	Rohertträge im GrünlandSchnittfrequenzen

Tabelle 2: Erhebungsgrad der Basisdaten aus dem INVEKOS Datensatz

Kategorie	AGS 2003 Stück	Grüner Bericht 2003 Stück	Erfüllungsgrad %
Rinder	2.029.126	2.052.033	99
Schweine	3.174.658	3.244.866	98
Pferde	60.774	61.267	99
Schafe	323.559	325.495	99
Ziegen	54.794	54.607	100
Geflügel	9.559.080	12.354.358	77
Sonstiges Geflügel	536.734	672.787	80
	ha	ha	%
Brotgetreide	314.389	314.182	100
Futtergetreide	497.972	495.618	100
Körnerleguminosen	47.204	47.329	100
Ölfrüchte	90.189	107.650	84
Hackfrüchte	64.733	65.077	99
Feldfutterbau	214.857	223.926	96
Kulturgrünland	956.295	952.446	100

chend wird von der Milchleistungsprüfung durch die Landeskontrollverbände für 314.254 Kontrolltiere eine Milchleistung von 6.350 kg angegeben (ZAR, 2003). Der Unterschied von mehr als 700 Litern verweist auf eine unterschiedliche Grundgesamtheit bei der Untersuchung der Milchleistung. Für die AGS wurde die Methodik der Statistik Austria von der Gesamtheit auf den einzelnen Betrieb angewandt. Als Input-Daten wurden die Abliefernengen des einzelnen Betriebes an die Molkerei, die Anteile der D-Quoten und der Eigenverbrauch für Mensch und Tier berücksichtigt. Der Humanbedarf wurde aus den am Betrieb lebenden Personen und der touristischen Nutzung

der Betriebe (Agrarstrukturhebung 1999) ermittelt. Der Fütterungsanteil für die Kälber wurde über die Anzahl der Tiere aus der Tierliste ermittelt. Diese Berechnung wurde für die Jahre 2002, 2003 sowie 2004 durchgeführt. Lag der im Jahr 2003 beobachtete Wert außerhalb der 1,4 fachen Standardabweichung, wurde der Mittelwert der drei Jahre verwendet (16,9 % der Betriebe). Für Betriebe, die weder Kontingente noch Anlieferungsmengen besitzen, wurde die Milchleistung über die räumliche Nähe zu Nachbarbetrieben festgelegt (17 % der Betriebe). Der so errechnete bundesweite Durchschnitt liegt in der AGS bei 5.544 kg Milch. Die Differenz von 94 kg

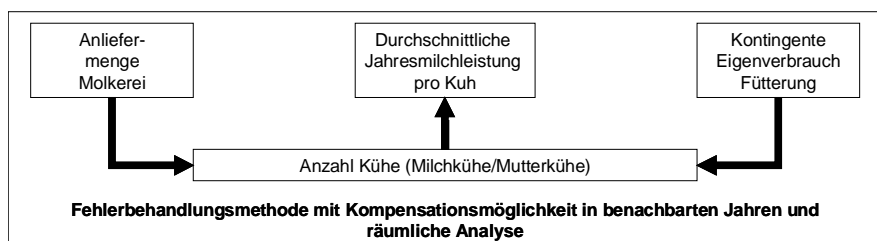


Abbildung 2: Datenschema Milchleistung

ist zur Hälfte auf einen etwas niedrigeren Ansatz bei der Kälbermilch zurückzuführen.

