

Sonderdruck

Getreide Magazin



Verlag Th. Mann

2/2008



KAS
Teilgaben

CULTAN

**Bestandesführung beim
Getreide nach dem
„CULTAN“-Verfahren**

Prof. em. Dr. Dr. h. c. Karl Sommer, Bonn

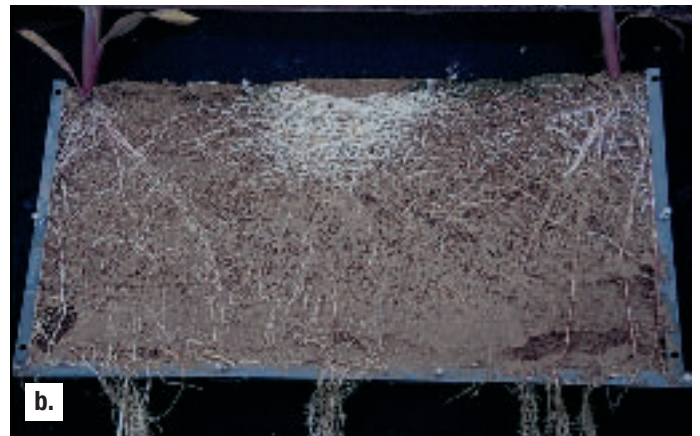
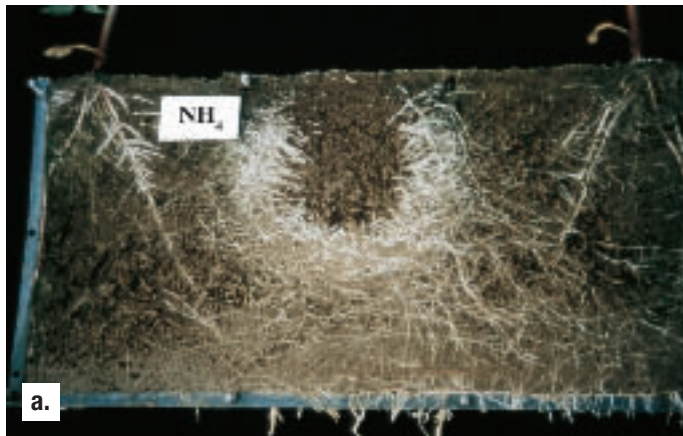


Abb. 1 : Möglichkeiten zur Anwendung der „CULTAN“-Düngung beim Getreide: a) Ammonium-Injektionsdepot in den Boden b) Ammonium-Liniendepot auf den Boden

Bestandesführung beim Getreide nach dem „CULTAN“-Verfahren

Prof. em. Dr. Dr. h. c. Karl Sommer, Bonn

In der Praxis wird das „CULTAN“-Verfahren als mögliche Alternative zu konventionellen Verfahren der N-Düngung diskutiert. Auch wenn Ergebnisse aus Versuchen zu diesem Thema seitens der konventionellen Beratung verschiedentlich als „nicht ermutigend“ kommentiert werden, wird das „CULTAN“-Verfahren von professionellen Unternehmern und aufgeschlossenen Landwirten in der Praxis erfolgreich angewandt. Es stellt sich die Frage: Worauf basieren diese einander widersprechenden Erfahrungen seitens der Beratung gegenüber der Praxis?

1. Begriffe zur „CULTAN“-Düngung

Vielfältig verwandte Begriffe bezüglich der „CULTAN“-Düngung schaffen erhebliche Verwirrung, weil sie inhaltlich von der „CULTAN“-Düngung abweichen, wie folgende Auswahl zeigt:

- 1) Ammonium-Depotdüngung,
- 2) Ammonium betonte Düngung,
- 3) platzierte N-Düngung,
- 4) N-Unterfußdüngung,
- 5) N-Vorausdüngung,
- 6) stabilisierte N-Düngung,
- 7) N-Injektions-Düngung,
- 8) Schleppschlauch-Düngung,

