

Kostengünstige und ertragsorientierte Düngung von Zuckerrüben

von AOR Dr. Reinhold Gutser, Institut für Pflanzenernährung der Technischen Universität München, Freising-Weißenstephan

Alle in der Landwirtschaft und für die Landwirtschaft arbeitenden Kräfte sind heute mehr denn je aufgefordert, die Landnutzung sowohl nach ökologischen als auch ökonomischen Belangen auszurichten. Ökonomie und Ökologie werden zwar häufig Spannungsfelder vorzeichnen, können aber auch gleichgerichtete Veränderungen der üblichen Wirtschaftsweise auslösen wie z.B. auf den Problemgebieten Erosion oder Nitratanreicherung des Grund- und Trinkwassers.

Die Düngung der Zuckerrüben hat sich innerhalb der letzten 15 Jahre grundlegend verändert; die Düngung auf Massenproduktion wurde durch eine verfeinerte, auf Qualität ausgerichtete Düngung abgelöst. Die Übergangszeit dauerte zwar unterschiedlich lange je nach Intensität und Erfolg der Beratung sowie der Aufgeschlossenheit der Landwirte. Entscheidend für diesen Umstellungsprozeß war aber letztlich eine angemessene individuelle Qualitätsbezahlung durch die Zuckerfabriken.

Aufgabe dieses Vortrages ist, die Auswirkungen wichtiger Düngungsmaßnahmen auf Ertrag und Qualität von Zuckerrüben aufzuzeigen und für den Praktiker Entscheidungshilfen für eine sachgemäße Düngung abzuleiten.

1. Optimaler Kalkzustand und pH-Wert der Böden für den Rübenbau

Von sämtlichen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen reagieren Zuckerrüben am deutlichsten auf eine Aufkalkung einer sauren Braunerde von pH 5.2 auf ca. 6.5 - 6.8 mit durchschnittlichen Mehrerträgen von 20 % (Tabelle 1).

Tab.1: Kalkversuche Weihenstephan (1972-1986)

Braunerden (Lößlehm) - uL, pH 5.2

Düngung: NPK optimal

Wirkung der Kalkung auf den Ertrag  
o. Kalk = 100

Rüben	120
Gerste	106
Weizen	103
Hafer	102
Mais	100

Die Bedeutung eines ausreichenden Kalkzustandes des Bodens für Rüben kommt sehr eindrucksvoll im Jahr 1987 zum Ausdruck. Eine insbesondere auf den ungekalkten Parzellen festgestellte Verschlammung der Bodenoberfläche behinderte das Wachstum der Rüben (Auflauf, Gasaustausch, schlechte Wasserinfiltration und starker Oberflächenabfluß) erheblich und führte zu einem Ertragsrückgang auf 341 dt Rüben/ha. Auffallend war die Entkalkung der obersten Bodenschicht (0-4 cm) mit einem Abfall des pH-Wertes um 0.5 - 0.8 Einheiten gegenüber den tieferen Schichten der Krume, auch in der Kalkvariante mit Krumenkalkung vor der Saat (Tab. 2).

In mehrjährigen Versuchen des Amtcs für Landwirtschaft und Bodenkultur Würzburg konnte besonders auf strukturstabilen und damit zur Verschlammung neigenden Lößböden (15-20 % Ton, 70 % Schluff) die Bedeutung der Vorsaatkalkung für den Felddaufertrag von Zuckerrüben belegt werden (Abb. 1).

Tab.2: Kalkversuch Weihenstephan (Dürrast)  
Braunerde (Lößlehm) 20 % Ton, 70 % Schluff

Untersuchungszeitpunkt	pH (CaCl <sub>2</sub> )		
	- Kalk	+ Kalk	
Herbst 1986 0-25 cm	5.3	6.6	
April 1987 Krumenkalkung - 5 dt CaO/ha			
Juli 1987	0-4 cm	4.6	5.7
	4-10 cm	5.1	6.3
	10-20 cm	5.4	6.4
	20-30 cm	5.5	6.4

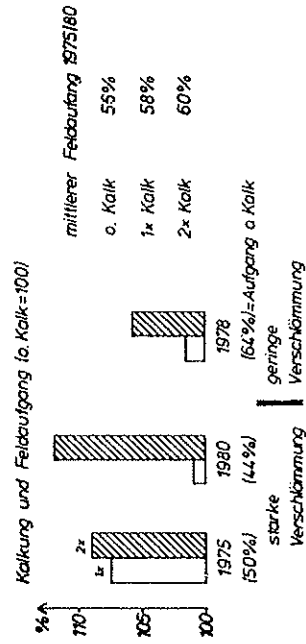
1987: Futterrüben mit Strukturproblemen

Düngung	dt Rüben/ha
- Kalk	341
+ Kalk	749

Abb.1: Vorsaatkalkung zu Zuckerrüben (AfLuB Würzburg 1981)

Boden: Löß-Parabraunerde ("Weihlehm")

Kalkung: 1x Kalk = 10 dt Branntkalk/ha, 3-5 Wochen vor der Saat eingearbeitet



Diesen spezifischen Kalkansprüchen der Rüben sollte durch eine ausreichende Aufkalkung bzw. Erhaltungskalkung der Böden Rechnung getragen werden: Richtwerte für den anzustrebenden pH-Wert mittlerer Böden (z.B. Lößböden) liegen für Fruchtfolgen mit Zuckerrüben bei etwa 6.6 - 6.8, tonreichere Böden werden zweckmäßigerweise bis 7.0 aufgekalkt.

2. Düngung mit Phosphat und Kalium

Die anzustrebenden Gehalte der Böden an Phosphat und Kalium (früher DL-, heute CAL-Methode) wurden in den letzten 20 Jahren entsprechend den Erkenntnissen aus breitgestreuten Feldversuchen stufenweise zurückgenommen. Je nach den besonderen Standort- und Bewirtschaftungsgegebenheiten gehen wir von anzustrebenden Gehalten zwischen 10 und 20 mg CAL-löslichem Phosphat und Kalium/100 g Boden (Krume) aus (Abb. 2).

