

(Aus der Fachhochschule Rheinland-Pfalz, Abteilung Bingen, Fachbereich Landbau)

Bemerkungen über den Einsatz der EUF-Methode für N-Düngungsempfehlungen zu Zuckerrüben*

Von H. BRAUN

(Mit 5 Abbildungen)

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, unter welchen Voraussetzungen die EUF-gestützte N-Düngungsempfehlung zu Zuckerrüben erfolgreich sein kann. Im einzelnen wird dargestellt, welche Konsequenzen sich aus der EUF-Methode, so wie sie in der BRD vom Bodengesundheitsdienst in Ochsenfurt angewendet wird, ergeben. Hierbei werden die Aspekte Bodenprobenentnahme-Termin, -Tiefe sowie Analysenverfahren berücksichtigt. Die Beziehung zwischen der EUF-N_{org}-Fraktion und der N-Mineralisierung in Abhängigkeit von Klima und Jahreswitterung wird diskutiert. Das Fazit ist, daß sich offenbar im Regressionsansatz aus der Gewichtung von EUF-N_{org}, EUF-NO₃ sowie dem Quotienten daraus eine verhaltene N-Düngerempfehlung errechnet. Das aber ist vor dem Hintergrund der früher praxisüblich oftmals überhöhten N-Düngerbemessung zu Zuckerrüben eine günstige Voraussetzung für eine angemessene Düngerberatung.

Schlüsselworte: EUF-Methode, Zuckerrübindüngung, organisch gebundener Stickstoff, Mineralisationsbedingungen, Bodenstickstoffreserve.

Remarks about the use of the EUF method for N-fertilizer recommendations for sugar beet

Summary

The work presented here discusses under which preconditions the N-fertilization recommendations for sugar beet can be successful. In detail, it was described which consequences may come from the use of the EUF method (Electro-Ultrafiltration) as applied in Germany by the Bodengesundheitsdienst (soil sanitar service) in Ochsenfurt. For this, the aspects of the method of taking soil samples, of the date and the depth of sampling, and of the analytical procedures were taken into account. The correlation between EUF-N_{org}-fraction and N-mineralization as a function of climate and yearly weather was discussed. The conclusion is that in the regression setup, the weighing of EUF-N_{org} and of EUF-NO₃

* Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. K.-U. HEYLAND zum 65. Geburtstag gewidmet.

as well as the resulting quotient lead to the calculation of a restrained N-fertilization recommendation. However, keeping in mind the often excessive N-fertilization doses used in the general practice for sugar beet in the past, this is a favourable precondition for appropriate fertilization advising.

Key-words: EUF method, sugar beet fertilization, organically fixed nitrogen, conditions for mineralization, soil nitrogen resources.

1. Einleitung und Problemstellung

Die pflanzenverfügbaren bzw. -verfügbarwerdenden N-Mengen des Bodens und die sie ergänzende Höhe der N-Düngung beeinflussen ganz entscheidend Ertrag und Qualität der Zuckerrüben. Bei N-Übersorgung kann sowohl der Zuckergehalt der Rüben als auch der ausbeutbare Zuckeranteil abnehmen — eventuell bei gestiegenem Rübenenertrag und somit gar noch erhöhtem Zuckerertrag/ha. Bei N-Unterversorgung verhält es sich tendenziell umgekehrt: es erfolgen Einbrüche beim Rübenenertrag ohne Qualitätseinbußen. Diese Zusammenhänge führten vor der Einführung individueller Zuckergehalts- und Qualitätsuntersuchung der angelieferten Rübenpartien häufig zu erheblicher N-Überdüngung der Zuckerrübenbestände.

Die Bezahlung nach Rübenqualität verstärkte bei den Landwirten die Aufgeschlossenheit für eine qualitätsorientierte N-Düngerberatung. Ein Weg führte hierbei zu einem Dünger-Beratungssystem, welches auf der EUF-Methode basierend in den siebziger Jahren in Österreich speziell zu Zuckerrüben entwickelt worden ist (NÉMETH und WIKLICKY 1980) und in den achtziger Jahren auch in der BRD, in Süd- und Südwestengland geprüft und eingeführt wurde (GÜNTHER 1988). Überspitzt ausgedrückt könnte man die These aufstellen, daß angesichts des früher üblichen und lohnend gewesenen N-Düngungsniveaus zu Zuckerrüben — aufgrund veränderter Bewertung von Rübenenertrag/ha, Zuckergehalt und melassebildenden Inhaltsstoffen — eine N-Düngungsberatung empirisch erfolgreich sein mußte, die, auf welche Weise auch immer, den N-Düngeraufwand zu Zuckerrüben betont verringerte.

