

Agrovoc descriptors: agricultural policies, agricultural and rural legislation, European Union, Slovenia, nitrates, farmers, support measures, subsidies, extension activities, advisory officers, decision support

Agris category Code: E10, C20, D50

Landwirtsstrategie zu Handeln nach Regeln der Nitratdirektive: Reichen die bisherigen Fachrichtlinien?

Anton TAJNŠEK¹

Received April 10, 2006; accepted April 20, 2006

Delo je prispelo 10. aprila 2006, sprejeto 20. aprila 2006

ZUSAMMENFASSUNG

DIE STRATEGIEN DER LANDWIRTE ZUM HANDELN NACH DEN REGELN DER NITRATDIREKTIVE: REICHEN DIE BISHERIGEN FACHRICHTLINIEN?

Die EU hat eine Reihe von Verordnungen, Vorschriften und Richtlinien verabschiedet, deren Ziel es ist auch den zukünftigen Generationen die Unversehrtheit der natürlichen Ressourcen zuzusichern. Hauptsächlich sind diese Maßnahmen für die Landwirte bestimmt, denn sie sind so konzipiert, dass ihnen die Direktzahlungen gekürzt oder genommen werden, falls sie sich nicht an die vorgeschriebenen Maßnahmen halten. Zu den wichtigsten Einschränkungen im landwirtschaftlichen Anbau gehören die Forderungen im Zusammenhang mit der Nitratdirektive. Die Landwirte stehen vor dem Dilemma, wie sie handeln sollen, um bei der Düngung mit Stickstoff (N) die zulässige Toleranz nicht zu überschreiten. Die angegebenen Prinzipien der guten landwirtschaftlichen Praxis oder die Richtlinien für fachliche Düngung sind für die Landwirte in der Regel keine ausreichende Grundlage, um sie vor möglichen Überschreitungen der zulässigen N-Bilanz zu schützen. Aus den Ergebnissen zweier statischer Dauerfeldversuche auf Standorten mit unterschiedlichen Wachstumsbedingungen geht hervor, dass die Landwirte zur Einhaltung der Forderungen der Nitratdirektive qualifizierte Experten benötigen werden, welche wiederum nur dann richtige Berater werden können, wenn sie sich auf der Grundlage von Erfahrungen mit den Ergebnissen einer größeren Anzahl entsprechend konzipierter Versuche qualifizieren werden.

Schlüsselworte: Nitratdirektive, Direktzahlungen, Düngungsberater, Dauerfeldversuch

IZVLEČEK

STRATEGIJA KMETA ZA RAVNANJE PO PRAVILIH NITRATNE DIREKTIVE: ZADOSTUJEJO DOSEDANJA STROKOVNA NAVODILA?

EU je sprejela vrsto uredb, predpisov in smernic, katerih cilj je zagotovitev neokrnjenih naravnih virov tudi za prihodnje generacije. Glavni naslovljenec teh ukrepov je kmet, saj so ukrepi zasnovani tako, da se mu zmanjšajo ali odvzamejo direktna plačila, če predpisanih zahtev ne izpolnjuje. Med najpomembnejše omejitve v kmetijski pridelavi spadajo zahteve v zvezi z Nitratno direktivo. Kmet stoji pred dilemo, kako ravnati, da pri gnojenju z dušikom ne bo prekoračil dopustnih toleranc. Postavljena "načela dobre kmetijske prakse" ali "smernice za strokovno gnojenje" za kmeta praviloma niso dovolj dobra podlaga, da bi ga obvarovala pred možnimi prekoračitvami dopustne bilance dušika. Iz rezultatov dveh statičnih poljskih poskusov na lokacijah z različnimi rastnimi pogoji izhaja, da bo za izpolnjevanje zahtev Nitratne direktive kmet potreboval usposobljene eksperte, le-ti pa bodo lahko postali resnični

¹ Universität in Ljubljana, Biotechnische Fakultät, Lehrstuhl für Pflanzenbau und nachhaltige Landwirtschaft

svetovalci le, če se bodo usposabljali na podlagi izkušenj z rezultati večjega števila ustrezno zasnovanih poskusov.

Ključne besede: nitratna direktiva, direktna plačila, svetovalci za gnojenje, trajni poskusi

ABSTRACT

THE STRATEGY OF A FARMER TO ACT ACCORDING TO THE RULES OF THE NITRATE DIRECTIVE: ARE THE PRESENT PROFESSIONAL GUIDELINES ENOUGH?

EU accepted series of decrees, regulations and guidelines which are directed to assure undamaged natural sources for the next generations. The main addressee of them is farmer; the arrangements are designed in a way that direct payments are lowered or taken away if the prescribed requirements are not fulfilled by the farmer, namely. Among the most important limitations in the agricultural production are the requirements with the reference to the nitrate directive. Farmer is faced with the dilemma how to act that the allowed tolerance concerning nitrogen will not be exceeded. Principles of good agricultural practise or guidelines for professional fertilisation are usually not good enough as a basis to protect against possible crossing of the admissible nitrogen balance. According to the results of two static long term experiments at the locations with different growing conditions follows that farmer will need qualified experts who will be able to become real advisors only if they will be qualified according to results of a bigger number of adequately designed field experiments.

Key words: nutrients balance, agricultural advising, fertilisation control

1 EINLEITUNG

Um die negative Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umweltbelastung, besonders auf die Gewässer (Grundwasser, Binnenoberflächengewässer, Übergangsgewässer, Küstengewässer) zu vermeiden, wurden im Rahmen der EU entsprechende grundsätzliche Regelungen (Cross Compliance) so wie auch detaillierte Vorschriften, Verordnungen bzw. Richtlinien (EU-Wasserrahmenrichtlinie (1), Nitratrichtlinie (2), EU-Nitratdirektive (3) usw.) verabschiedet. Als Hilfe zur Umsetzung all dieser Verpflichtungen, sollten den Landwirten die gestellten nationalen Richtlinien für die gute landwirtschaftliche Praxis und die sachgerechte Düngung dienen (4,5). Unter verschiedenen Beschränkungen beim Bewirtschaften (Natura 2000 (6), Verordnung über die Ausbringung... (7)) wurden den Landwirten zur Einhaltung der Vorschriften auch die noch erlaubten Grenzwerte von Nährstoffsalden (Betriebs-, Hoftor-, und Flächenbilanz) auf den landwirtschaftlichen Flächen gegeben (8). Die Einhaltung der vorgegebenen Bedingungen wird von den konzessionierten Anstalten ständig kontrolliert, und wenn nicht alle gestellten Förderungen erfüllt werden, kommt es zu Sanktionen in Form von Direktzahlungskürzungen.