Abb.2: Düngerbemessung im landwirtschaftlichen Betrieb für Phosphat und Kalium

wichtige Einflußgrößen	anzustrebende Versorgung CAL: mg P O bzw. K O/100 g		
	10	15	20
Böden:			
Durchwurzelungstiefe	tief	flach	flach
Struktur	gut	schlecht	schlecht
Nährstoffvorrat	hoch	niedrig	niedrig
i. Unterboden	hoch	niedrig	niedrig
Volumengewicht	hoch	niedrig	hoch
Steingehalt	niedrig	optimal	ungünstig
Kalkzustand	warm		kalt
Temperatur			
Fruchtfolge - Anteil Blattfrucht	niedrig	regelmäßig	hoch
organische Düngung			selten

talis Bodenversorgung entsprechend:  
Düngung • Entzug  
fruchtspezifische Verteilung  
mineralische und organische Dünger gleichwertig

Die Düngung sollte sich dann am Entzug der Pflanzen orientieren, wobei die Nährstoffe in mineralischen und organischen Düngern gleichwertig sind. 600 dt Rüben entziehen ca. 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 400 kg K<sub>2</sub>O, über Rübenblätter werden allerdings 40 - 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 200 - 300 kg K<sub>2</sub>O wieder zurückgeführt, so daß der Nettoentzug bei etwa 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 150 kg K<sub>2</sub>O/ha liegt (Tab. 3).

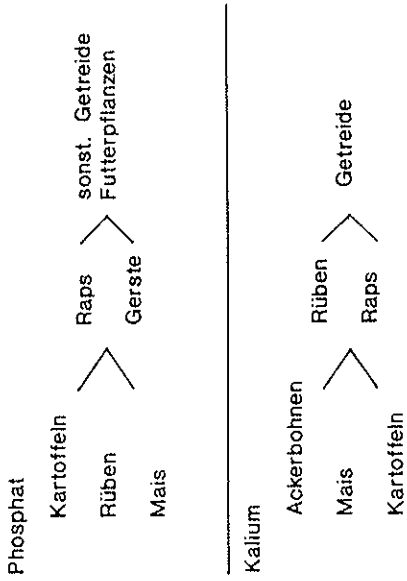
Tab.3: Nährstoffentzug von Zuckerrüben (kg/ha)  
600 dt Rüben, 480 (270) dt Blätter

	N	P O <sub>5</sub>	K O <sub>2</sub>
Rüben	110 (100)	55 (60)	150 (170)
Blätter	160 (106)	50 (35)	330 (170)
Summe	270 (206)	105 (95)	480 (340)

Mittelwerte Beratungsschrift Bayern, 1985 bzw.  
(LST Pflanzenernährung)

Die für eine Fruchtfolge notwendige Düngung sollte fruchtspezifisch aufgeteilt werden, d.h. je nach dem Nährstoffbedürfnis der Pflanzen (Abb. 3) erhalten die anspruchsvolleren Kulturen einen höheren, die anspruchsloseren Kulturen einen geringeren Anteil. Rüben reagieren demnach wie Mais und Kartoffeln auf eine P-Düngung besonders gut, weisen für Kalium allerdings nur ein mittleres Bedürfnis auf.

Abb.3: Abstufung des Nährstoffbedürfnisses verschiedener landw. Kulturpflanzen



3. Düngung mit Stickstoff

Von sämtlichen Düngungsmaßnahmen beeinflusst die Stickstoffdüngung am deutlichsten Ertrag sowie technologische Qualität der Zuckerrüben.

Der Rübenenertrag steigt häufig bis zu sehr hohen N-Gaben (z.T. bis 280 kg N/ha) an, der Zuckergehalt ist hingegen rückläufig, so daß sich für Rüben- und Zuckerertrag unterschiedlich hohe Düngungsoptima ergeben (ca. 220 - 260 gegenüber 170 kg N/ha) (Abb. 4 und 5).

Die technologische Qualität der Zuckerrüben ergibt sich aber nicht nur aus dem Zuckergehalt, sondern auch aus qualitätsmindernden Inhaltsstoffen wie  $\alpha$ -Amino-N, Natrium und Kalium, d.h. Nichtsaccharosestoffen des Rohsaftes, die letztlich zu einer

Abb.4:

Wirkung steigender N-Düngung auf Ertrag und Zuckergehalt

Mittelwerte von 4 Versuchen 1968—1971

(aus: Winner, 1981)

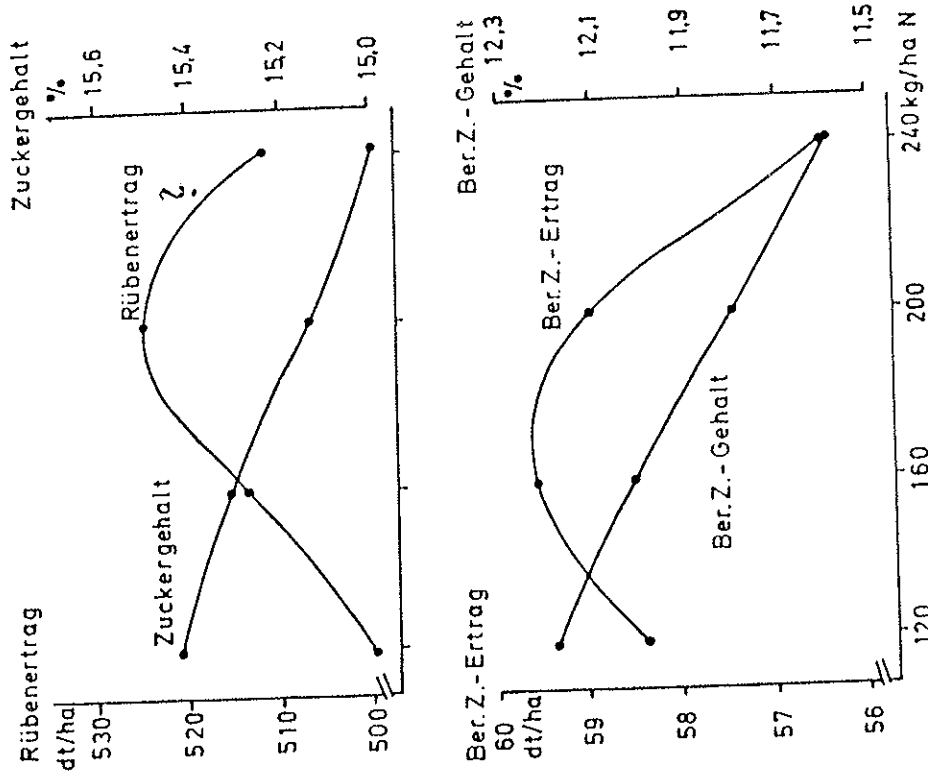
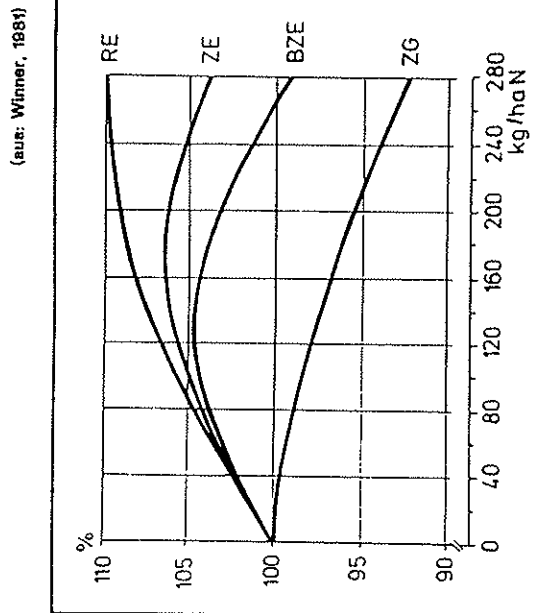