Die Handhabung der auf der EUF-Bodenanalyse aufbauenden N-Düngerberatung (der Bodengesundheitsdienst GmbH, D-8703 Ochsenfurt) weicht in fast allen Details von den Standardverfahren der Bodenuntersuchungspraxis soweit ab, daß selbst die Vergleichbarkeit der Analysenergebnisse mit denen der Standardmethoden nicht im Vordergrund steht.

Deshalb sind auch aus pflanzenbaulicher Sicht Verständnisfragen zum methodischen Vorgehen des EUF-Düngerberatungssystems anzumelden. In diesem Beitrag beziehen sich diese Fragen allerdings ausschließlich auf jene, welche die N-Düngerberatungsgrundlagen bilden und konzentrieren sich auf folgende Aspekte:

- Zeitpunkt der Bodenprobenahme,
- Entnahmetiefe der Bodenproben,
- Analysengang der EUF-Methode,
- Witterungsbedingtheit der Mineralisation,
- Beratungserfolge der EUF-Methode.

2. Ergebnisse

2.1 Zeitpunkt der Bodenprobenahme

Zunächst ist dem vorderhand erstaunlichen Umstand Aufmerksamkeit zu schenken, daß die Bodenprobe für die EUF-Stickstoffermittlung zu Zuckerrüben

schon im Vorfruchtschlag entnommen wird. Einerseits ist bei den Zuckerrüben erst ab der zweiten Hälfte des Anbaujahres mit verstärkter N-Aufnahme zu rechnen (WINNER 1982) und andererseits erfolgt die Bodenprobenziehung aus der stehenden Vorfrucht (in der Regel Getreide) etwa im Juni des Vorjahres vor dem Rübenanbau. Daraus ergibt sich immerhin zwischen dem Zeitpunkt der N-Gehaltsermittlung des Bodens und der Haupt-N-Einlagerungsphase der Zuckerrüben eine Zeitspanne von einem Jahr und mehr.

Eine ausreichende Akzeptanz für dieses methodische Vorgehen kann sich nur aus der analytischen Bestimmung der N_{org} -Fraktion ableiten. In der Tat stellt der organisch gebundene Stickstoff des Bodens nach der Mineralisierung im Verlaufe der Zeit neben der N-Düngermenge eine bedeutende N-Quelle für die Versorgung der Rüben dar. Dies ist von großer Bedeutung, zumal mit dem Probenahmetermin während des Getreidewachstums auszuschließen ist, daß noch wesentliche Mengen an löslichem Stickstoff (NO_3^- und NH_4^+) im Boden enthalten sind, abgesehen von der nicht ausgenutzten Spät-N-Düngung. Hierzu ist aber anzumerken, daß dann, wenn die Bodenprobenahme erst beim bzw. nach dem Stadium der Milchreife des Getreides erfolgt, auch die späte N-Gabe normalerweise weitgehend aufgenommen ist. Wenn jedoch, z. B. aufgrund trockener Bodenverhältnisse bis zur Milchreife, die N-Einlagerung behindert war, ist auch später nicht mehr mit mengenmäßig bedeutender N-Einlagerung zu rechnen. Damit aber würde die vom Getreide nicht mehr genutzte Spät-N-Düngermenge von der Bodenanalyse ausgewiesen und (vom Prinzip her zu Recht) als N-Verfügbarkeit für den nachfolgenden Rübenanbau angerechnet. Dies unterstellt allerdings, daß keine N-Auswaschung erfolgt. Diese Annahme dürfte aber auch bei den tiefgründigen Böden der meisten Rübenstandorte zutreffen, bei denen eine Nitratverlagerung über den Winter öfter als die seltener auftretende Auswaschung vorkommt.