Tatsache ist, dass die Landwirtschaft von jeher sehr schwer erfolgreich zu meistern war, denn wenn schon Justus Liebig vor 128 Jahren gesagt hat, Landwirtschaft ist **Wissenschaft und Kunst** (9), gilt das unter gegebenen Beschränkungen heutzutage um so mehr.

Wegen der ernsthaften Probleme, die die nichtsachgerechte Stickstoffdüngung auf die Umwelt auswirkt, steht dieser Nährstoff im Vordergrund der Bemühungen für eine umweltfreundliche Landwirtschaft.

Der Staat hat seinerseits den Landwirten seine Rahmenbedingungen für die Bewirtschaftungsmaßnahmen gestrichen, aber das Kernproblem für den Landwirt heißt: Welche Mittel stehen ihm zur Verfügung, um sich nach Kriterien der umweltgerechten Bewirtschaftung zu halten?

Folgende Düngungsmöglichkeiten stehen zur Verfügung:

- durch Untersuchung von Boden- und Pflanzenproben,
- nach Empfehlung des Experten,
- durch Anwendung von Berechnungsverfahren,
- durch Gebrauch der Ergebnisse vergleichbarer Dauerversuche.

Mit Ausnahme des letztgenannten Verfahrens weisen aller übrigen Methoden Mängel auf wie z.B. Ungewissheit über die natürliche Bodenfruchtbarkeit des betreffenden Schlages, so wie das optimale biologische Potential der in Bezug genommenen Feldfrüchte unter gegebenen Klimaverhältnissen. Ferner spielt eine entscheidende Rolle auch Wirtschaftlichkeit verschiedener N-Abreicherungen.

Am Beispiel von zwei Dauerversuchen an verschiedenen Standorten wird präsentiert werden, in welchem Maße sich die Verabreichung von N-Gaben und die natürliche Wachstumsbedingungen in dem Verkaufserlös und dem Deckungsbeitrag widerspiegeln.

2 MATERIAL UND METHODIK

Um die Bodenfruchtbarkeit zu forschen, wurden im Jahre 1993 an den Standorten IOSDV Jable und IOSDV Rakičan zwei Dauerversuche angelegt. Aus der früheren gründlichen Beschreibung beider Versuche (10, 11) geht hervor, dass es sich bei beiden Standorten um Fruchtfolge Mais – Winterweizen- Wintergerste bzw. Hafer (Jable) handelt. Kennzeichnend für IOSDV Jable ist der tiefgründige schluffige Lehmboden, eine Jahresniederschlagssumme von 1397 mm und eine Jahresmitteltemperatur 9,7°C; charakteristisch für den Standort Rakičan ist aber der tiefgründige schluffige Sand, ein Jahresdurchschnittsniederschlag von 797 mm und Jahresmitteltemperatur von 10,5°C.

Im Jahresdurchschnitt der Fruchtfolge waren die Stickstoffabreicherungen (in der weiteren Folge N-) im System mit Stallmist 0 kg/ha N (N0-Stufe), 73 kg/ha N (N1-Stufe), 147 kg/ha N (N2-Stufe) und 220 kg/ha N (N3-Stufe), in allen N-Stufen jährlich noch 20 kg/ha mineralischen N dazu (verabreicht in der Form von 60 kg/ha N zu Zwischenfrucht Ölrettich nach der Gerste- bzw. Haferernte). In Rakičan wurde im System mit Mist 70 kg/ha N verabreicht in Form von Stallmist (Schweinemist), in Jable lediglich 40 kg/ha N, die Verabreicherungen von mineralischen N waren bei beiden Standorten die gleichen wie im System mit Stroh.

Für die vierte Rotation (2002-2004) der Fruchtfolge wurde an beiden Standorten für jedes Jahr der Durchschnittstrockensubstanzertrag (86% TS) aller Feldfrüchte ermittelt.

Als Durchschnittsertragskurve wurde die Dritte Annäherung des Ertragsgesetzes (Boguslawski, Schneider, 1964) verwendet. Die Formel lautet:

$$y = M \times 10^{-z \left(\log \frac{x+i}{m+i} \right)^n}, \quad (1)$$

wobei M = Maximalertrag, x = unabhängige Variable (N-Düngung); m = Stickstoffdüngung zu Maximalertrag; Y = Ertrag zu jeweilige N-Düngung (abhängige Variable); i = der im Boden vorhandene wirkende N; n, z = Konstanten, mit den Werten, die für jeden Versuch spezifisch sind, bedeutet.

Die Berechnungen der Ertragskurve so wie auch des Maximalverkaufserlöses [€/ha], Deckungsbeitrags per Hektar [€/ha] und Deckungsbeitrags per Kilogramm gestreutes N [€/1 kg N] wurden mit Hilfe des Computerpakets (Horst, Heyn, 1995; LUFA Kassel) vorgenommen.

Der aktuelle Verkaufspreis für das Getreidekorn war 11 €/100 kg Korn, der Einkaufspreis für Stickstoff (N) war 0,50 €/1 kg N; für jede Stickstoffgabe betragen die Ausbringungskosten 25 €/ha.

Die Ermittlung der in Betracht genommenen Parameter wurde gerechnet auf die folgende Weise berechnet:

(Maximaler)-Verkaufserlös/ha [€/ha] = Ertrag [dt/ha] x Verkaufspreis [€/dt Korn] -
- Ausbringungskosten [€/ha] - N-Rate [N kg/ha] x [€/kg N].