2.5. Österreichisches Schätzmodell für Grundfutterinhaltsstoffe

Zur Untersuchung des Nährstoffgehaltes der Grundfuttermittel Heu, Grassilage und Silomais wurden 13.710 Futtermittelproben von 5.000 Betrieben (4,5 %) aus dem Zeitraum von 1998 bis 2005 über deren Einsenderadresse verortet. Die einzelnen Futtermittelproben mit Herkunft aus ganz Österreich wurden in der AGS mit den betriebspezifischen Lageparametern, sowie den Nutzungs- und Leistungskennzahlen angereichert. Gesammelt und analysiert wurden diese Proben im Futtermittellabor Rosenau der Niederösterreichischen Landeslandwirtschaftskammer. In *Tabelle 3* zeigt sich, dass in den Bundesländern Nieder- und Oberösterreich, als auch in der Steiermark und Kärnten für Wiederkäuerfutter etwa eine Probe pro km² Kulturfläche verfügbar ist. In Tirol und Salzburg liegt dieser Wert bei etwa der Hälfte. Das Burgenland ist für Wiederkäuer kaum relevant. Aus diesen Eingangsdaten wurde ein komplexes Regressionsmodell erstellt und auf die einzelnen Betriebe mit ihren individuellen Parametern angewandt. Fixe Faktoren dieses Modells sind die Futterart, der Aufwuchs, die Konservierung, das Hauptproduktionsgebiet und das Jahr. Als Kovariable fungieren die Besatzdichte, der Grünlandanteil, die Milchleistung, die Höhenlage und Hangneigung, sowie einige klimatische Parameter. Das höchste Bestimmtheitsmaß konnte für die Schätzung des Trockenmassegehaltes mit 0,873 erzielt werden. Etwas niedriger liegen Rohprotein (0,717) und Rohfaser (0,567) (GUGGENBERGER und BARTELME, 2005).

Tabelle 3: Beprobungsdichten im Bundesgebiet

Bundesland	Grünland km ²	Anzahl der Futterproben	Proben/km ²
Burgenland	386	66	0.17
Kärnten	1.140	1.148	1.01
Niederösterreich	2.802	2.869	1.02
Oberösterreich	2.879	2.537	0.88
Salzburg	1.000	366	0.37
Steiermark	2.062	2.352	1.14
Tirol	1.016	436	0.43
Vorarlberg	394	304	0.77

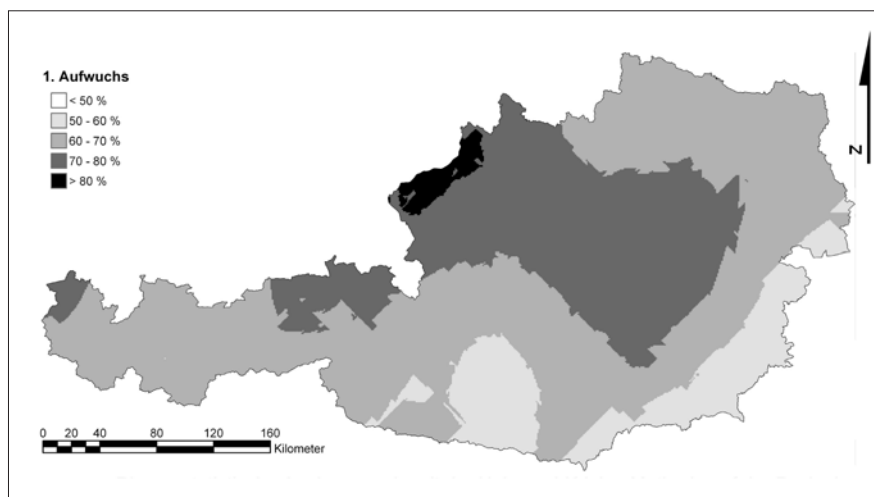


Abbildung 3: Wie hoch schätzen Sie den Grassilageanteil im 1. Schnitt der gut silierbaren Flächen? (GUGGENBERGER und ZAINER, unveröffentlicht)

2.6. Konservierung von Grundfutter

Neben den Inhaltstoffen der Grundfuttermittel ist auch deren Anteil in der Grundfütterration von großer Bedeutung. Für die betriebspezifische Konservierungsstrategie sind vor allem räumliche, klimatische und organisatorische Aspekte von Bedeutung. Steile Hanglagen schließen Grünlandbetriebe ebenso von der Silagebereitung aus, wie die Teilnahme an der Maßnahme Silageverzicht in speziellen Regionen (Silosperrgebiete) im Rahmen des Öpul-Programmes. Die betriebliche Entscheidung zur Führung einer Kulturweide erhöht wieder den Weideanteil, der sich anderenfalls auf eine Nachweide der betriebsnahen Flächen reduziert. Üblicherweise wird der Silageanteil mit etwa 50 % angenommen, kann in Gunstlagen aber auch auf 80 % steigen (BUCHGRABER, DEUTSCH und GINDL, 1994). Für eine exaktere Abschätzung wurde im November 2005 ein Fragebogen an 95 Geschäftsführer der einzelnen österreichischen Maschinenringe ausgesandt. In diesem wurden die befragten Personen zu einer Abschätzung des Silageanteils in den einzelnen Schnitten aufgefordert. *Abbildung 3* zeigt eine Karte, die