Demgegenüber stellt das Verschwinden mineralischer N-Vorräte aufgrund der N-Immobilisation keinen prinzipiellen Einwand gegen den Probenahmetermin dar, handelt es sich hierbei doch meist nur um eine vorübergehende N-Festlegung in Bakterieneiweiß.

Anders zu bewerten ist das Ergebnis einer — vom System her beurteilt — zu frühen Bodenprobenahme. Dabei würde der in der Bodenprobe ermittelte mineralisierte N-Anteil, noch von der Vorfrucht selbst verwertet, fälschlicherweise als N-Reserve der Zuckerrübenanbauperiode zugerechnet werden.

2.2 Entnahmetiefe der Bodenprobe

Die arbeitserleichternde, nur bis zur Krumentiefe reichende Bodenprobenziehung steht nicht unbedingt im Widerspruch zu der bekanntermaßen tiefreichenden Bewurzelung der Rüben, wenn man dies auf die in Kapitel 2.1 erörterten Fakten Probenahmetermin und N_{org} -Fraktion der EUF-Analyse bezieht. Wenn, aufgrund des fortgeschrittenen Entwicklungsstandes des Getreides, nicht mehr mit wesentlichen Anteilen an löslichem Stickstoff im Boden zu rechnen ist, gilt dies selbstverständlich auch für den gesamten durchwurzelten Bodenraum. Die spätere Neubildung von $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ erfolgt aber überwiegend im Krumenbereich, und hier vorwiegend aus der ermittelten N_{org} -Fraktion. Damit aber wäre auch der im Verlaufe der Zeit bis zur Rübenanbauperiode in tiefere Bodenschichten verlagerte mineralische Stickstoff durch die Bodenuntersuchung der Krume indirekt im vorhinein miterfaßt.

Aus diesen Überlegungen folgt aber auch, daß bei der EUF-Methode nur unter der Voraussetzung auf eine tiefergreifende Bodenprobeentnahme verzichtet werden kann, wenn berechtigterweise davon auszugehen ist, daß zum Probenah-

metermin kaum mehr löslicher Stickstoff im Boden vorhanden sein kann. Dies ist am ehesten unter Hauptfrüchten nahe ihrem Reifepunkt zu erwarten. Immer dann jedoch, wenn die Bodenprobenahme nach einer vorausgegangenen längeren Schwarzbrache erfolgt und mit Nitratverlagerung unterhalb des Krümmenbereiches zu rechnen ist, müßte selbstverständlich auch bei der EUF-Methode die Bodenprobenahme den Durchwurzelungsbereich berücksichtigen.

Bei der auf die N_{\min} -Untersuchung des Bodens gestützten N-Düngerbemessung ist es von vornherein üblich, auch den N_{\min} -Gehalt tieferer Bodenschichten zu bestimmen, weil die N_{\min} -Untersuchung lediglich eine Momentaufnahme im N-Umsatzgeschehen des Bodens vermitteln kann. Die N-Anreicherung im Unterboden kumuliert im wesentlichen die vorangegangene Mineralisations- und Nitratverlagerung.

Aus dem aktuellen N_{\min} -Gehalt können auch für sich genommen keine Schlüsse auf zukünftig zu erwartende N_{\min} -Zuwächse gezogen werden, da z. B. ein vorgefundener hoher N_{\min} -Wert sowohl aus nicht ausgenutztem Düngernstickstoff als auch aus intensiver Mineralisation der organischen Bodensubstanz resultieren kann. Andererseits signalisiert ein geringes N_{\min} -Niveau nicht notwendigerweise ein geringes Mineralisierungspotential.

Wenn jedoch der verfälschende Effekt überlagernder Minereraldüngung auszuschließen ist, spiegelt sich in der Nitratanreicherung im Boden sehr wohl auch der Verlauf vorausgehender Jahreswitterungseinflüsse wieder. Voraussetzung dafür ist die Konstanz in den Anbaubedingungen des Schrages (BRAUN und FISCHBECK 1973).

Durch Berücksichtigung regionaler Klima- und Bodeneinflüsse konnte deshalb GÜNTHER (1988) aus den Nitratgehalten in Zuckerrübenschlügen bei Vegetationsbeginn regional spezifisch mittels Gewichtungsfaktoren die zu erwartende Mineralisation des Standortes abschätzen und darauf aufbauend Empfehlungen für die Zuckerrübindüngung ableiten.