(Maximaler)-Deckungsbeitrag/ha [€/ha] = Mehrertrag Korn [dt/ha] x
x [Verkaufspreis €/dt Korn] - N-Einkaufspreis [€/kg N] x N-Gabe [N kg/ha] -
- Ausbringungskosten [€/ha]

(Maximaler)-Deckungsbeitrag/kg N [€/kg N] = Mehrertrag [Korn kg/kg N] x
x Verkaufspreis [€/kg Korn] - Ausbringungskosten [€/ha]/(N-Gabe [N kg/ha]) -
- N-Einkaufspreis [€/kg N]

Stickstoffsaldo (N-Saldo) für die entsprechende Stickstoffstufen (N-Stufen) wurde nach folgender Formel bestimmt:

N-Saldo = N-Auftrag (N aus Mineral- und wirtschaftsdünger) + N-Nettomineralisation -
- N-Austrag

N-Jahresdurchschnittnettomineralisation/ha ist die Resultante der Differenz des totalen N-Gehalts im Boden während einer gegebenen Zeit, dividiert durch den Jahreszeitabstand.

Die Schätzung des N-Jahresdurchschnittnettomineralisation/ha kann auf die folgende Weise ausgedrückt werden:

N-Jahresdurchschnittnettomineralisation/ha =
= [(N_f/ha (0-30 cm)_{Anfangsstand} - N_f/ha (0-30 cm)_{Endstand}]/Jahreszeitabstand

Die Ergebnisse beider Standorte wurden miteinander verglichen und diskutiert.

3 ERGEBNISSE UND DISKUSION

3.1 Standort IOSDV Rakičan

3.1.1 Verkaufserlös und Deckungsbeitrag in der Bewirtschaftungsweise mit Stallmist

Jahresdurchschnittsertrag der in Bezug genommenen Feldfrüchte wuchs bis zu Verabreichung von 101 kg/ha mineralischen N (m=101; Formel 1), in den nachfolgenden N-Stufen zeigte die Ertragskurve eine senkrechte Tendenz (Abb. 1). Damit ist auch der Bereich des positiven Verkaufserlöses ziemlich eng, er erreichte den höchsten Wert in N1-Stufe (insgesamt 143 kg/ha des gedüngten N: 73 kg/ha mineralischen N + 70 kg/ha N aus Mist), schon in der N2-Stufe fiel er unter der Linie des positiven Verkaufserlöses im Vergleich zu der N0-Stufe. Ab N1-Stufe stieg sehr

schnell auch N-Saldo an (Tab. 1). Diese Ergebnisse weisen auf die unerwünschte enge Spanne zwischen den noch akzeptablen, den optimalen und den nicht annehmbaren N-Abreicherungen hin.

Ähnliche Ergebnisse zeigte auch der Verlauf des Mehrertrags und Deckungsbeitrags in Abhängigkeit von den N-Stufen. Dementsprechend fiel der Mehrertrag per 1 kg des gedüngten N ab N1-Stufe erheblich mit den steigenden N-Stufen. Wenn 1 kg N in der N1-Stufe noch 14,1 kg Mehrertrag Korn gab, bekam er schon in der N2-Stufe einen negativen Wert, damit zeigte der Deckungsbeitrag per Kilogramm des mineralischen N einen Verlust von 0,44 € (Tab. 2). Die niedrige Getreidepreise und die verhältnismäßig hohe Preise für die N-Ausbringung und den N-Einkauf resultierten den hohen negativen Deckungsbeitrag von 1,38 €/kg N bei dem maximalen Ertrag.

Unter den gegebenen Verhältnissen (nicht- oder schwachwirkende N-Spätgaben zu Getreide in leichten Boden - als die Folge des Wassermangels in der oberen Bodenschicht während der Sommerdürre; Temperaturstress usw.) ist es nicht gerecht N-Hochdosierungen zu planen, mit der Absicht Durchschnittserträge von über 55 dt/ha [86% TS] zu erzielen. Es geht nicht nur um die Umweltprobleme, die durch die zu hohen positiven N-Saldos verursacht werden, sondern um die so entstehenden Wirtschaftsprobleme seitens des Landwirts.