unter Anwendung geostatistischer Methoden aus den zurückgesandten Fragebögen (66 % Rücklaufquote) erstellt wurde. Aus diesen Ergebnissen wurde unter Konstanthaltung eines Weideanteils der Anteil an Heu und Grassilage berechnet.

2.7 Grundfutterkonzentrationen und Rationsberechnung

Aus den erhobenen Nährstoffgehalten in den einzelnen Futtermitteln, deren Konservierungsanteilen, dem vorerst kalku-

latorischen Ertrag und den Flächenanteilen lässt sich für jeden Betrieb eine nach allen Einflussgrößen gewichtete Grundfutterkonzentration berechnen. Dieses Grundfutter bildet die Ausgangsbasis zur Rationsberechnung für alle im System vorhandenen Grundfuttermittel. Dies sind die Wiederkäuer (Rind, Schaf, Ziege) und die Unpaarhufer (Pferd, Pony). Für Schweine wurde kein Grundfutter vorgesehen, die silierten Futtermittel aus dem Bereich des Maisanbaus (Mais Kornsilage und Con-Cop-Mix) wurden als Energiekraftfutter eingestuft. Zu dieser Futtermittelgruppe zählen weiters vor allem die Getreidesorten. Zu Proteinkraftfutter werden die Körnerleguminosen und das Handelsfutter aus dem Bereich der Ölgewinnung (Soja, Raps, Sonnenblume) zusammengefasst. Die Nährstoffgehalte der drei beschriebenen Komplexfuttermittel werden in *Tabelle 4* dargestellt. Vor allem das Grundfutter überdeckt dabei einen großen Bereich von in der Praxis üblichen Gehalten ab. STEINWIDDER und GUGGENBERGER, 2003 beschreiben beispielsweise auf 33 Praxisbetrieben in Tirol, Salzburg und Kärnten einen Bereich von 130 g Rohprotein/kg Trockenmasse +/- 18 kg Standardabweichung. Dieser Bereich wird mit einer etwas höheren Streuung (+/- 28 kg) fast exakt erreicht.

Für die eigentliche Rationsberechnung wird aus den Nährstoffkonzentrationen der drei Futtermittel, dem Energie- bzw. Proteinbedarf sowie dem Futteraufnahmevermögen eine Gleichung mit drei Unbekannten angesetzt. Führt die Gleichung zu einem, für alle Komponenten positiven Ergebnis und wird der maximal zulässige Kraftfutterbereich nicht

Tabelle 4: Nährstoffkonzentrationen in Grund- und Kraftfutter

Futtermittel	Trockenmasse g/kg T	Rohprotein g/kg T	Rohfett g/kg T	Rohfaser g/kg T	Rohasche g/kg T	Energie MJ NEL
Grundfutter						
Mittelwert	448	131	27	269	98	5,5
Minimum	88	56	19	174	26	4,4
Maximum	813	244	46	341	211	6,7
Standardab.	165	28	3	23	23	0,4
Energiekraftfutter						
Mittelwert	871	118	28	51	27	8,1
Minimum	768	108	23	31	20	7,3
Maximum	883	137	34	99	44	8,3
Standardab.	19	6	4	14	5	0,2
Proteinkraftfutter						
Mittelwert	828	416	57	91	63	8,4
Minimum	669	350	27	50	47	7,9
Maximum	883	455	286	112	70	10,6
Standardab.	51	27	45	12	4	0,5