- 9) eigentliche Cultan-Düngung,
 - 10) vereinfachte Cultan-Düngung,
 - 11) pseudo-Cultan-Düngung, etc..
- Inhaltlich bringen diese Begriffe zum Ausdruck, dass hinsichtlich der Effizienz der N-Düngung weniger den verabreichten N-Formen als vielmehr die Art ihrer Anwendung, breit gestreut oder platziert, eine besondere Bedeutung beigemessen wird. Diese Auffassung ist offensichtlich darin begründet, dass bei konventioneller N-Düngung die verabreichten N-Formen Ammonium, Nitrat oder Harnstoff weniger von Bedeutung sind, da sie im Boden nitrifiziert werden und den Pflanzen letztlich als Nitrat zur Verfüg-

ung stehen. Die Grundlage des Verhaltens verschiedener N-Formen im Boden, ihrer Verfügbarkeit für die Pflanzen sowie ihrer physiologischen Wirkung in den Pflanzen ist in diesen Fällen das Nitrat. Eine platzierte Ausbringung von N-Düngern sagt noch nichts über spezifische Wirkungen bei den Pflanzen im Vergleich zur konventionellen Kopfdüngung aus.

So wie viele der konventionellen Begriffe zur Beschreibung der „CULTAN“-Düngung irreführend sind, so haben viele Versuche zur platzierten N-Düngung mit Gemischen der N-Formen: Ammonium, Harnstoff und Nitrat im Vergleich zur konventionellen N-Kopfdüngung mit der „CULTAN“-Düngung nichts gemein.

Bei der „CULTAN“-Düngung geht es nicht um die Wirkung verschiedener N-Dünger in Abhängigkeit von der Art ihrer platzierten Anwendung. Es geht bei der „CULTAN“-Düngung um die Abhängigkeit des Stoffwechsels der Assimilate in den Pflanzen sowie der Abhängigkeit der hormonellen Steuerung des Wachstums und der Entwicklung der Pflanzen

von der platzierten Düngung als Ammonium. Es geht dabei um die Berücksichtigung von Naturgesetzen, die bisher nicht bekannt waren. Dieses ist die Grundlage der „CULTAN“-Düngung, die von vielen offensichtlich noch nicht verstanden wird.

Der Begriff: „CULTAN“ (Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition) ist eindeutig. Er sieht weder Nitrat noch Harnstoff als begleitende N-Formen bei der platzierten Anwendung von Ammonium vor. Er besagt inhaltlich:

Ammonium wird in einer Gabe als punkt- oder linienförmige Depots in den Wurzelraum der Pflanzen ausgebracht (Abb. 1). Die Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff erfolgt dann als Ammonium, das aufgrund seiner Phytotoxizität von den Pflanzen entsprechend der Intensität ihres Wachstums kontrolliert aufgenommen und in den Wurzelspitzen im Grenzbereich der Depots in den Stoffwechsel organischer N-Verbindungen übernommen wird.

2. Versuche zur „CULTAN“-Düngung

Eine schematische Durchführung von Versuchen, wie sie konventionell erfolgt, reicht bei der „CULTAN“-Düngung nicht aus, um beim Getreide sachlich richtige Ergebnisse zu erzielen. Als „systematische“ Faktoren müssen zumindest folgende berücksichtigt werden: 1) die ausschließliche Verwendung von Ammonium als N-Dünger, 2) die Ablage des Ammoniaks als stabile Depots im Wurzelraum der Pflanzen, 3) die Auswahl von Versuchsflächen mit niedrigen Vorräten an N_{\min} im Boden. Dieses geschieht vielfach nicht, wie folgendes Beispiel zeigt:

Die linienförmige Ausbringung von HAS-Lösungen (Harnstoff-Ammoniumsulfat-Lösungen) mit Schleppröhrchen auf den Boden als „Pseudo CULTAN“ von der punktförmigen Ausbringung von AH-Lösungen (Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösungen) in den Boden als „eigentliches CULTAN“ zu unterscheiden, bestätigt die Aktualität des Begriffs „CULTAN“. Da jedoch nicht Ammonium als 1) Ammoniakgas, 2) Ammoniakwasser, 3) Ammoniumsulfat, 4) Ammoniumphosphat oder 5) Gülle als N-Dünger angewandt wurden, sondern Gemische von Ammonium, Harnstoff und Nitrat, handelt es sich in diesen Fällen nicht um Versuche zur „CULTAN“-Düngung, sondern um Versuche zur platzierten N-Düngung mit verschiedenen N-Formen. Beide Anlagen von Versuchen haben folglich mit der „CULTAN“-Düngung absolut nichts gemein. Aufgrund dessen ist die Verwendung des Begriffs „CULTAN“ in diesen Fällen sachlich falsch und damit nicht gerechtfertigt. Anhand der in solchen Versuchen erzielten Ergebnisse die „CULTAN“-Düngung als „nicht überzeugend“ infrage zu stellen, ohne auch nur eine „CULTAN“-Variante in der Versuchsanlage auszuweisen, ist laienhaft. Es ist ein Zeugnis fehlender Sachkenntnis. (DLG-Mitteilungen, Dünger-Magazin, Winter 2006)

Inwieweit beim Getreide die N-Versorgung nach dem Prinzip der „CULTAN“-Düngung erfolgt, hängt nicht davon ab, ob N-Dünger mit Düngelanzen auf Rädern punktförmig

in den Boden injiziert oder mit Schleppröhrchen linienförmig auf den Boden ausgebracht werden. Einzig und allein entscheidend ist, dass die N-Düngung in Depots als Ammonium erfolgt, das von den Pflanzen an der Intensität des Wachstums orientiert als Ammonium kontrolliert aufgenommen und in den Wurzeln in den Stoffwechsel organischer N-Verbindungen übernommen wird.

Bei der „CULTAN“-Düngung mit Schleppröhrchen auf den Boden ist allerdings zu berücksichtigen, dass diese aufgrund der Sorption des Ammoniaks an Tonkolloiden nur für feuchte Standorte mit pH-Werten < 7,0 geeignet ist, wo an der Oberfläche der Böden keine Verluste von Ammoniak zu befürchten sind und junge Getreidepflanzen mit ihren Wurzeln bis nahe an die Oberfläche der Böden heranwachsen, Abb.: 1b. Als „CULTAN“-Dünger sollten in diesen Fällen Ammoniumsulfat-Lösungen oder entsprechend dem P-Bedarf Ammoniumsulfat-/DAP-Lösungen oder größere Granulate dieser N-Dünger angewandt werden.

3. Auswahl von N-Düngern

Bei der Auswahl von N-Düngern zum Getreide sind folgende Faktoren von vorrangiger Bedeutung:

- die Regulation des Stoffwechsels der Assimilate in den Pflanzen und
- die phytohormonelle Steuerung der Art des Wachstums und der Entwicklung.

Zu a) Regulation des Stoffwechsels der Assimilate

Beim Getreide besteht der Stoffwechsel der Assimilate im wesentlichen aus den Kohlenhydraten und organischen N-Verbindungen. Dabei beginnt der Stoffwechsel der Kohlenhydrate mit der Assimilation von Kohlendioxid (CO_2) aus der Luft stets im Bereich des Sprosses der Pflanzen gegenüber dem Stoffwechsel der organischen N-Verbindungen in Abhängigkeit von der als N-Dünger verfügbaren N-Form variabel im Sproß bzw. in den Wurzeln. Beim Stoffwechsel der Kohlenhydrate entwickelt sich in den Pflanzen stets ein natürlicher Gradient der Verteilung der Kohlenhy-

drate zugunsten der Entwicklung des oberen Abschnitts der Sprosse gegenüber der Basis und besonders gegenüber den Wurzeln. Die Verteilung der Kohlenhydrate in den Pflanzen sowie ihre physiologische Wirksamkeit sind „sprossdominant“ geprägt.