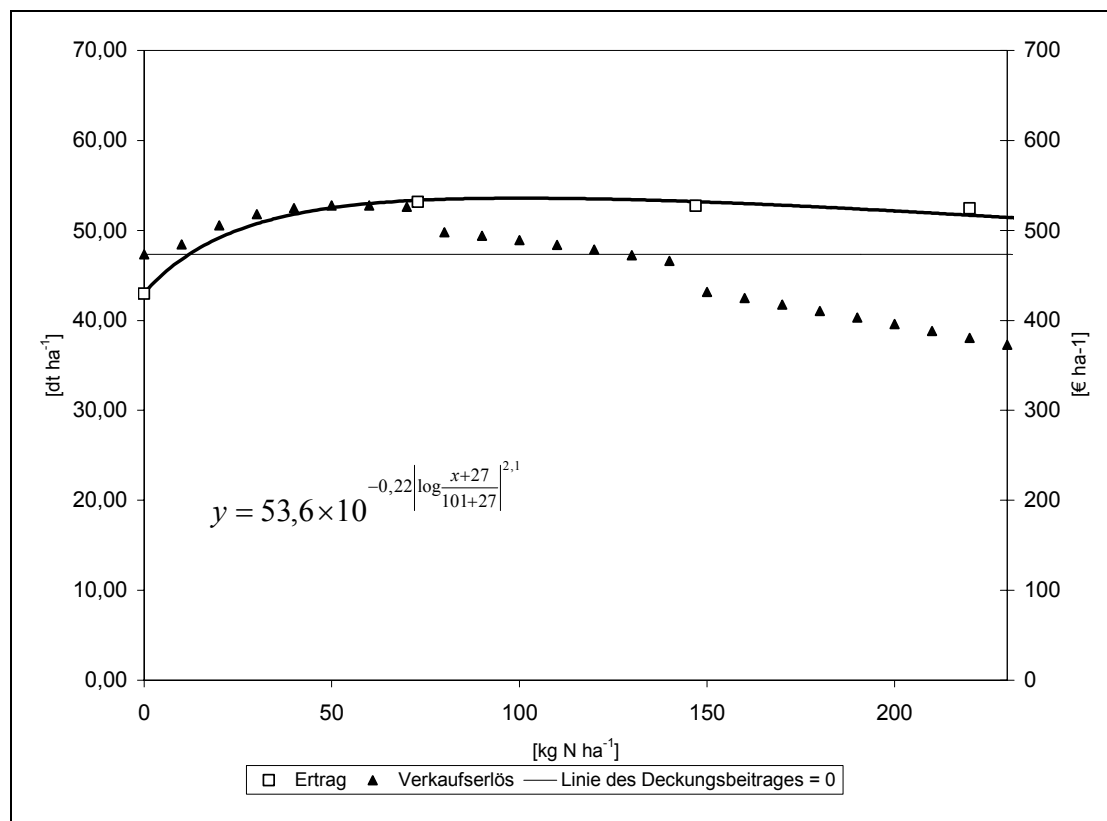


Abb. 1: Die Anpassung 'Der dritten Annäherung des Ertragsgesetzes' an die Ergebnisse der N-Düngung in IOSDV Rakičan, organische Düngung: Mist. Jahresdurchschnitt der Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Figure 1: Adjustment of N fertilisation results from IOSDV Rakičan to 'The Third Approximation of Yield Law' (organic fertilisation: farmyard manure; annual average of field crop rotation maize-wheat-barley, 2002-2004).

Tab. 1: Finanzielle Effizienz der N-Düngung und N-Saldo in IOSDV Rakičan, organische Düngung: Mist. Jahresdurchschnitt Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Table 1: Financial effect of N fertilisation and N-balance at IOSDV Rakičan (organic fertilisation: farmyard manure; annual average of field crop rotation maize-wheat-barley, 2002-2004).

Düngung [N kg/ha]	Ertrag [dt/ha]	Deckungsbeitrag [€/ha]	N-Saldo [kg/ha]
(N0-Stufe) 0	43,0	0	+51
(N1-Stufe) 73	53,3	46	+72
(N2-Stufe) 147	53,1	-16	+184
(N3-Stufe) 220	51,7	-92	+226
M=101	53,6	11	+93

Tab. 2: Mehrertrag und Deckungsbeitrag des Stickstoffs in IOSDV Rakičan, organische Düngung: Mist. Jahresdurchschnitt Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Table 2: Yield increase and cover by N at IOSDV Rakičan (organic fertilisation: farmyard manure; annual average of field crop rotation maize-wheat-barley, 2002-2004).

Düngungstufe [N kg/ha]	Mehrertrag [Korn kg/kg N]	Deckungsbeitrag [€/kg N]
(N1-Stufe) 0-73	14,1	0,63
(N2-Stufe) 73-147	-0,3	-0,44
(N3-Stufe) 147-220	-2,2	-1,10
M: 73-101	1,1	-1,38

Aus den Ausführungen geht hervor, dass für die sachgerechte Düngung eine integrative Überlegung gerecht ist, denn nicht die Bodenkenndaten und Nährstoffanalysen allein sind entscheidend, sondern dass dabei, um die korrekte Düngeabmessung zu erzielen, wichtige Beeinflussung auch Feldfrucht- und Sorteneigenschaften, Stand und Entwicklung der Pflanzenbestände so wie der Witterungsverlauf mitentscheidend sein sollen.

3.1.2 Verkaufserlös und Deckungsbeitrag in der Bewirtschaftungsweise mit Stroh

In der Bewirtschaftungsweise mit Stroh (Einbepflügung von Stroh und anderer Nebenerträge) verhielt sich die Ertragskurve ähnlich wie im System mit Stallmist, jedoch mit dem Unterschied, dass hier Jahresdurchschnittsertrag der Feldfrüchte in N0-Stufe niedriger war (38 dt/ha) als in System mit Stallmist (43 dt/ha); der Kornhöchstertag der Feldfrüchte betrug aber 54,7 dt/ha (Abb.2) – fast wie im System mit Mist. Die Erträge beider Bewirtschaftungssysteme (Mist, Stroh) weisen auf die Wirkung der Klimaverhältnisse als den limitierenden Einflussfaktor für den Ertrag hin. Solche Beschlüsse sind im Einklang mit den Ergebnissen von Hoffmann et al. (14) für den Standort IOSDV Keszthely und anderer Verfasser (12,13).

Für den Durchschnittsertrag der Kornfeldfrüchte von 54,7 dt/ha geht aus der Abb. 2 die benötigte N-Abreichung von 126 kg/ha N (106 kg/ha N direkt und 20 kg/ha N indirekt als Anteil von 60 kg/ha N zu Ölrettich) hervor. Dank der besseren N-Ausnutzung im System mit Stroh (mineralischer N) war die benötigte N-Menge um 45 kg/ha N niedriger als im System mit Stallmist.

Doch, wie im System mit Stallmist, erreichte Verkaufserlös ihr Maximum in N1-Stufe (73 kg/ha N), noch in der N2-Stufe war er höher als in der ungedüngten N0-Stufe, erst in der N3-Stufe zeigten die Verkaufserlöse niedrigere Werte als in der N0-Stufe.

Zum Unterschied mit dem System 'Mist' war hier Deckungsbeitrag/ha nicht nur in der N1-Stufe positiv, sondern auch in der Stufe N2 (Tab. 3). Im Vergleich zum Bewirtschaftungssystem 'Mist' wurde im System mit Stroh mehr als der zweifache Deckungsbeitrag [€/ha] erzielt. Dieses Ergebnis ist als Folge des effektiveren Mehrertrags per Kilogramm des gedüngten Stickstoffs (Tab.4) zu bewerten.