Tabelle 5: N-Ausscheidungen von Milchkühen

Milchleistungsintervall Start	Ende	Tiere im Intervall	Nährstoffkonzentration Gesamtfutter		Berechnungskomponenten nach Livestock Manures				
			Energie MJ Nel	Protein %	Futter N kg	Produkte N kg	Ausscheidung N kg	Verluste N kg	Gülle N kg
3.500	4.500	109.987	5,6	12,7	107	23	84	8	76
4.500	5.500	155.758	5,8	13,0	118	27	90	9	81
5.500	6.500	133.904	6,0	13,5	131	32	98	10	89
6.500	7.500	84.179	6,2	14,0	146	38	108	11	97
7.500	8.500	39.469	6,3	14,6	162	43	119	12	107
8.500	9.500	16.528	6,4	15,1	178	48	130	13	117
9.500	10.500	4.250	6,5	15,5	192	52	139	14	126

überschritten, ist eine direkte Verwendung möglich. Kommt keine gültige Lösung zustande, wird ein iteratives Verfahren mit einer minimalen Fehler-summe verwendet. In Summe aller Tier-kategorien führt dieses Verfahren zu einer nahezu vollständigen Deckung des Gesamtenergiebedarfes und einer leichten Überversorgung um etwa 9 Prozent. Diese ist auf das qualitativ zu hochwertige Grundfutter für Mutterkühe und nicht laktierende Kühe, sowie für Pferde und Schafe zurückzuführen.

3. Ergebnisse

Wie bereits einleitend dargestellt, werden in diesem Beitrag die Ergebnisse der Bilanzierung auf die Untersuchung des Stickstoffanfalles im Wirtschaftsdünger reduziert. Durch die Klassifizierung der Grundgesamtheit aller tierhaltenden Betriebe kann eine Aussage über den N-Anfall in den einzelnen Klassen und eine abschließende räumliche Darstellung gemacht werden.

3.1. N-Ausscheidungen von Milchkühen

Mit rund 70 Prozent der gesamten benötigten Proteinmenge stellt die Gruppe der Rinder die bedeutendste Tierkategorie im Umsatz von Stickstoff dar. Deren Gesamtbedarf beläuft sich laut AGS auf 788.000 Tonnen Rohprotein. Der größere Anteil von 525.000 Tonnen entfällt dabei auf den Bereich der Milch- und Mutterkühe. Zur Deckung dieses Bedarfes wird in erster Linie das Protein aus dem Grundfutter herangezogen. Dessen Gesamtmenge deckt mit 550.000 Tonnen rund 70 % des Gesamtbedarfes aller Rinder.

Der Stickstoff wird bei der Milchkuh vor allem zur Milchproduktion und dort zur Bildung des Milcheiweißes benötigt. Zur Bildung von einem Kilo Milcheiweiß pro

Tag (Kuh mit 30 Litern Milch und eine Eiweißgehalt von 3,3 %) werden rund 156 Gramm Stickstoff benötigt. In der Ansatzleistung von 1 kg Körpergewicht beträgt der Bedarf im Mittel 26 Gramm. (LIVESTOCK MANURES, 1999). Jene N-Aufnahme, die über die Verwertung in Milch oder Ansatz hinausgeht, wird vom Tier ausgeschieden. Ein Teil des in den Ausscheidungen vorliegenden Ammonium-Stickstoffs (NH₄⁺) geht in Stall und Lagerung als Ammoniak (NH₃) verloren. Die Höhe des Verlustes ist von verschiedenen Faktoren abhängig (Stallsystem, Lagerbedingungen) und werden vom Livestock Manures im Durchschnitt mit 10 % angegeben. Die so berechnete Menge stellt die N-Ausscheidungen in der Gülle dar. *Tabelle 5* zeigt den dabei entstehenden Zusammenhang zwischen Milchleistung und den einzelnen Fraktionen der N-Berechnung.