- Nitrat oder Harnstoff als N-Versorgung

Nitrat und Harnstoff gelangen als N-Dünger mit dem Transpirationsstrom in den Spross. Dort werden beide N-Formen in den Stoffwechsel der organischen N-Verbindungen übernommen. Der Gradient der Verteilung dieser organischen N-Verbindungen entspricht in den Pflanzen jenem der Kohlenhydrate und ist wie dieser in der physiologischen Wirksamkeit „sprossdominant“ geprägt. Aus diesem Grunde wird die sproßdominante Wirkung der Kohlenhydrate durch Nitrat oder Harnstoff nicht nur manifestiert, sondern verstärkt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Harnstoff nach seiner Hydrolyse als Ammonium von den Pflanzen in den Stoffwechsel der organischen N-Verbindungen übernommen werden muss, während Nitrat entsprechend der Auslastung des Stoffwechsels der organischen N-Verbindungen als solches von den Pflanzen gespeichert werden kann. Das bedeutet, dass hinsichtlich des Stoffwechsels dieser organischen N-Verbindungen und ihrer sproßdominanten Wirkung in den Pflanzen eine N-Versorgung als Harnstoff wesentlich kritischer zu bewerten ist als eine N-Versorgung als Nitrat. Eine ausgewogene Versorgung der verschiedenen Organe der Pflanzen mit Kohlenhydraten und organischen N-Verbindungen wird auf dieser Basis nicht erreicht. Kopflastig entwickelte Pflanzen mit kleinen Ähren und kleinen Fahnenblättern, verzögerter Entwicklung, einer schwachen Basis der Stängel, schwachen Wurzelsystemen und einer relativ hohen Anfälligkeit gegenüber Krankheiten bei geringer Resistenz gegen Dürren sind die Folge. Um diese Probleme zu entschärfen, werden in der Praxis beim Getreide die N-Dünger entsprechend dem Stand der Versorgung als Kopfdünger in 3 bis 4 Teilgaben ausgebracht.

- Ammonium, N-Versorgung als „CULTAN“

Abweichend von einer N-Versorgung als Nitrat oder Harnstoff wird der natürliche Gradient der Verteilung der Kohlenhydrate in den Pflanzen durch Ammonium als „CULTAN“ nicht manifestiert, sondern gebrochen. Dieses, weil das Ammonium in Abhängigkeit von der Versorgung mit Kohlenhydraten vom Spross von den Wurzeln im Grenzbereich der „CULTAN“-Depots in den Stoffwechsel der organischen N-Verbindungen der Pflanzen übernommen wird. Daraus resultieren eine Versorgung aller Organe einer Pflanze mit Kohlenhydraten vom Sproß nach Bedarf und ein natürlicher Gradient der Verteilung der organischen N-Verbindungen in den Pflanzen von den Wurzeln über die Basis der Stängel hin zu den Spitzen der Sprosse. Entgegen dem Strom der Kohlenhydrate vom Spross wird so durch Ammonium als „CULTAN“ von den Wurzeln eine ausgewogene Versorgung der gesamten Pflanze mit Kohlenhydraten und organischen N-Verbindungen erreicht. Der Stoffwechsel der Pflanzen sowie die physiologische Wirksamkeit von Kohlenhydraten und organischen N-Verbindungen sind über die kontrollierte Aufnahme von Ammonium „wurzel-dominant“ geprägt. Dieses ist von besonderer Bedeutung für die Entwicklung der heterotroph wachsenden Organe der Pflanzen, wie die Wurzeln und Stängel, sowie die Zwischenspeicherung von Assimilaten in den Halmen zur Translokation in die Ähren nach der Blüte. Es entwickeln sich gesunde Pflanzen mit gut entwickelten Wurzelsystemen, großen Ähren und großen Fahnenblättern bei verminderter Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und hoher Resistenz gegen Dürren.