Aus der Tab. 3 sind akzeptable N-Saldos in den N0- und N1-Stufe ersichtlich; die N-Bilanz in der N2- und N3-Stufe hat einen viel zu hohen positiven N-Saldo.

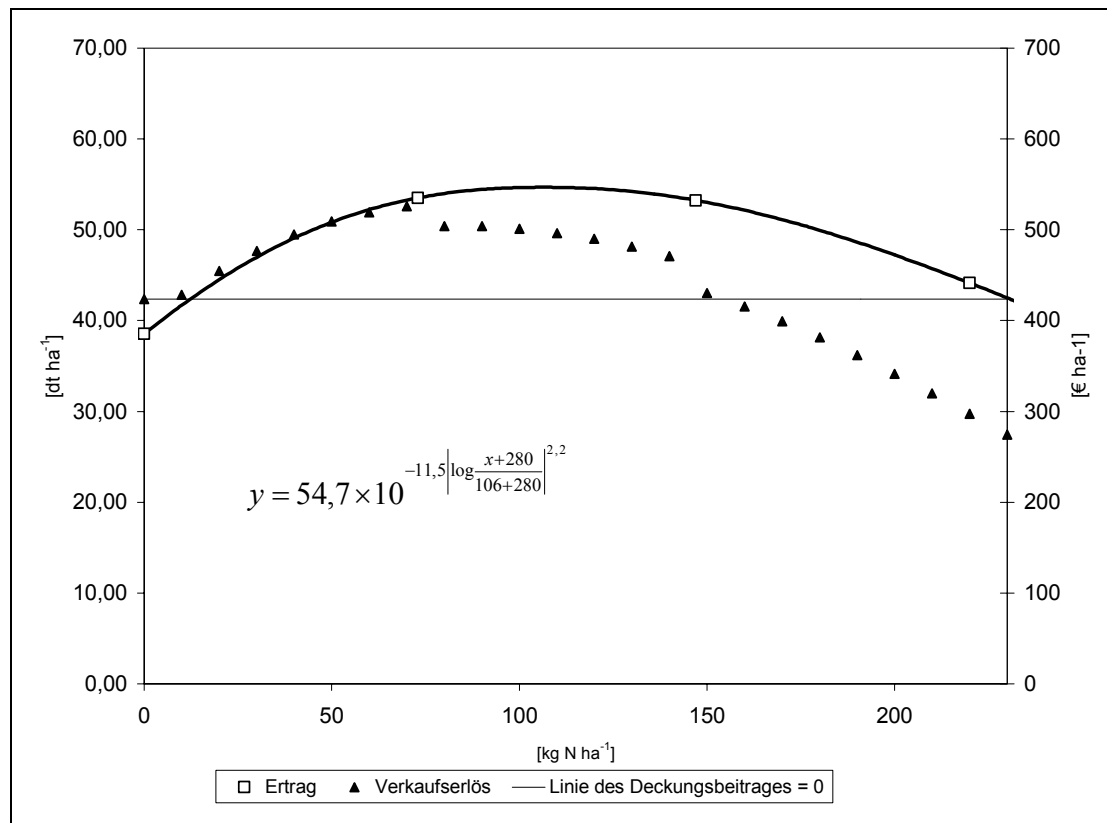


Abb. 2: Die Anpassung 'Der dritten Annäherung des Ertragsgesetzes' an die Ergebnisse der N-Düngung in IOSDV Rakičan, organische Düngung: Stroh. Jahresdurchschnitt der Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Fig. 2: Adjustment of N fertilisation results from IOSDV Rakičan to 'The Third Approximation of Yield Law' (organic fertilisation: straw; annual average of field crop rotation maize-wheat-barley, 2002-2004).

Tab. 3: Finanzielle Effizienz der N-Düngung und N-Saldo in IOSDV Rakičan, organische Düngung: Stroh. Jahresdurchschnitt Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Table 3: Financial effect of N fertilisation at IOSDV Rakičan (organic fertilisation: straw; annual average of field crop rotation maize-wheat-barley, 2002-2004).

Düngung [N kg/ha]	Ertrag [dt/ha]	Deckungsbeitrag [€/ha]	N-Saldo [kg/ha]
(N0-Stufe) 0	38,5	0	- 14
(N1-Stufe) 73	53,4	102	+ 32
(N2-Stufe) 147	53,0	36	+106
(N3-Stufe) 220	44,1	-126	+ 192
M=73-106	54,7	75	+ 62

Tab. 4: Mehrertrag und Deckungsbeitrag des Stickstoffs in IOSDV Rakičan, organische Düngung: Stroh. Jahresdurchschnitt Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Table 4: Yield increase and cover by N at IOSDV Rakičan (organic fertilisation: straw; annual average of field crop rotation maize-wheat-barley, 2002-2004).

Düngungstufe [N kg/ha]	Mehrertrag [Korn kg/kg N]	Deckungsbeitrag [€/kg N]
0-73	20,4	1,40
73-147	-0,6	-0,90
147-220	-12,2	-2,22
M: 73-106	3,9	-0,92

Die dargestellten Ergebnisse erlauben die Folgerungen, dass an den leichten Boden des Pannonischen Klimaraum mit den Durchschnittserträgen über 55 dt/ha Getreidekorn (Durchschnitt Mais, Winterweizen, Wintergerste) ohne Beregnung nicht zu rechnen ist. In der Bewirtschaftungsweise mit Tierzucht (1-1,5 GVE/ha) sind N-Dosierungen von über 75-85 kg/ha mineralischen N übertrieben, als das Ergebnis resultieren sich negative Deckungsbeiträge und zu hohe N-Saldos.

In der Bewirtschaftungsweise ohne Tierzucht können im Durchschnitt der Fruchtfolge die N-Gaben die Werte von 95-105 kg/ha erreichen, um die günstige Verkaufserlöse und Deckungsbeiträge zu erzielen.