Für die Annahme der letztendlich ausgeschiedenen N-Menge standen in der Vergangenheit die strukturierte Methodik des Livestock Manures Nitrogen Equivalents (EK, 1999) und eine Praxiserhebung (STEINWIDDER und GUGENBERGER, 2003) zur Diskussion. Beide Arbeiten unterscheiden sich kaum, die Beziehung ist linear und kann mit der Formel $0,94 * \text{Ausscheidung}_{\text{Livestock Manures}} + 2,6$ beschrieben werden. Der Unterschied beider Arbeiten in den entscheidenden Kategorien zwischen 4.500 und 6.500 kg Milchleistung (mehr als 50 % der Tiere) ist marginal, im Hochleis-

tungsbereich ab 8.500 kg entsteht eine Differenz von 4 - 5 kg.

3.2 Reduktion der N-Ausscheidung pro Hektar in den Tallagen durch die Almwirtschaft

Landwirtschaftliche Betriebe im Bereich der Hauptproduktionsgebiete Hoch- und Voralpen besitzen neben ihrer Grundstücke in den Tallagen häufig auch noch eigene Almen oder zumindest das Auftriebsrecht auf eine Gemeinschaftsalm. Diese Flächen werden in den Sommermonaten mit Jung- und Milchvieh bestoßen und reduzieren so die am Kernbetrieb anfallende Ausscheidungsmenge.

In Betrieben, die die gesamte Rinderherde zum Zweck der Milchproduktion auf die Alm verlagern, ist dieser Anteil beträchtlich. Aus den Daten des INVEKOS kann neben den bisher bereits erwähnten Informationen auch die Anzahl der auf Almen aufgetriebenen Tiere bestimmt werden. Zusätzlich wird noch die Höhenlage der Alm, als Nieder-, Mittel- oder Hochalm bekanntgegeben. Über diese Klassifizierung kann die Dauer der Almperiode in einem Bereich zwischen 120 (Niederalm) und 70 Tagen (Hochalm) festgelegt und am Heimbetrieb für die betroffene Tierkategorie in Abzug gebracht werden. Diese zusätzlichen Flächen schützen derzeit die nicht standortangepassten Betriebe innerhalb der Hoch- und Voralpen vor einschneidenden Abstockungsmaßnahmen.

Tabelle 6: Gülle-N der Betriebsarten

Betriebsart	Flächensumme		N-Gülle	
	Gesamt ha	Güllefähig ha	Gesamt Tonnen	pro ha kg
Rinderbetriebe	1.291.010	1.231.031	100.074	81
Schweinebetriebe	286.454	282.070	19.702	70
Mischbetriebe	70.516	69.295	5.002	72
Geflügel	47.465	46.732	2.877	62

Tabelle 7: Gülle-N in Abhängigkeit von der Betriebsgröße bzw. der GVE-Summe

Betriebsgröße ha	Flächensumme		N-Gülle		GVE/Betrieb	Flächensumme		N-Gülle	
	Gesamt ha	Güllefähig ha	Gesamt Tonnen	kg/ha		Gesamt ha	Güllefähig ha	Gesamt Tonnen	kg/ha
< 5	81.642	79.405	6.043	76					
5 - 10	190.539	181.457	14.842	82	< 10	159.580	150.003	9.015	60
10 - 20	494.767	472.153	40.616	86	10 - 20	350.897	331.200	23.947	72
20 - 30	386.580	372.359	31.463	84	20 - 30	310.384	297.832	24.450	82
30 - 50	353.839	342.595	25.757	75	30 - 50	356.938	346.590	31.105	90
50 - 100	155.004	149.825	8.008	53	50 - 100	232.914	227.517	22.094	97
100 - 200	24.197	23.256	685	29	100 - 200	90.373	88.309	9.631	109
> 200	8.876	8.079	208	26	> 200	27.364	26.639	3.312	124

Tabelle 8: Anzahl der Betriebe in den N-Klassen

Auswirkung der Alpung auf die N-Ausscheidung

Gülle N kg/Hektar/Jahr	Anzahl Betriebe	
	Real	Ohne Alm
< 100	80.931	77.953
100 - 135	22.411	23.099
135 - 170	6.961	8.021
170 - 230	2.791	3.672
> 230	1.319	1.668
Summe	114.413	

Tabelle 9: Betriebe über dem Richtwert der Nitratrichtlinie nach den Betriebsarten