2.3 Analysengang der EUF-Methode

Wie bereits im Kapitel 2.1 herausgestellt, gilt bei der EUF-Analyse der Anteil an N_{org} als Maß späterer N-Verfügbarkeit, stellt somit also jenen Anteil am Bodenstickstoff heraus, welcher innerhalb von rund einem Jahr als $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ pflanzenverfügbar werden wird. Damit läßt sich das analytische Verfahren der Heißwasserlösung unter elektrischer Spannung offenbar als Zeitraffermodell der Mineralisationsvorgänge im Boden im Jahreszeitraum deuten. Wenn dieser Zusammenhang sich allerdings schlüssig erklären lassen soll, müssen unbedingt zwei Voraussetzungen erfüllt sein:

- analytische Abgrenzung zwischen mittel- und langfristig mobilisierbaren N-Anteilen der organischen Bodensubstanz,
- keine fließenden Übergänge zwischen mittelfristig (d. h. in ein bis eineinhalb Jahren) verfügbaren N-Reserven und dem Rest.

Der analytisch/methodische Ansatz muß in der Lage sein, aus den in der Regel mehrere Tausend N kg/ha der organischen Substanz des Bodens genau jenen Anteil abzugrenzen, welcher innerhalb von ein bis eineinhalb Jahren mineralisiert werden wird. Vorstellbar ist, daß die gegebene Maschenweite der Ultrafiltrations-Membranen sicherstellt, daß die mineralisierbaren N-Bindungsformen von den nicht verfügbar werdenden N-Reserven separiert werden. Nach NÉMETI (1988) liegt die Filtergrenze bei Molekulargewichten von ca. 20.000. Diese lassen somit nur Aminosäuren und bestimmte Proteine bzw. Proteide passieren. Darüber hinaus müßte es so sein, daß durch geschickte Kombination von Wassertemperatur, elektrischer Spannung und Zeitvorgabe der Hydrolysevorgang

den späteren Mineralisierungsprozeß, welcher im Boden biotisch bedingt ist, quasi simulierend vorwegnehmen kann.

Angemessen methodisch/analytisches Verfahren unterstellt, bleibt noch eine zweite wichtige Voraussetzung offen: Natürlicherweise müßte es so sein, daß zwischen den mittel- und langfristig organisch gebundenen N-Fractionen lösungsmäßig solche qualitativen Unterschiede bestehen, daß unabhängig von den Umweltbedingungen die N-Freisetzungsraten konstant bleibt.

Ansonsten müßten, bei gleichem N_{org} -Anteil, von Jahr zu Jahr wechselnde Temperatur- und Feuchteverhältnisse ebenfalls wechselnde N-Freisetzungsraten der organischen Substanz nach sich ziehen.

Bei den sehr großen N_t -Werten guter „Rübenböden“ spielt aber die Treffsicherheit in der Abgrenzung der N_{org} -Fraktion zwischen mittel- und langfristiger N-Bindung die entscheidende Rolle.

Ob eine qualitative oder lediglich quantitative Abstufung zwischen dem N_{org} -Anteil und dem in der Regel mengenmäßig weitaus größeren N-Anteil der sonstigen organischen Substanz besteht oder nicht, müßte andeutungsweise aus den Ergebnissen modifizierter Analysenbedingungen erkennbar sein (BRAUN 1986).

Der Verlauf der N-Auszugskurven in Abhängigkeit von der Analysendauer könnte Aufschluß darüber geben. Das Modell in Abbildung 1 soll diese Hypothese verdeutlichen: Die Temperatur- und Spannungsvorgaben entsprechen der in der Praxis geübten N-Analysenmethodik (NÉMETH 1988). Dazu werden zwei Linien projiziert, die jede ein bestimmtes N-Extraktionsverhalten simulieren: Ergäbe die Untersuchung des Zeiteinflusses, daß sich die N-Auszüge ähnlich den unter „A“ wiedergegebenen Kurven verhalten, d. h. als typische Sättigungsfunktionen schlußendlich parallel zur Zeitachse verlaufen, wäre die Annahme eines qualitativ unterschiedlich abgestuften Mineralisationsverhaltens der organischen Substanz berechtigt. Auf dieser Voraussetzung basierend, könnte die N_{org} -Fraktion für eine abgegrenzte N-Freisetzungsraten des Bodenstickstoffs stehen.