Standort IOSDV Jable

3.2.1 Verkaufserlös und Deckungsbeitrag in der Bewirtschaftungsweise mit Stallmist

Die Wirkung der N-Düngung war am Standort IOSDV Jable ausgeprägter als am Standort IOSDV Rakičan. Im ganzen Intervall der in den Versuch eingegliederten N-Düngungsstufen verlief die Ertragskurve mit abnehmbar steigender Tendenz (Abb. 3).

Der Maximalertrag wurde in der N3-Stufe erreicht, aus der Formel 1 geht hervor, dass er 57,1 dt/ha gab. So war der Verkaufserlös in allen drei N-Düngungsstufen (N1-, N2-, N3-Stufe) höher als in der nicht gedüngten N0-Stufe. Ein maximaler Verkaufserlös wurde in der N2-Stufe erreicht. Dementsprechend zeigten der Deckungsbeitrag/ha und der Mehrertrag pro Kilogramm mineralischen N im ganzen Bereich der in den Versuch eingegliederten N-Stufen durchaus positive Werte (Tab. 5). In der N1- und N2-Stufe wies der Mehrertrag (Korn Kg/1 kg N) so hohe Zuwächse (18,9 kg bzw. 10,4 kg) auf, dass der Deckungsbeitrag positiv war (Tab. 6). In Hinsicht an den Erlös bzw. den Deckungsbeitrag pro Hektar lohnt es sich, N-Abreicherungen bis zu 140-150 kg/ha zu düngen, um den Durchschnittzielertrag 65- 70 dt/ha zu erreichen. Solche N-Dosierungen sind auch im Einklang mit dem noch umweltverträglichem N-Saldo, das, wie aus der Tab. 5 ersichtlich ist, im System mit Stallmist 70 kg/ha beträgt. N-Saldo überschritt erst in der N3-Stufe das noch tolerierbare N-Saldo.

Im Rahmen der N-Abreicherungen bis 150 kg/ha, im Jahresdurchschnitt der Feldfrüchte in der Fruchtfolge, weisen die oben angegebenen Tatsachen auf die verhältnismäßig flexible Auswahl der Düngerabmessungen hin, ohne dass sich der Landwirt zu viel Sorgen machen muss, zuviel zu düngen. So sind die Ergebnisse beim Standort IOSDV Jable in vollem Widerspruch mit den Ergebnissen beim Standort IOSDV Rakičan.

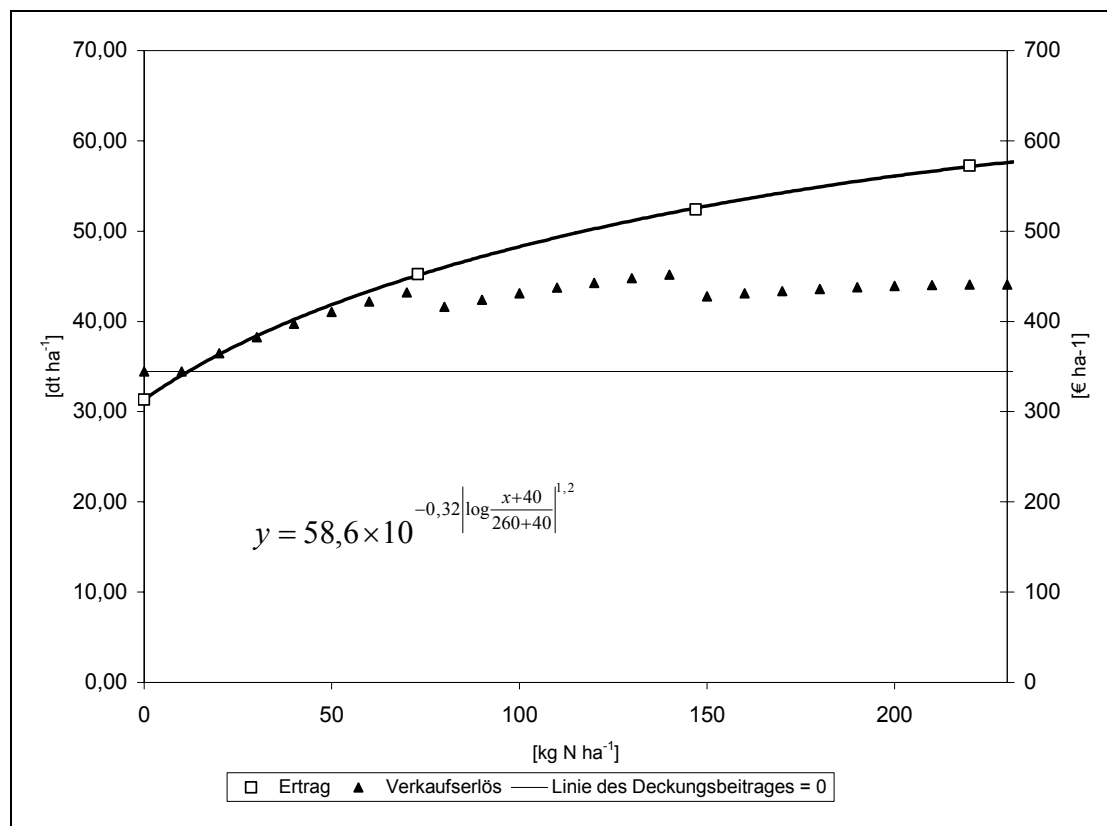


Abb. 3: Die Anpassung 'Der dritten Annäherung des Ertragsgesetzes' an die Ergebnisse der N- Düngung in IOSDV Jable, organische Düngung: Mist. Jahresdurchschnitt der Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Figure 3. Adjustment of N fertilisation results from IOSDV Jable to 'The Third Approximation of Yield Law' (organic fertilisation: farmyard manure; annual average of field crop rotation maize-wheat-oats, 2002-2004).

Tab. 5: Finanzielle Effizienz der N-Düngung und das N-Saldo in IOSDV Jable, organische Düngung: Mist. Jahresdurchschnitt der Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Table 5: Financial effect of N fertilisation at IOSDV Jable (organic fertilisation: farmyard manure; annual average of field crop rotation maize-wheat-oats, 2002-2004).