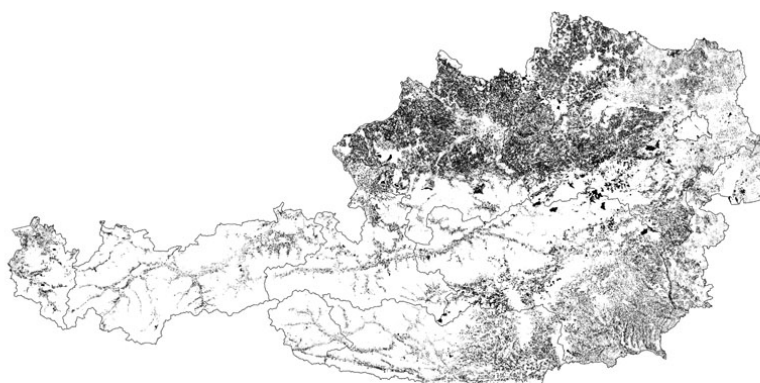
Betriebsart	Gülle N kg/Hektar/Jahr	
	> 230 Anzahl	> 170 und < 230 Anzahl
Rinderbetriebe	754	1.964
Schweinebetriebe	201	538
Mischbetriebe	78	123
Geflügel	286	166

3.3. N-Ausscheidungen in den Untersuchungsklassen

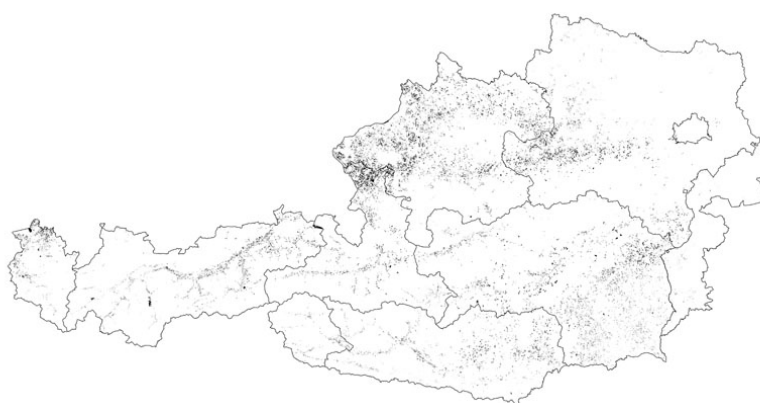
Das betriebsbezogene Datenmaterial wurde nach unterschiedlichen Kriterien klassifiziert und einer Analyse unterworfen. Das erste Kriterium ist die Betriebsart. Dabei wird nach Rinder-, Schweine-, Geflügel- sowie Mischbetrieben unterschieden. Die Einteilung erfolgt nach einer Verteilungsprüfung über die Gesamtanzahl der GVE in den einzelnen vorgeschlagenen Kategorien. Wurden in einem Bereich mehr als 70 % der Gesamt-GVE festgestellt, wurde der Betrieb dieser Kategorie zugeordnet. Alle so nicht klassifizierten Betriebe sind Mischbetriebe. Tabelle 6 weist für die einzelnen Kategorien Werte zwischen 62 und 81 kg N-Gülle pro ha und Jahr aus.

Eine weitere Klassifizierung betrifft die Betriebsgrößen nach ihrer Kulturfläche und nach der Anzahl der gehaltenen GVE pro Betrieb. In Tabelle 7 wird die