Abb.5:

Einfluß steigender mineralischer N-Düngung auf Ertrag und Qualität der Rübe (relativ); 100 = ohne N-Düngung



geringeren Zuckerausbeute führen. Der Zusammenhang zwischen Höhe der N-Düngung und den Gehalten an diesen wertmindernden Inhaltsstoffen ist hinreichend belegt (Abb. 6 und 7).

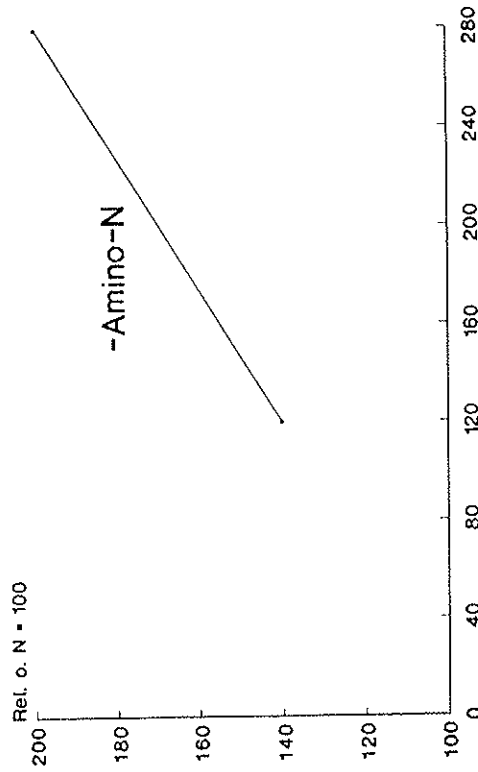
Für die Berechnung des bereinigten Zuckergehaltes (BZG) werden diese negativen Inhaltsstoffe mit entsprechenden Abschlägen berücksichtigt:

$$BZG = ZG - (0.343 \times (K+Na) + 0.094 \times \alpha - \text{Amino-N} + 0.29)$$

(n. Reinefeld et al., 1974)

(K, Na und  $\alpha$ -Amino-N in meq/100 g Rübenbrei)

Abb.6: Inhaltsstoffe im Zuckerrübensaft  
N-Gehalte des Rohsaftes



K- und Na-Gehalte der Rohsaftfasche

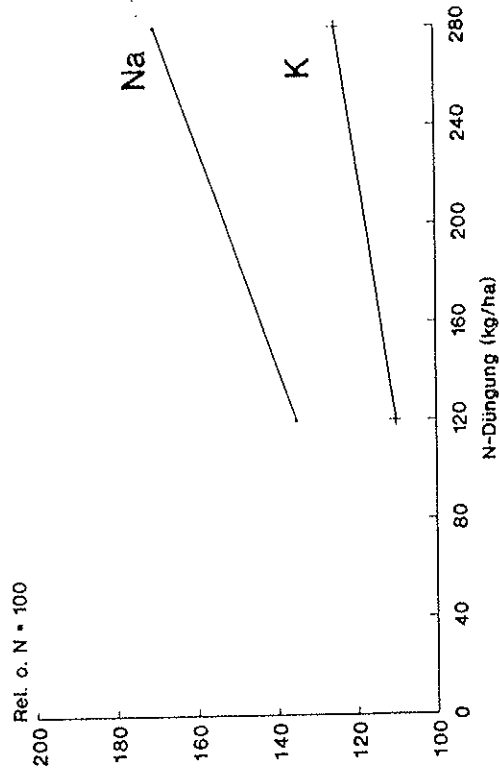
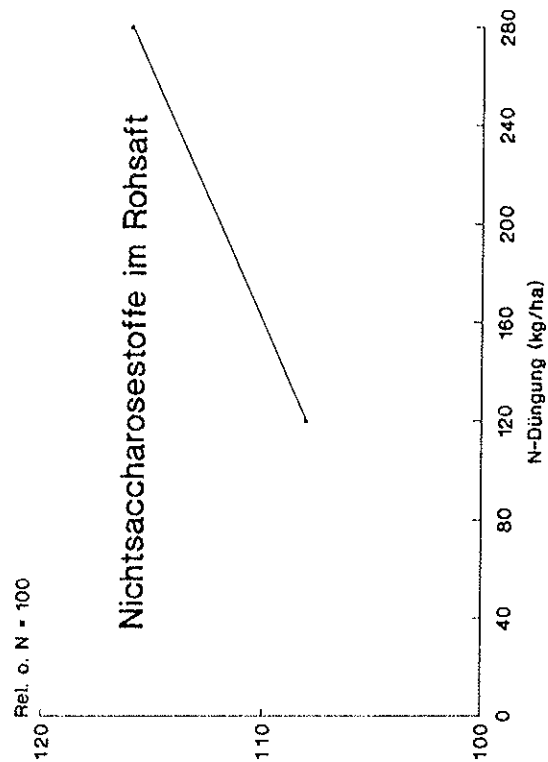
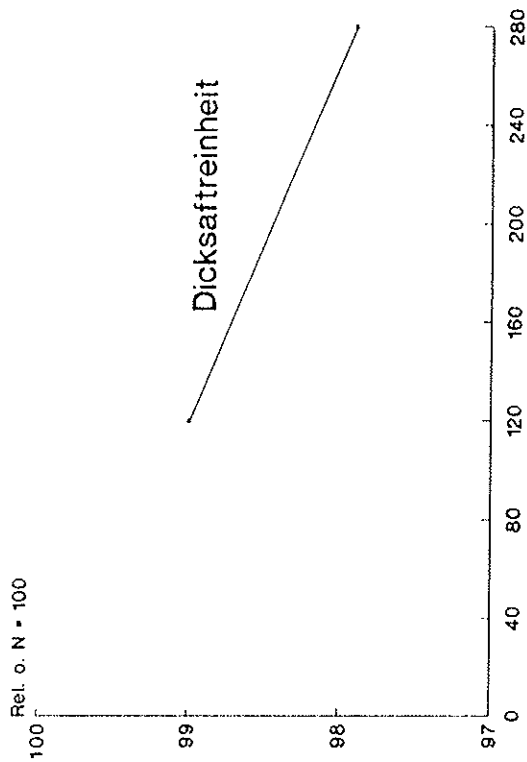