Düngung [N kg/ha]	Ertrag [dt/ha]	Deckungsbeitrag [€/ha]	N-Saldo [kg/ha]
(N0-Stufe) 0	31,3	0	-4
(N1-Stufe) 73	45,1	90	+25
(N2-Stufe) 147	52,7	112	+70
(N3-Stufe) 220	57,1	96	+140

Tab. 6: Mehrertrag und Deckungsbeitrag des Stickstoffs in IOSDV Jable, organische Düngung: Mist. Jahresdurchschnitt Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Table 6: Yield increase and cover by N at IOSDV Jable (organic fertilisation: farmyard manure; annual average of field crop rotation maize-wheat-oats, 2002-2004).

Düngungstufe [N kg/ha]	Mehrertrag [Korn kg/kg N]	Deckungsbeitrag [€/kg N]
(N1-Stufe) 0-73	18,9	1,24
(N2-Stufe) 73-147	10,4	0,30
(N3-Stufe) 147-220	6,0	-0,22

Den Grund dafür ist in der Differenz im Bezug auf die klimatischen Bedingungen, wie auch auf in den verschiedenen Bodeneigenschaften beider Standorte. Selbstverständlich ist es klar, dass die dargestellten Ergebnisse noch kein Beweis dafür sind, dass überall in der Pannonischen Tiefebene weniger gedüngt werden sollte als im Bereich der voralpinen Klimaverhältnisse. Es ist allgemein bekannt, dass nicht nur das Klima, sondern auch die Besonderheiten des Bodens mitentscheidend bei der Zumessung der Düngerate sind. Beim tiefgründigen Lehmboden, mit nutzbarer Wasserfeldkapazität im Wurzelbereich von über 200 mm, wäre es vielleicht auch in Trockengebieten sinnvoll N-Dosierungen bis zu 150 kg/ha verabreichen. Ohne entsprechende Versuche kann man das nicht wissen!

3.2.2 Verkaufserlös und Deckungsbeitrag in der Bewirtschaftungsweise mit Stroh

Beim Standort IOSDV Jable gab es keinen wesentlichen inhaltlichen Unterschied zwischen dem Bewirtschaftungssystem mit Stallmist und Stroh. Wie im System mit Stallmist verlief die Ertragskurve auch im System mit Stroh bis zu höchster N-Stufe (N3 = 220 kg/ha N) durchaus steigend, doch wurde Maximalertrag in N3-Stufe etwas niedriger (55,8 dt/ha). Aus der Abb. 4 und Tab. 8 ist ein positiver Verlauf des Verkaufserlöses im Bereich aller N-Düngungsstufen ersichtlich, jedoch mit sinkender Tendenz nach N2-Stufe. Der Mehrertrag pro Kilogramm gedüngten N war hoch in

den N1- (Korn 21,5 kg/kg N) und N2-Stufe (Korn 11,5 kg/kg N), erst in der N3-Stufe war er nicht ausreichend, um die Kosten für die N-Ausbringung und N-Einkauf zu decken. Der höchste Verkaufserlös pro Hektar wurde in der N2-Stufe erzielt (460 €/ha) – fast gleich wie im System mit Stallmist.

Tab. 7: Finanzielle Effizienz der N-Düngung und N-Saldos in IOSDV Jable, organische Düngung: Stroh. Jahresdurchschnitt Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Table 7: Financial effect of N fertilisation and N-balance at IOSDV Jable (organic fertilisation: straw; annual average of field crop rotation maize-wheat-oats, 2002-2004).

Düngung [N kg/ha]	Ertrag [dt/ha]	Deckungsbeitrag [€/ha]	N-Saldo [kg/ha]
(N0-Stufe) 0	28,6	0	-31
(N1-Stufe) 73	44,3	111	+16
(N2-Stufe) 147	52,7	142	+87
(N3-Stufe) 220	55,8	111	+157