Zu b) Phytohormonelle Steuerung von Wachstum und Entwicklung

Das Wachstum und die Entwicklung des Getreides werden im wesentlichen durch drei Phytohormone gesteuert. Sie werden als Auxin und Gibberellin, verantwortlich für die Bestockung und das Längenwachstum der Pflanzen, bevorzugt im Spross und als Cytokinine, verantwortlich für

die Zellteilungen, die Entwicklung großer Ähren und großer Fahnenblätter, bevorzugt in den Wurzeln der Pflanzen gebildet. Das bedeutet, dass durch einen „sprossdominanten“ Stoffwechsel der Assimilate mit Nitrat und Harnstoff als N-Versorgung die Bildung von Auxin und Gibberellin gegenüber Cytokinin und durch einen „wurzeldominanten“ Stoffwechsel der Assimilate mit Ammonium als „CULTAN“ als N-Versorgung die Bildung von Cytokinin gegenüber Auxin und Gibberellin begünstigt wird. Die phytohormonelle Steuerung des Wachstums und der Entwicklung wird beim Getreide folglich wesentlich durch die Art der N-Versorgung positiv oder negativ beeinflusst. Dieses wird dadurch bestätigt, dass es bei konventioneller N-Düngung sinnvoll ist, das Getreide mit Wirkstoffen zur Verkürzung der Halme zu spritzen. Entsprechende Spritzungen sind bei der „CULTAN“-Düngung nicht erforderlich bzw. sollten sogar unterbleiben, um die Übersteuerung von Halmverkürzungen zu vermeiden, die sich negativ auf die Erträge auswirken können.

4. „CULTAN“-Düngung in der Praxis

Beim Getreide sind die Wechselwirkungen zwischen dem Stoffwechsel der Kohlenhydrate und den organischen N-Verbindungen in den Pflanzen in Abhängigkeit von der Art der N-Versorgung als Ammonium, Nitrat oder Harnstoff sowie der phytohormonellen Steuerung in ihren Auswirkungen auf das Wachstum und die Ertragsbildung außerordentlich komplex. Dessen ungeachtet ist bei der „CULTAN“-Düngung beim Getreide eine am Ertrag und Qualität orientierte Bestandesführung problemlos, wenn folgende Regeln eingehalten werden:

4.1 Steuerung wurzeldominanten Wachstums

Zum Termin der „CULTAN“-Düngung sollen junge Getreidepflanzen im Wachstum „wurzeldominant“ geprägt sein. Das heißt, sie sollen über ein relativ großes Wurzelsystem im Verhältnis zum Spross verfügen. Damit weisen sie gleichzeitig im phytohormonellen Gleichgewicht relativ hohe Gehalte an Cytokinin gegenüber



Abb. 2: „CULTAN“-Düngung beim Getreide im Stadium EC 29/30, Ende der Bestockung/Beginn des Schossens, bei latentem N-Mangel

Auxin und Gibberellin auf. Aufgrund dessen wird im meristematischen Gewebe der Getreidepflanzen die Teilung der Zellen gegenüber ihrer Streckung betont. Das ist bei der Keimung des Saatguts der Fall, weil die Entwicklung der ersten Wurzeln deutlich vor der Keimung des Sprosses erfolgt. Darüber hinaus gilt diese Gesetzmäßigkeit für junge Getreidepflanzen, die bis zum Ende ihrer Bestockung/Beginn des Schossens (Stadium EC 29 bis 31), dem Beginn der Anlage der letzten Blätter und der Ähren in den sog. Primordien, in den latenten N-Mangel hineinwachsen. Beim Weizen wird so gesichert die Entwicklung gesunder Pflanzen mit großen Fahnenblättern und großen Ähren erreicht.

4.2 Auswahl der „CULTAN“-Dünger

Zur „CULTAN“-Düngung sollen beim Getreide nur reine Ammonium-Dünger angewandt werden, wie: NH_3 -Gas; Ammoniakwasser; Ammoniumsulfat, Ammoniumphosphate, Gülle oder deren Mischungen. Sie erhalten beim Getreide nicht nur eine eingeleitete wurzeldominante Entwicklung, sondern prägen sie weiter aus.