Falls jedoch die N-Auszugskurven — insbesondere bezüglich der zweiten EUF-Fraktion — wie modellhaft unter „B“ simuliert verlaufen würden, muß angenommen werden, daß die N_{org} -Fraktion die mögliche N-Mineralisationsrate der organischen Substanz des Bodens nur ungenau voranzeigen kann. In diesem Fall wären fließende Übergänge in der Abbauresistenz der organischen N-Bindungsformen wahrscheinlich. Daraus aber müßte gefolgert werden, daß (von der N_{org} -

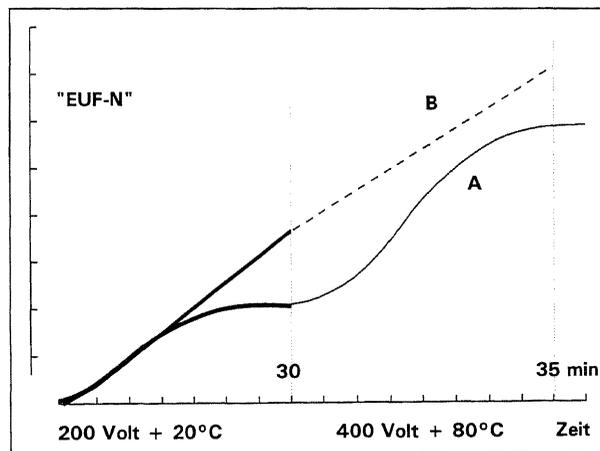


Abb. 1: Modell möglicher Desorptionskurven von EUF- N_{org} in Abhängigkeit von der Extraktionszeit
 Fig. 1: Model of possible desorption curves for EUF- N_{org} as a function of extraction

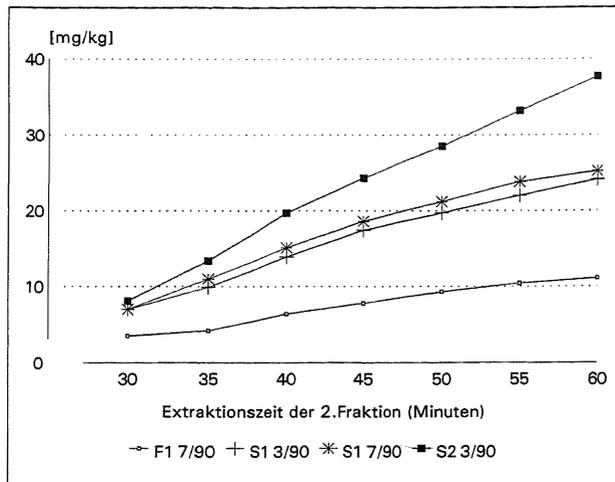


Abb. 2: Summarische Desorption von EUF- N_{org} in der zweiten Fraktion ($80^{\circ}C$) auf drei Standorten zu verschiedenen Terminen (SCHMIDT 1992)

Fig. 2: Desorption sums of EUF- N_{org} in the second fraction ($80^{\circ}C$), three locations, at different dates (SCHMIDT 1992)

Menge nur geringfügig beeinflusst) ungünstige Mineralisationsbedingungen den Pflanzen weniger, günstige hingegen mehr Stickstoff verfügbar machen.

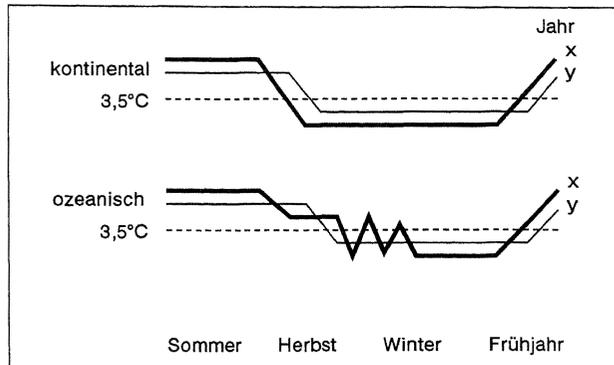
Neuere Befunde von SCHMIDT (1992) bestätigen eindeutig ein N-Extensionsverhalten wie unter „B“ simuliert (Abb. 2).