Abb.7: Inhaltsstoffe im Zuckerrübensaft



Folglich liegt auch das Düngungsoptimum für den bereinigten Zuckerertrag mit durchschnittlich 120 - 160 kg N/ha nochmals um 10 bis 50 kg N/ha unter dem des Zuckerertrages (Abb. 4+5). Die Ertragskurven für Zuckerrüben (Rüben, Zucker) weisen allgemein einen breitgepufferten Maximalbereich auf, so daß N-Gaben um  $\pm$  20 kg N/ha um den mittleren Maximumwert nur relativ schwache Auswirkungen zeigen.

Aus ökologischer Sicht ist eine überzogene N-Düngung nicht wünschenswert. Die N-Düngung ist dann optimiert, wenn die Pflanzen hohe Erträge erreichen, aber zugleich zum Erntezeitpunkt geringst mögliche Nitratgehalte im durchwurzelten Bodenprofil hinterlassen. Sowohl in den Vergleichsuntersuchungen Baden-Württembergs (1987) als auch in den langjährigen Erhebungsuntersuchungen in Weißenstephaner Testbetrieben werden im November/Dezember nach Vorfrucht Zuckerrüben stets die niedrigsten Nmin-Mengen festgestellt (Tab. 4).

Tab.4: N min-Mengen des Bodens nach verschiedenen Vorfrüchten 1975 - 1988 (Mittelwerte)

tiefgründige Braunerden um Freising (Weißenstephan)

Frucht	kg N/ha.90 cm	
	Dezember	Februar
Zu-Rüben	43	51
Getreide	50	46
Ölfrüchte	57	68
Kartoffeln	66	60
Mais	71	59
Körnerlegum.	127	95

stehende Kultur: Wi-Weizen

Wir führen dies neben einer optimierten N-Düngung auf das gute N-Aneignungsvermögen der Rüben aus dem gesamten Wurzelbereich - allerdings mit z.T. ungünstiger Auswirkung auf die Rübenqualität - sowie dem späten Erntetermin im Oktober/November zurück.

Durch N-Bilanzversuche konnte Rauhe (1987) aufzeigen, daß mit steigender N-Düngung die N-Aufnahme der Rüben ebenfalls ansteigt, aber der von der Pflanze aufgenommene Bodenstickstoff hingegen deutlich abnimmt (Abb. 8). Eine hohe N-Düngung führte zu einer Anreicherung des Boden-N (auswaschungsgefährdetes N-Potential), sowie zu einem deutlichen Anstieg der N-Verluste (Abb. 8 u. 9).

Abb.8: N-Düngung - Verluste  
(Rauhe 1987)

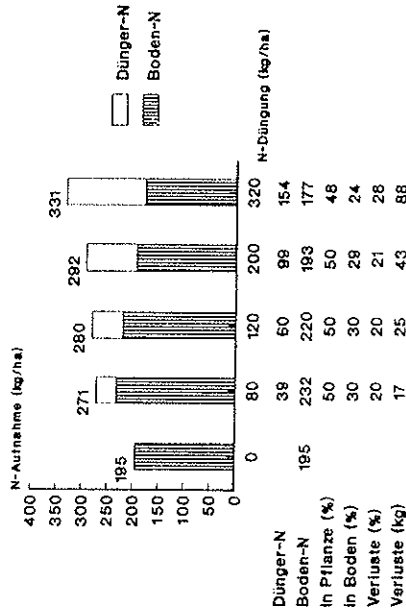
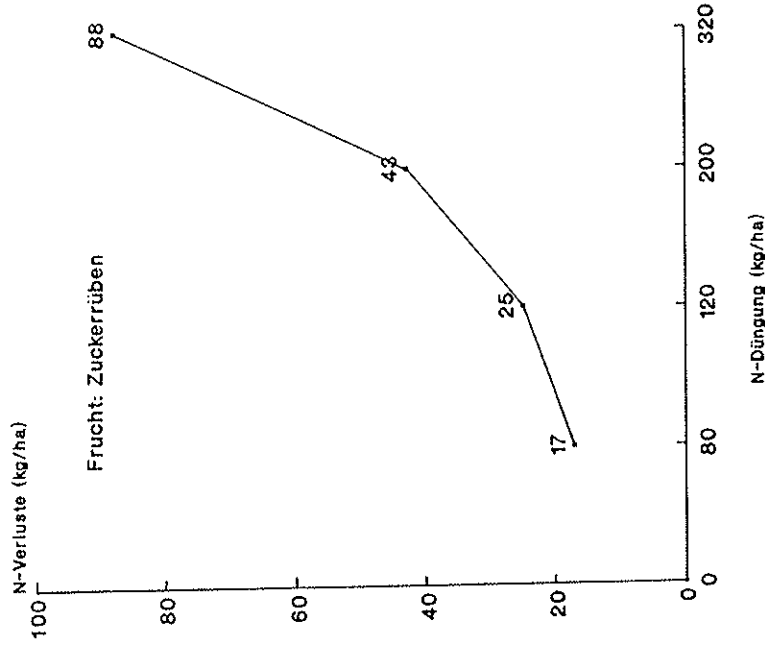


Abb.9: N-Düngung - Verluste  
(Rauhe 1987)