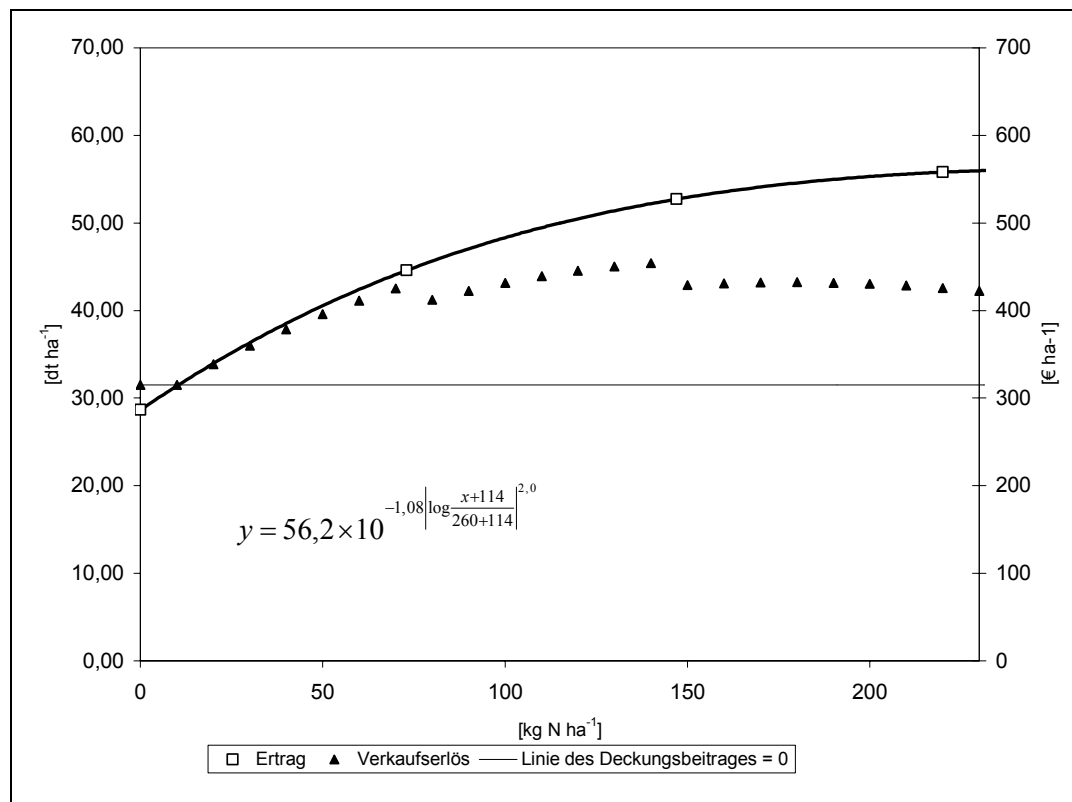


Abb. 4: Die Anpassung 'Der dritten Annäherung des Ertragsgesetzes' an die Ergebnisse der N- Düngung in IOSDV Jable, organische Düngung: Stroh. Jahresdurchschnitt der Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Figure 4: Adjustment of N fertilisation results from IOSDV Jable to 'The Third Approximation of Yield Law' (organic fertilisation: straw; annual average of field crop rotation maize-wheat-oats, 2002-2004).

Tab. 8: Mehrertrag und Deckungsbeitrag des Stickstoffs in IOSDV Jable, organische Düngung: Stroh. Jahresdurchschnitt Feldfrüchte Mais-Weizen-Gerste, 2002-2004.

Table 8: Yield increase and cover by N at IOSDV Jable (organic fertilisation: straw; annual average of field crop rotation maize-wheat-oats, 2002-2004).

Düngungstufe [N kg/ha]	Mehrertrag [Korn kg/kg N]	Deckungsbeitrag [€/kg N]
(N1-Stufe) 0-73	21,5	2,21
(N2-Stufe) 73-147	11,0	0,36
(N3-Stufe) 147-220	4,2	-0,42

Die N-Bilanz war ziemlich ausgeglichen in der N1- und der N2-Stufe, aber sie lag in der N3-Stufe mit dem Saldo von +87 kg/ha N an der Grenze der Annehmbarkeit im Sinne guter landwirtschaftlicher Praxis. Mit dem Saldo von +157 kg/ha N hat die N3-Stufe das noch akzeptables N-Saldo weit überschritten.

Von den Systemen mit Stallmist und Stroh in Rakičan und Jable wurde der höchste Deckungsbeitrag pro Hektar im System mit Stroh in Jable (Tab. 7) erreicht, und zwar in der N2-Stufe (142 €/ha), gefolgt von der N2-Stufe im System mit Stroh (Tab. 5) bei demselben Standort (112 €/ha), dann folgte die N1-Stufe im System mit Stroh (Tab. 3) beim Standort Rakičan (102 €/ha), die Bewirtschaftungsweise mit Stallmist ergab in Rakičan nur 46 €/ha (Tab. 1).

Die geschilderten Ergebnisse zeigen, dass beim Standort Rakičan in Hinsicht auf N-Düngung die Spanne zwischen den noch ertragbaren Reinerlös und den Verlust sehr eng ist. Unter solchen Umständen ist nicht nur der Landwirt sondern auch Berater hilflos ohne Informationen über vergleichbare Feldversuche. Keine aufwendige Ratschläge aufgrund der verallgemeinerten Richtlinien, sondern ein sicherer Einblick in die Interaktion der Systeme Pflanze – Boden – Klima aufgrund der Versuchsergebnisse, ermöglicht relevante Entscheidungen in Hinsicht auf die praxisbezogene Düngungsempfehlungen.

4 LITERATUR

- (1) Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Richtlinie EG Nr. 2000/60 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. ABl, EG Nr. L 327, 2000
- (2) Nitratrichtlinie. Richtlinie (EWG) Nr. 91/676 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen. ABl, EG Nr. L 375, 1991
- (3) Nitrate directive (91/676/EEC)
- (4) Dobra kmetijska praksa pri gnojenju. 2000. Ljubljana, Republika Slovenija, MKGP, 6 s.
- (5) Decree on inputs of dangerous substances and plant nutrients into soil (OJ RS 68/96, 35/01, and 29/04)

- (6) Eler, K., Batič, F. 2004. Natura 2000 and agriculture [In Slovenian]. In: New challenges in field crop production. Proceedings of symposium. (Ed.: Anton Tajnšek), Slovenian Society for Agronomy, Čatež ob Savi, s. 108-114
- (7) Rule for implementation of good agricultural practice at fertilization (OJ RS 130, 2004)
- (8) Smernice za strokovno utemeljeno gnojene. 1. del –Poljedelstvo in Travnishstvo. 1998. Ljubljana, Republika Slovenija, MKGP, 51 s.
- (9) Liebig, J. 1876. Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Braunschweig. S. 1-6
- (10) Tajnšek, A. und Šantavec, I.: Ertragsbildung und Stickstoffbilanz im IOSDV Ljubljana-Jable nach der ersten Fruchfolgerotation. Arch. Acker-Pfl. Boden., 41, p. 143-153 (1997)
- (11) Tajnšek, A. und Šantavec, I.: Ergebnisse der ersten zwei Fruchfolgerotationen des IOSDV Rakičan. Arch. Acker-Pfl. Boden., 44, 6, p. 473-487 (1999)
- (12) Tajnšek, A., Šantavec, I., Čeh-Brežnik B. 2001. The influence of a production system and nitrogen fertilization rate on economical and ecological parameters of arable crops in a three-year crop rotation. Arch. of Agronomy and Soil Science, s. 409-422
- (13) Tajnšek, A., Šantavec, I., Čeh-Brežnik, B. 2005. Using 'The Third Aproximation of the Yield Law' for the determination of maximum yield and nitrogen fertilization of winter wheat. Arch. of Agronomy and Soil Science, s. 501-512
- (14) Hoffmann, S., Kismanioky, T., Balazs, J. 1997. The nternational organic nitrogen long-term experiment (IOSDV) after 12 experimental years. Arch. of Agronomy and Soil Science, s. 123-132