Als Untersuchungsgrundlage dienen SCHMIDT (1992) Weinbergböden der Mosel aus Flach- und Steillagen. Die Desorptionsraten des N_{org} der zweiten Fraktion stiegen bei der auf 30 Minuten Dauer ausgedehnten Extraktionszeit (Standard ist 5 Minuten) stetig an. Es zeigten sich dabei unterschiedliche Desorptionsraten, was sich mit Standardparametern, N-Düngung, aber auch Witterungseinflüssen erklären ließ.

2.4 Witterungsbedingtheit der Mineralisation

Wenn die Voraussetzung einer unterschiedlich abgestuften festen N-Bindung zwischen N_{org} -Fraktion einerseits und dem Rest des organisch gebundenen Stickstoffs andererseits entfällt, können die Ableitungen aus dem N_{org} -Anteil der EUF-Analyse empirisch nur dann schlüssig sein, wenn sie auf zu erwartende N-Verfügbarkeit bei „normalem“ Witterungs- und damit Mineralisierungsablauf hinweisen. An die Stelle der „durch breite Fugen“ abgegrenzten N-Kompartimente im Bereich der Boden-N-Reserven tritt die relative Konstanz der Mineralisierungsbedingungen für den Zeitraum von Juni bis Juni. Bei einem Temperaturoptimum der Mineralisation organischer Substanz von nahe $30^{\circ}C$ dürfte, insbesondere für die Herbst-, Winter- und Frühjahrsperiode, der Temperaturverlauf im Ackerboden der eigentliche Minimumfaktor der Nitrifikation sein. Betrachtet man den Temperaturbereich von ca. $3^{\circ}C$ als Scheide zwischen keiner und geringer Nitratneubildung, so dürften sich ozeanisch geprägte Klimaräume hinsichtlich jahrgangsbedingter Schwankungen in der N-Mineralisation deutlich gegenüber denen kontinentaler Prägung unterscheiden. Modellhaft skizziert (Abb. 3) würde — insbesondere im Winter — im kontinentalen Klima die Mineralisierungsschwelle im Boden aufgrund eines stetig zu geringen Temperaturniveaus nicht erreicht werden. Demgegenüber ist dies in wintermilden Regionen von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich, daraus aber resultiert dann auch eine von Jahr zu Jahr unterschiedlich lange Mineralisationsdauer, gemessen an der Zeitdistanz von der Bodenprobeentnahme bis zur N-Aufnahmeperiode der Rüben.

Abb. 3: Schema der Bodentemperaturentwicklung im Verhältnis zum Mineralisations-Schwellenwert in Abhängigkeit vom Klima
 Fig. 3: Diagram of soil temperature development in proportion to threshold value for mineralization, as a function of climate



Daher aber müsste die Korrelation zwischen N_{org} -Anteil und der daraus hervorgehenden Nitratmenge unter ozeanischen Klimabedingungen weniger eng sein.

Vergleicht man hierzu (Abb. 4) z. B. die Region um Tulln, wo die EUF-gestützte N-Düngerberatung zu Zuckerrüben entwickelt wurde, mit dem südwestdeutschen Raum, in dem diese Methode heute auch verbreitet angewendet wird, so