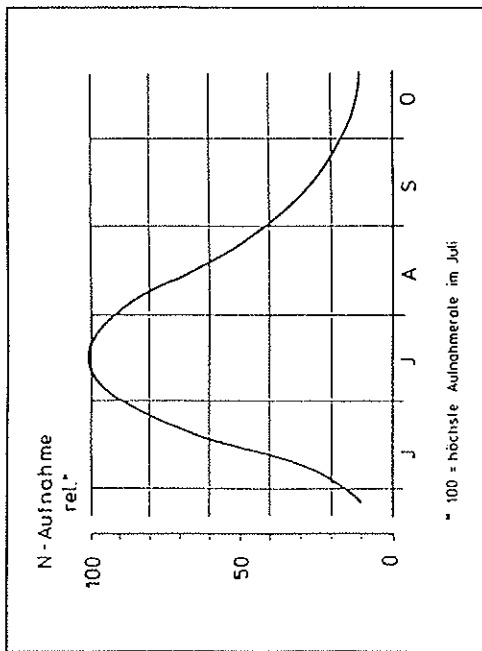


Stickstoffaufnahme und -entzug

Die zwischen Mitte März bis Anfang April ausgesäten Rüben nehmen erst ab Mitte Juni nennenswert Stickstoff auf und erreichen im Juli die höchste Aufnahmerate; im September und Oktober klingt die N-Aufnahme langsam aus (Abb. 10). Der N-Entzug einer guten Ernte (ca. 600 dt Rüben) schwankt um 250 kg N/ha je nach Sorte bzw. Blattertrag; in den Rüben sind etwa 110 kg N enthalten (s. Tab. 3).

Abb.10:

Zeilliche Veränderung der Intensität der Stickstoffaufnahme (Hauptwachstumszeit)  
(aus: Winner, 1981)



Dieser Verlauf der N-Aufnahme muß in der mengenmäßigen und zeitlichen Bereitstellung des Düngestickstoffs berücksichtigt werden; sowohl zu frühe als auch zu späte Maßnahmen können in Abhängigkeit von der jeweiligen Jahreswitterung ungünstige Auswirkungen auf die Höhe der Nitratauswaschung bzw. Rübenqualität mit sich bringen.

N-Düngungssysteme

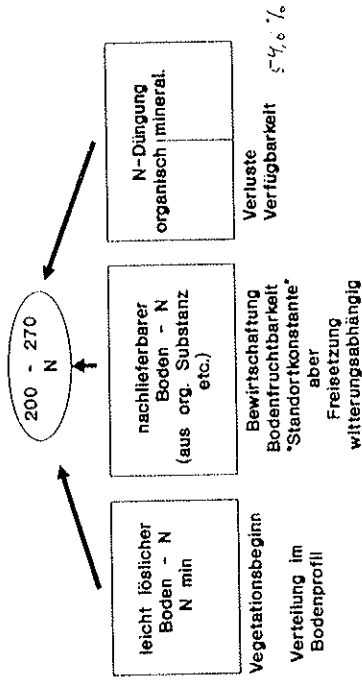
Für die Ermittlung der notwendigen N-Düngung von Zuckerrüben werden dem Landwirt verschiedene Systeme angeboten (Abb. 11). Die früheren Pauschalempfehlungen können durch eine N-Bilanzierung wesentlich verfeinert werden, vor allem wenn letztere auch auf Bodenuntersuchungen gestützt ist. Auch Düngungsmodelle mit Simulation des N-Angebotes aus dem Boden und der N-Aufnahme

Abb.11: N-Düngungssysteme

- Pauschalempfehlung
- Bilanzierung (incl. org. Dünger)
- Bodenuntersuchung mit Sollwerten
- Bodenuntersuchung x Bilanzierung
- Düngungsmodelle +- Bodenuntersuchung

der Pflanzen sind in Vorbereitung. Der von den Pflanzen in Höhe von 200 - 270 kg/ha aufgenommene Stickstoff stammt sowohl aus dem Boden als auch aus der organischen und mineralischen Düngung (Abb. 12).

Abb.12: N-Aufnahme von Zuckerrüben (Ertrag ca. 600 dt/ha)



Der aufgenommene Bodenstickstoff setzt sich aus bereits zu Vegetationsbeginn im durchwurzelbaren Profil enthaltenen leicht löslichen Nitrat- und Ammoniumstickstoff (Nmin) und dem während der



Vegetation vor allem aus der organischen Substanz (leicht abbaubare Verbindungen, mikrobielle Biomasse) freigesetzten Stickstoff (überwiegend aus der Krume) zusammen. Dieser nachlieferbare Stickstoff dürfte eine weitgehende Standortkonstante in Abhängigkeit vom Boden, Klima und Bewirtschaftung darstellen; seine Freisetzungsrates ist witterungsabhängig und deshalb auch durch eine Bodenuntersuchung schwer zu erfassen.

In den Abbildungen 13, 14 und 15 sind die zur Zeit wichtigsten N-Düngungssysteme - N-Bilanzierung, Nmin-System, EUF-System - vereinfacht wiedergegeben.

### Abb.13: Bilanzierungssystem zu Zuckerrüben

Gesamtbedarf = 270 N (650 dt Rüben/ha)

- Lieferung Boden (insgesamt) geschätzt (Ackerzahl, Tiefgründigkeit, Ertragsverwertung)
  - 90 - 110 N
- Düngungsbedarf           ▪ 160 - 180 N
- fixe Schätzgrößen für wirksamen N aus Gülle, Stallmist, Zwi-früchten
- Bedarf an Mineraldünger: bis 180 N (zur Saat bzw. Teilgabe zum 4.Blatt)

### Abb.14: N-min-System zu Zuckerrüben

Bodenuntersuchung: 0-90 cm Tiefe, Veget.Beginn

Gesamtbedarf = 270 N (650 dt Rüben/ha)

- Nachlieferung Boden für Betriebe
  - I mit ausschließlich mineral. Düngung       ▪ 60 N
  - II mit Gründüngung                               ▪ 80 N
  - III mit org. Düngung, Legum. Zwi-frucht   ▪ 100 N
- Sollwert (N min + N-Düngung)
  - I           210
  - II          190
  - III         170

Düngungsbedarf = Sollwert - N min (als Mineraldünger bzw. Gülle nach Untersuchungstermin; auch Teilgabe zum 4.Blatt)