Nitrat und Harnstoff scheiden auch in Mischungen mit Ammonium beim Getreide grundsätzlich als Alternativen zur „CULTAN“-Düngung aus. Diese N-Formen heben beim Getreide wurzeldominante Entwicklungen zugunsten sprossdominanten Wachstums auf. Sie stellen bei den Pflanzen eine gegen Krankheiten und Dürren widerstandsfähige

Entwicklung sowie eine befriedigende Ertragsbildung infrage.

4.3 Bemessung der „CULTAN“-Düngung

Die Bemessung der Höhe der N-Gaben zum Getreide erfolgt bei der „CULTAN“-Düngung nach den durch Körner und Stroh zu erwartenden N-Entzügen unter Berücksichtigung der N-Nachlieferung vom Boden. Dabei hat es sich als Vorteil erwiesen, wenn die N-Nachlieferung möglichst gering ist.

Bei der „CULTAN“-Düngung zu niedrig bemessene N-Gaben können prinzipiell durch eine N-Spättdüngung als Kopfdünger ergänzt werden. Dabei haben bisherige Erfahrungen jedoch gezeigt, dass dann während der Abreife des Getreides wie bei konventionellen Verfahren der Kopfdüngung Infektionen durch Mehltau deutlich zunehmen, was hinsichtlich des Pflanzenschutzes berücksichtigt werden sollte.

4.4 Durchführung der „CULTAN“-Düngung

Teure Düngegeräte sowie die gewerbliche Durchführung der „CULTAN“-Düngung erfordern eine rationelle Nutzung der Düngeperiode im Frühjahr. Dabei ist zu berücksichtigen, dass beim Getreide die „CULTAN“-Düngung zum optimalen Düngungstermin erfolgen soll, um sein Ertragspotential voll ausschöpfen zu können. Das heißt, zum Termin der „CULTAN“-Düngung sollen sich die jungen Getreidepflanzen in einer wurzeldominanten Wachstumsphase mit einem relativ großen Wurzelsystem

im Verhältnis zum Sproß befinden.

In einer wurzeldominanten Wachstumsphase befindet sich junges Getreide nach der Aussaat, weil vor der Entwicklung der Sprosse die Keimwurzeln heranwachsen und so diese Getreidepflanzen über ein relativ großes Wurzelsystem im Verhältnis zum Sproß verfügen. Das heißt:

- Beim Sommergetreide erfolgt die „CULTAN“-Düngung mit der Aussaat.
- Wintergetreide, das nach einer Vorfrucht, wie z.B. Getreide, mit geringer N-Nachlieferung vom Boden angesät wird, erhält eine N-Startdüngung als Ammonium-Unterfußdüngung. Auf diese Weise wird das wurzeldominante Wachstum keimender Getreidepflanzen stabilisiert. Dieses Wintergetreide kann mit guten Ertragsersparungen vom Beginn des Frühjahrs bis zum latenten N-Mangel im Stadium EC 29/30 Ende der Bestockung/Beginn des Schossens die „CULTAN“-Düngung erhalten. Auf diese Weise können Düngungstermine erheblich entzerrt werden.

- Wintergetreide, das nach einer Hackfrucht als Vorfrucht auf der Basis der N-Nachlieferung vom Boden heranwächst, befindet sich im folgenden Frühjahr in einer sprossdominanten Wachstumsphase. Um diese Getreidepflanzen in wurzeldominantes Wachstum zu überführen, müssen sie im Stadium EC 29/30 in den latenten N-Mangel hineinwachsen, da N-Mangelpflanzen stets ein relativ großes Wurzelsystem im Verhältnis zum Spross aufweisen. Zu diesem Zeitpunkt soll dann die „CULTAN“-Düngung erfolgen (Abb. 2).

Wird aufgrund zu hoher N-Nachlieferung vom Boden bei den Getreidepflanzen im Stadium EC 29/30 latenter N-Mangel nicht erreicht, dann muß die „CULTAN“-Düngung bis zum Beginn des Schossens im Stadium EC 31 erfolgen.

KONTAKT

Prof. Dr. Dr. h. c. Karl Sommer
Bonn
Anfragen nimmt die Redaktion entgegen.