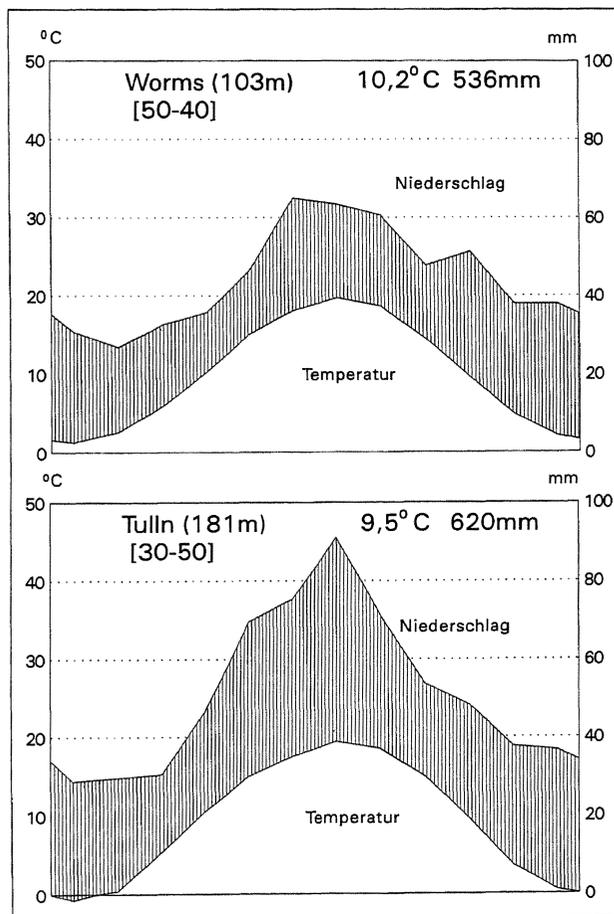


Abb. 4: Klimadiagramme zweier Standorte unterschiedlicher Klimaregion (Tulln, Österreich und Worms, BRD, Auszug aus Klimaatlas 1960)
 Fig. 4: Climatic diagrams of two locations in different climatic regions (Tulln, Austria and Worms, Germany; Excerpt from Climatic Atlas 1960)

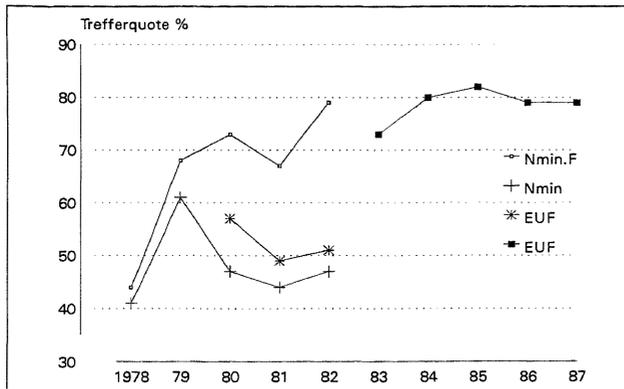


Abb. 5: Treffsicherheit der N-Düngungsempfehlungen in den Jahren 1978–1987 bei verschiedenen Methoden (GÜNTHER 1988); 1978–1982 Großflächenversuche, 1983–1987 Exaktversuche
 Fig. 5: The accuracy of the N-fertilization recommendations in the years 1978–1987 with different methods (GÜNTHER 1988); 1978–1982 Large area trials, 1983–1987 exact trials

weist der Klimaatlas (WALTER und LIETH 1967) aus, daß für Tulln (Meßstation Tulln) die Linie der monatlichen Mitteltemperatur im Winter das Niveau von 0°C unterschreitet, in Südwestdeutschland (Meßstation Worms) aber nicht. Hieraus läßt sich schließen, daß die Beziehung zwischen N_{org} und der späteren N_{min} -Menge im Boden für Südwestdeutschland wahrscheinlich weniger verlässlich ist.

2.5 Beratungserfolg der EUF-Methode

Wie in Kapitel 2.3 dargestellt, bestehen offenbar in der Abbauresistenz zwischen niedrig- und hochmolekular gebundenem Bodenstickstoff fließende Übergänge. Des weiteren sind, aufgrund jahrgangsbedingter Witterungsunterschiede und Klimavoraussetzungen, die Bedingungen der N-Mineralisierung in Dauer und Intensität für den Zeitraum zwischen Bodenprobeentnahme und Rübenanbauperiode nicht konstant (vergleiche Kapitel 2.4). Deshalb ist es für sich genommen zweifelhaft, die EUF-N-Bestimmung als zuverlässige Grundlage der N-Düngerbemessung zu Zuckerrüben zu betrachten. Zu diesem Schluß kommt auch eine offizielle Verlautbarung des VDLUFA (VETTER 1986).