### Abb.15: EUF-System zu Zuckerrüben

Bodenuntersuchung: 0-25 cm Tiefe, Juni/Juli in Vorfrucht

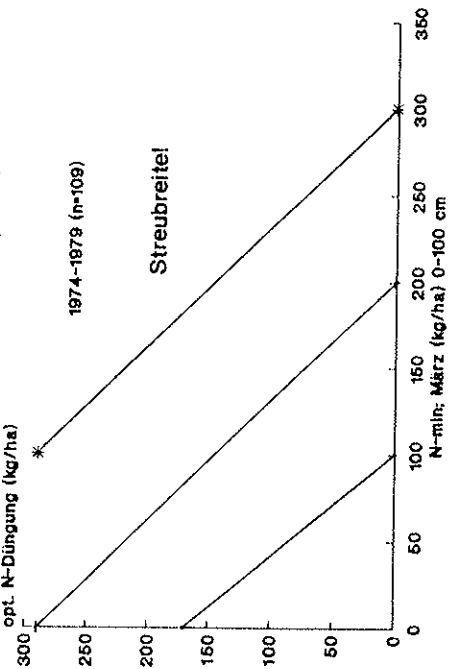
Gesamtbedarf = 250/270 N (650 dt Rüben/ha)

- Lieferung Boden = "EUF-N" (Nitrat-N x 30, org. N x 50)
- Düngungsbedarf
- fixe Schätzgrößen für wirksamen N aus Vorfrucht, Zwi-Frucht, Stallmist, Gülle ...
- Bedarf an Mineraldünger (60-70 %ige Ausnutzung) • (z. Saat bzw. Teilgabe zum 4.Blatt)
  - Untergrenze       40-110 N (flachgründige Böden höhere Mengen)
  - Obergrenze       130-170 N

Im ausschließlichen Bilanzierungssystem wird die N-Lieferung aus dem Boden entsprechend einiger Parameter geschätzt, im Nmin-System ergibt eine ebenfalls geschätzte N-Nachlieferung unterschiedliche Sollwerte, aus denen dann der Düngungsbedarf nach Abzug des durch die Bodenanalyse festgestellten Nmin-Stickstoffs errechnet werden kann. Im EUF-System wird die N-Lieferung des Bodens (eine Unterteilung in Nmin-Angebot zu Vegetationsbeginn und N-Nachlieferung ist nicht möglich) aus dem Analysenwert errechnet, eine zusätzliche N-Lieferung aus Vorfrucht, org. Düngung etc. abgeschätzt und beide Größen vom Gesamtbedarf abgezogen.

In den auf Bodenuntersuchungen aufbauenden Systemen ist eine zusätzliche Berücksichtigung von Standort- und Bewirtschaftungsgegebenheiten (= fixe Schätzgrößen) erforderlich. Eine nur auf der Nmin-Analyse basierende Düngerbemessung mit für sämtliche Flächen konstantem Sollwert führte zu unbefriedigenden Ergebnissen (Abb. 16); die Streubreite der Beziehung zwischen Nmin-Angebot des Bodens und der notwendigen mineralischen Düngung war zu groß, um die optimale N-Düngung ableiten zu können.

Abb.16: Optimale N-Düngung (mineralisch) in Abhängigkeit vom N-min-Stickstoff des Bodens (Kohlenbrander, 1981)



Mittelwert: N-Düngung = 260 -1.4 x N min (März)

Nach den Ergebnissen der Südzucker AG (Meier, 1987) wurde mit dem EUF-System in Bayern (1983 - 1985) gute Erfolge erzielt (Tab. 5). Dieses System ist mit festen Unter- und Obergrenzen für den Düngungsbedarf auf unterschiedlichen Böden zusätzlich abgepuffert.

Tab.5: Treffsicherheit verschiedener N-Düngungssysteme zu Zuckerrüben

Bayern 1983-1985  
45 Versuche (Meier, 1987)

Methode	% der Versuche	
	zu niedrig > 20 N	richtig zu hoch > 20 N
EUF **	4	31

\*\* mit Unter- und Obergrenzen

Ein in den Jahren 1984 bis 1987 im Rheinland durchgeführter Vergleich über die Treffsicherheit dieser 3 verschiedenen Systeme (Werner und Kohl, 1988) ergab nur unwesentliche Unterschiede bezüglich der richtigen Düngerbemessung, insbesondere zwischen Bilanzierungs- und EUF-System (Tab. 6).

Die in den Einzeljahren aufgetretenen geringen Vorzüge der einen oder anderen Methode gehen auf Einflüsse der jeweiligen Jahreswitterung zurück.

Sämtliche Verfahren bedürfen einer weiteren Optimierung. Deshalb wird zur Zeit in einem umfangreichen Versuchsprogramm des Verbundes der landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten geprüft, ob durch ein Miterfassen des leichtlöslichen

Tab.6: Treffsicherheit verschiedener N-Düngungssysteme zu Zuckerrüben

Rheinland 1984-1987  
41 Versuche (Werner u. Kohl, 1988)

Methode	% der Versuche		
	zu niedrig > 20 N	richtig	zu hoch > 20 N
EUF *) (**)	5	51	44
N min *	27	49	24
Bilanzierung (ohne Boden- analyse)	10	46	44

\* mit betriebsspezifischen Zu- und Abschlägen  
\*\* mit Unter- und Obergrenzen

organischen Stickstoffs neben den Nmin-Fraktionen Nitrat- und Ammoniumstickstoff eine zusätzliche Information über das Nachlieferungspotential eines Bodens erhalten werden kann, um die boden- und nutzungsspezifischen Sollwerte des Nmin-Systems auch analytisch absichern zu können.

Zeitpunkt der N-Düngung

In Abb. 17 sind die wichtigsten Informationen für den Einsatz von Gülle und Mineraldünger zu Zuckerrüben wiedergegeben.

Gülle wird sinnvollerweise entweder bereits im Juli/August zur Zwischenfrucht oder möglichst spät im November/Dezember, z.B. mit einem Zusatz des Nitrifikationshemmstoffes Didin ausgebracht. Die Gefahr der Nitratauswaschung nach Einsatz der Gülle im Februar/März besonders auf leichteren Böden kann ebenfalls durch Anwendung von Didin vermindert werden. Für die Ermittlung der un-

Abb.17: Einsatz von Gülle und Mineraldünger zu Zuckerrüben

Gülle: zur Zwischenfrucht  
November/Dezember \* Didin (z. B. 30 m  
Februar/März +- Didin Rj-Gülle/ha) 3

Mineraldünger: durchschnittl. 100-160 N  
(je nach Betriebsgegebenheiten)

Trockengebiete: 100-120 N vor der Saat  
bis 40 N zum 4.Blatt  
normal feuchte Gebiete: 100 N vor dem Auflaufen oder  
ab Keimblattstadium  
(voll ausgebildete Keimblätter)  
bis 60 N zum 4.Blatt

Aufteilung auch abhängig von N-Formel  
N-Formel:

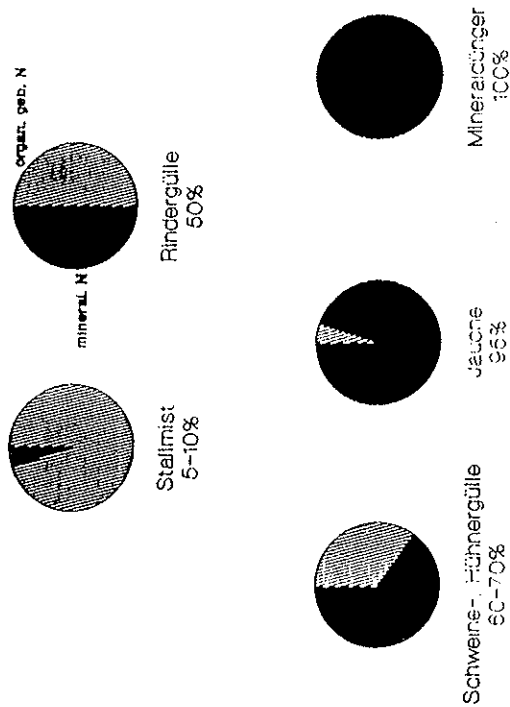
KAS, AHL: Gaben über 100/120 N aufteilen  
Harnstoff: stets einarbeiten, N-Gabe bis 100  
Alzo, Basammon extra: in einer Gabe vor der Saat  
einarbeiten

mittelbaren Düngewirkung zu Rüben wird nur der leichtlösliche mineralische N-Anteil des Güllestickstoffs berücksichtigt (Abb. 18); der organische Anteil geht in den N-Vorrat des Bodens ein und wird in der Schätzgröße "N-Nachlieferung" miterfaßt.

In 30 m<sup>3</sup> Rindergülle sind etwa 120 kg Gesamtstickstoff oder 60 kg NH<sub>4</sub>-Stickstoff enthalten, so daß damit je nach Anwendungszeitpunkt der Gülle (Verluste) etwa 30 - 50 kg Mineraldüngerstickstoff eingespart werden können.

Je nach den Betriebsgegebenheiten (Bodengüte, organische Düngung) dürfte die durchschnittliche mineralische N-Düngung zwischen 100 und 160 kg N/ha liegen.

Abb. 18: Schnellwirksamer N-Anteil (NH<sub>4</sub>-N) am Gesamt-N versch. Wirtschaftsdünger



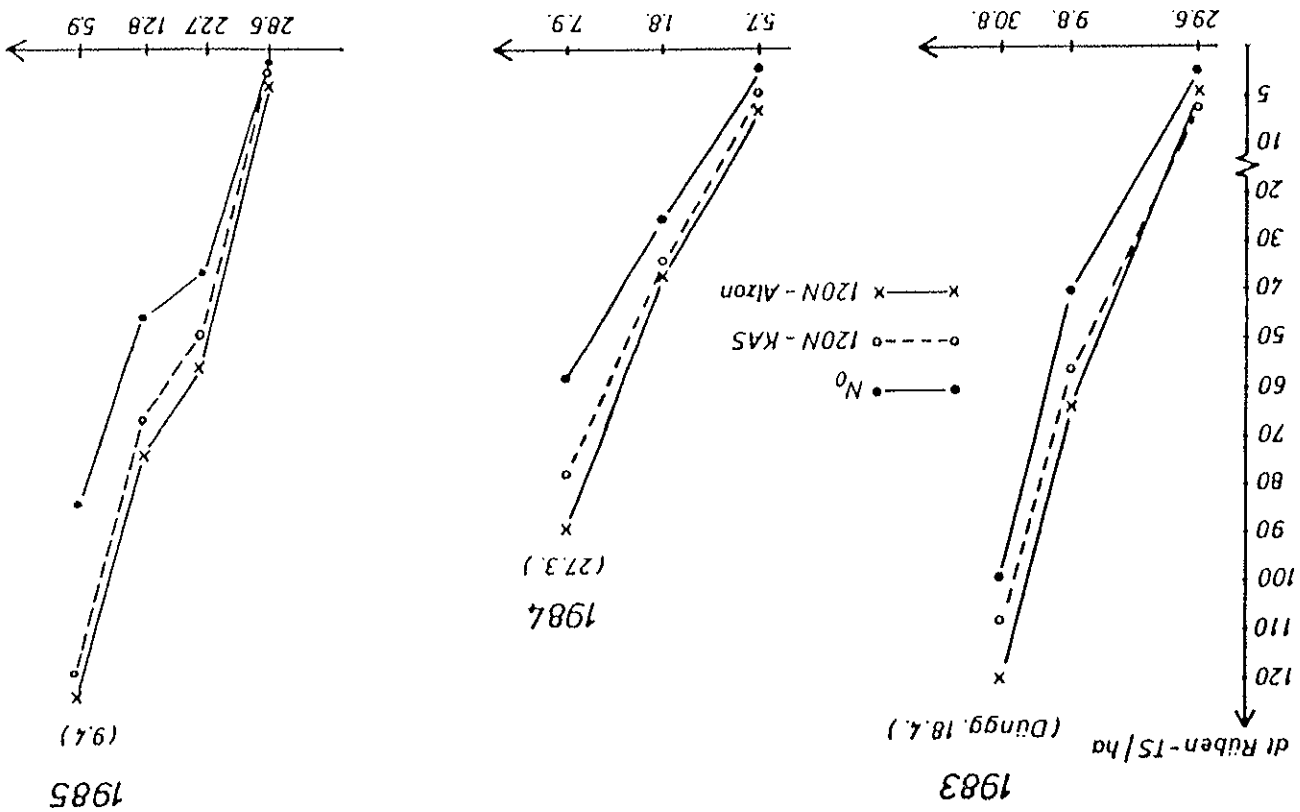
Um einer unerwünschten Verlagerung oder Auswaschung an Nitratstickstoff zwischen Düngungszeitpunkt und N-Aufnahme der Zuckerrüben vorzubeugen, sollte ein den jeweiligen Niederschlagsverhältnissen im Frühjahr (März-Juni) und den verwendeten N-Formen (schnell bzw. langsam wirkende N-Dünger) angepaßtes Düngungssystem zum Einsatz kommen (s. Abb. 17). Maidl und Fischbeck (1985) konnten in mehrjährigen N-Versuchen nachweisen, daß vor allem der im April und Mai in der Bodenschicht von 0 - 60 cm vorliegende Nmin-Stickstoff eng mit dem Rübenwachstum und den Zuckrerträgen korreliert (Optimum des Nmin-Stickstoffs im April: 220 kg N/ha in 0 - 60 cm Tiefe).