Betriebe mit einem N-Anfall aus Wirtschaftsdünger < 100 kg / Hektar



Betriebe mit einem N-Anfall aus Wirtschaftsdünger 100 - 135 kg / Hektar



Betriebe mit einem N-Anfall aus Wirtschaftsdünger 135 - 170 kg / Hektar



Abbildung 4a: Räumliche Verteilung der N-Ausscheidung

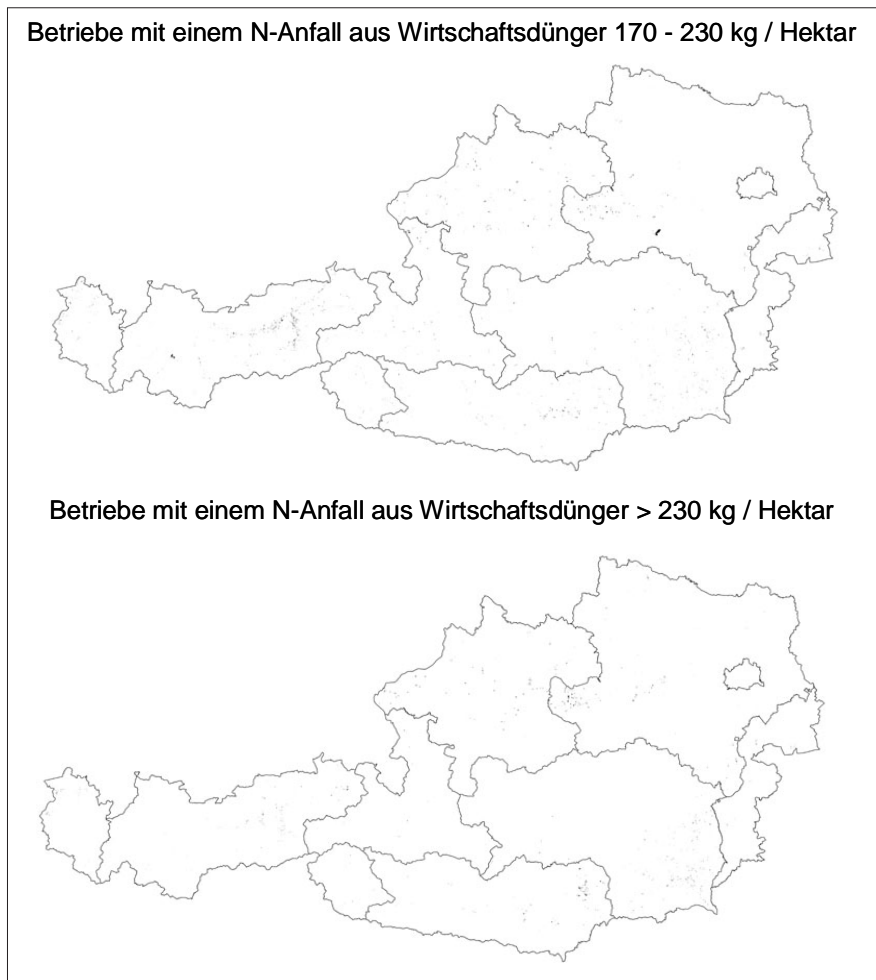


Abbildung 4b: Räumliche Verteilung der N-Ausscheidung

gegenläufige Entwicklung zwischen Betriebsgröße und Produktionskonzentration ersichtlich. Während mit steigender Flächenausstattung eines Betriebes die Menge pro ha sinkt, steigt diese mit der Anzahl der GVE pro Betrieb. Die Erklärung liegt in der Verfügbarkeit der Produktionsfläche. Große Betriebe bewirtschaften ihre Fläche nicht nur im Bereich der Tierproduktion, sondern auch im Ackerbau. Intensiviert ein Betrieb in die Tierproduktion, kann die Erweiterung der Flächen nicht im selben Ausmaß erfolgen (natürliche Mangelsituation).

3.4. Auswirkung der derzeit gültigen Rechtslage auf die Tierproduktion

Die derzeit gültige Rechtslage der EU bezüglich der N-Ausscheidung ist die Nitratrichtlinie (91/676/EWG, 1991). Diese setzt als Obergrenze eine Ausscheidung von 170 kg N aus Wirtschaftsdünger fest. In kürzlich abgelaufenen Verhandlungen wurde diese Grenze für

rinderhaltende Betriebe auf Ansuchen und unter Einhaltung gewisser Auflagen und Maßnahmen auf 230 kg erhöht. Die Analyse der Anfallsmengen innerhalb der AGS ergibt unter Berücksichtigung aller Tiere und Flächen eines Betriebes, bei der Unterstellung der im Beitrag beschriebenen Leistungen und Futternährstoffgehalte, das in *Tabelle 8* und *9* dargestellte Bild. Die Spalte Real stellt die korrekte Berechnung mit Berücksichtigung der Alpung dar.