Wie der Abbildung 5 zu entnehmen ist, können Vergleiche mit anderen Systemen der N-Düngerberatung diese Zweifel auch nicht ausräumen. In den von GÜNTHER (1988) vorgestellten Ergebnissen aus Großflächenversuchen erwies sich die EUF-Düngerempfehlung als wenig überzeugend. Überraschend sprunghaft verbesserte sich die Treffsicherheit, als die EUF-Methode — nun ohne Vergleichsmöglichkeit — in Exaktversuchen weiter getestet wurde. Nachvollziehbare Gründe für den Erfolg der EUF-gestützten N-Düngerberatung zu Zuckerrüben lassen sich jedoch möglicherweise aus der Tatsache ableiten, daß neben den Bodenanalysewerten sowie den Koeffizienten aus $N_{\text{org}}/\text{NO}_3$ -Gehalt auch schlag-spezifische Daten berücksichtigt werden. In einer multiplen Regression werden die N-Analysergebnisse sowie deren Verhältnis verknüpft. Abgesehen von prinzipiellen Einwänden (SCHMIDT 1992), fällt den unabhängigen Faktoren in ihren Regressionskoeffizienten eine spezifische Gewichtung zu. Arbeitet aber das Rechenprogramm so, daß entweder über die Dimension des absoluten Gliedes der Regression oder den den N-Aufwand mindernden Faktoren ein hohes Gewicht beigegeben ist, läßt sich hypothetisch eine erfolgreiche N-Düngerberatung erwarten. Hinsichtlich der Tatsache, daß aufgrund des früheren Bewertungsmodus der Zuckerrüben in der Vergangenheit eine N-Übersorgung der Zuckerrübenschnägel systemimmanent gewesen ist, liegt es auf der Hand, daß ein N-Düngungsmodell, welches — auf welchem Wege auch immer — zu einer

Einschränkung der N-Düngungsintensität riet, empirisch betrachtet, positive Ergebnisse zeitigt: Häufig hat der Rübenanbauer dadurch ökonomische Vorteile, daß — ohne Ertragseinbußen — und bei verbesserter Qualität, bei dem heutigen Auszahlungssystem für Zuckerrüben die Einschränkung der Stickstoffdüngung honoriert wird. Darüber hinaus spart er auch noch Düngerkosten.

Literatur

- BRAUN, H., 1986: Anfragen an die EUF-Methode aus pflanzenbaulicher Sicht. Vortrag auf der LAD-Tagung.
- BRAUN, H. und G. FISCHBECK, 1973: Ertragsvorausschätzung aufgrund der Nitratentwicklung des Bodens. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 138, 319—330.
- GÜNTHER, I., 1988: Möglichkeiten zur Berechnung von Stickstoffdüngempfehlungen zu Zuckerrüben anhand verschiedener Methoden. EUF-Symposium, Mannheim, Band I, 289—329.
- NÉMETH, K., 1988: Wissenschaftliche Grundlagen der EUF-Stickstoffempfehlung zu Getreide und Hackfrüchten, EUF-Symposium, Mannheim, Band I, 11—46.
- NÉMETH, K. und L. WIKLICKY, 1980: Erfahrungen mit der EUF-Methode bei der Düngerberatung, *Kali-Briefe* 15, (1), 15—35.
- SCHMIDT, F., 1992: Wirkung von Witterung, Standortparametern und anthropogenen Maßnahmen auf die Dynamik pflanzenverfügbarer Stickstoffverbindungen in Weinbergböden unter besonderer Berücksichtigung des niedrigmolekularen organischen Stickstoffs (N_{org}). Dissertation, Gießen.
- WALTER, H. und H. LIETH, 1967: Klimadiagramm — Weltatlas, VEG Gustav Fischer Verlag, Jena.
- WINNER, C., 1982: Zuckerrübenanbau. Verlagsunion Agrar, Frankfurt.
- VETTER, H., 1986: Einführung der EUF-Methode durch den VDLUFA nicht vertretbar. Verlautbarung des VDLUFA, Darmstadt/Oldenburger. März 1986.

(Manuskript eingelangt am 30. Juni 1992, angenommen am 17. Juli 1992)

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Hubert BRAUN, Fachhochschule Rheinland-Pfalz, Abteilung Bingen, Fachbereich Landbau, Rochusallee 4, D-6530 Bingen am Rhein