So empfiehlt es sich für frühjahrstrockene Gebiete die N-Düngung bereits kurz vor der Saat (bis 120 kg N/ha) leicht eingearbeitet, in den übrigen Gebieten erst ca. 1 - 2 Wochen nach der Saat oder nach dem Auflaufen (leichte Böden) auszubringen. Gaben über 100 - 120 kg N/ha werden zweckmäßigerweise, auch aus Gründen der Verhinderung von für den Pflanzenaufbau schädlichen Salzkonzentrationen, aufgeteilt; die 2. Teilgabe sollte bis zum 4-Blattstadium verabreicht sein.

Wie KAS und AHL zeigt auch Harnstoff eine schnelle N-Wirkung. Um NH<sub>3</sub>-Verlusten vorzubeugen, sollte letzterer stets vor der Saat in Gaben bis 100 kg N/ha leicht eingearbeitet werden - höhere Mengen können besonders auf sorptionsschwächeren Böden zu Aufschäden führen. Spezifische Kombinationswirkungen zwischen AHL-Lösung und Herbiziden sind bekannt, sollten jedoch noch näher untersucht werden.

Neben Kalkstickstoff (bis 100 kg N/ha ca. 14 Tage vor der Saat einarbeiten - herbizide Wirkung) werden zur Zeit zwei weitere langsamwirkende N-Dünger auf Basis Ammonsulfatsalpeter mit Zusatz des Nitratfunktionshemmstoffes Dicyandiamid (Alzon 25, Basamon extra 25) angeboten, mit denen die notwendige N-Düngung in einer Gabe vor der Saat (leichte Finarbeitung) verabreicht werden kann. Der in diesen Düngern enthaltene NH<sub>4</sub>-Stickstoff (ca. 73% des Gesamt-N liegen als NH<sub>4</sub>-N vor) wird durch den Hemmstoff etwa für 4 - 6 Wochen vor Nitrifikation und damit vor Einwaschung in tiefere Bodenschichten geschützt, steht aber den Pflanzen als N-Quelle sofort zur Verfügung.

In dreijährigen Versuchen konnten wir zeigen, daß Alzon (120 kg N/ha) zu einem besseren Jugendwachstum der Zuckerrübe führte als Kalkammonsalpeter (Abb. 19), was wohl in erster Linie auf ein höheres N-Angebot in der oberen Bodenschicht (Nmin) zurückzuführen ist (Abb. 20).

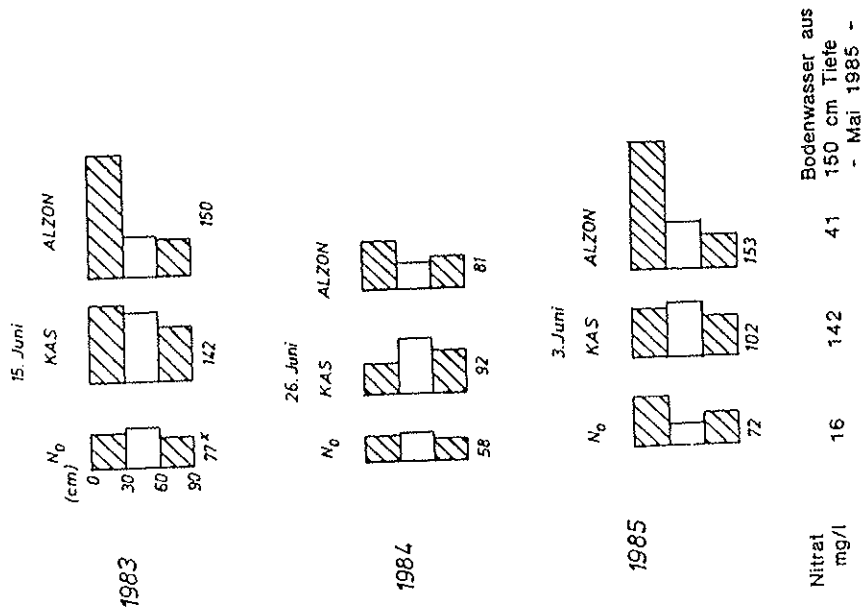


(Amberger u. Gutser, 1987)

Entwicklung von Zuckerrüben in Abhängigkeit von der N-Form

Abb.19:

Abb.20:  
 N<sub>min</sub> [kgN/ha] in Abhängigkeit von der N-Form  
 (Amberger u. Gutser, 1987)



Bodenwasser aus 150 cm Tiefe - Mai 1985

Kostengünstige und ertragsorientierte Düngung von Zuckerrüben

von AOR Dr. Reinhold Gutser, Institut für Pflanzenernährung der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan

Alle in der Landwirtschaft und für die Landwirtschaft arbeitenden Kräfte sind heute mehr denn je aufgefordert, die Landnutzung sowohl nach ökologischen als auch ökonomischen Belangen auszurichten. Ökonomie und Ökologie werden zwar häufig Spannungsfelder vorzeichnen, können aber auch gleichgerichtete Veränderungen der üblichen Wirtschaftsweisen auslösen wie z.B. auf den Problemgebieten Erosion oder Nitratanreicherung des Grund- und Trinkwassers.

Die Düngung der Zuckerrüben hat sich innerhalb der letzten 15 Jahre grundlegend verändert; die Düngung auf Massenproduktion wurde durch eine verfeinerte, auf Qualität ausgerichtete Düngung abgelöst. Die Übergangszeit dauerte zwar unterschiedlich lange je nach Intensität und Erfolg der Beratung sowie der Aufgeschlossenheit der Landwirte. Entscheidend für diesen Umstellungsprozeß war aber letztlich eine angemessene individuelle Qualitätsbezahlung durch die Zuckerfabriken.

Aufgabe dieses Vortrages ist, die Auswirkungen wichtiger Düngungsmaßnahmen auf Ertrag und Qualität von Zuckerrüben aufzuzeigen und für den Praktiker Entscheidungshilfen für eine sachgemäße Düngung abzuleiten.

1. Optimaler Kalkzustand und pH-Wert der Böden für den Rübenbau

Von sämtlichen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen reagieren Zuckerrüben am deutlichsten auf eine Aufkalkung einer sauren Braunerde von pH 5.2 auf ca. 6.5 - 6.8 mit durchschnittlichen Mehrerträgen von 20 % (Tabelle 1).