Von den 123.782 tierhaltenden Betrieben konnten im vorliegenden System 114.413 nach ihrem N-Anfall aus dem Wirtschaftsdünger klassifiziert werden. Unterstellen wir eine bedarfsgerechte Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere liegen derzeit 1.319 Betriebe über der zulässigen 230 kg N-Grenze und müssen, soweit keine anderen Regelungen getroffen wurden, abstocken.

Für 1.964 Rinderbetriebe besteht die Möglichkeit einer Antragstellung nach der neuen Rechtslage. Betrachtet man die

Situation ohne die Pufferflächen im alpinen Bereich, wären zusätzliche 1.230 Betriebe von der neuen Regelung betroffen. Gemeinsam liegt also etwa rund 3,6 % der Betriebe über der Richtmarke der Nitratrichtlinie. In der Nähe des Grenzwertes (135 - 170 kg N) finden sich zusätzlich 6 % der Betriebe. Werden die kritischen Betriebe, wie in *Tabelle 9* dargestellt, auf die Betriebsarten verteilt, wird ein deutlicher Überhang der Rinderbetriebe sichtbar.

3.5. Räumliche Verteilung der N-Ausscheidung

Neben der Klassifizierung von Daten ist aus der AGS auch eine räumliche Analyse möglich. *Abbildung 4* stellt die in *Tabelle 8* besprochenen Ausscheidungsklassen räumlich dar. Dabei wird mit steigender N-Ausscheidung eine Verdünnung der betroffenen Flächen sichtbar. In den kritischen Bereichen zwischen 170 und 230 kg wird eine räumliche Konzentration im Inn- und Zillertal, in den Gunstlagen Südkärntens sowie in der Region um Amstetten sichtbar. Weitere Regionen mit höherer Datendichte in dieser Klasse sind die Süd- und Oststeiermark sowie der Flachgau. In der Abbildung mit Werten über 230 kg sind im Wesentlichen die gleichen Regionen betroffen.

4. Literatur

- BUCHGRABER, K., A. DEUTSCH und G. GINDL, 1994: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung, Leopold Stocker Verlag, Graz.
- EK, 1999: Europäische Kommission, Livestock Manures - Nitrogen Equivalents. Establishment of Criteria for the Assessment of Nitrogen Content in Animal Manures, Final Report.
- GUGGENBERGER, T. und N. BARTELMÉ, 2005: GIS gestützte Modellierung der Nährstoffbilanzen Österreichischer Grünlandbetriebe. Teil I: Erstellung eines geographischen Informationssystems zur Beurteilung ökologischer Zusammenhänge. Veröffentlichung der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Heft 43, 60 Seiten.
- GUGGENBERGER, T. und I. ZAINER, 2006: Räumliche Analyse der Grundfutterkonservierung unter Einbeziehung der Erfahrungen der österreichischen Maschinenringe, unveröffentlicht.
- GRÜNER BERICHT, 2003: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, www.gruener-bericht.at
- HESS, J., 1997: Biologischer Landbau: Systemimmanenter Zwang zu möglichst geschlossenen Nährstoffkreisläufen. In: Umweltbundes-

- amt (Hrsg.): Stoffbilanzierung in der Landwirtschaft - Ein Instrument für den Umweltschutz?, Tagungsbericht Band 20, 71-76.
- PÖTSCH, E. M., 1998: Über den Einfluss der Düngungsintensität auf den N-Kreislauf im alpenländischen Grünland. Die Bodenkultur, 49, 19-27.
- SCHAUMBERGER, A., 2005: Ertragsanalyse im Österreichischen Grünland mittels GIS unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Veränderungen. Veröffentlichung der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Heft 42, 66 S.
- STEINWIDDER, A. und T. GUGGENBERGER, 2003: Erhebung zur Futteraufnahme und Nährstoffversorgung von Milchkühen sowie Nährstoffbilanzierung auf Grünlandbetrieben in Österreich. Die Bodenkultur, 54, 49-65.
- ZAR, 2005: Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter, Die österreichische Rinderzucht 2003, www.zar.at