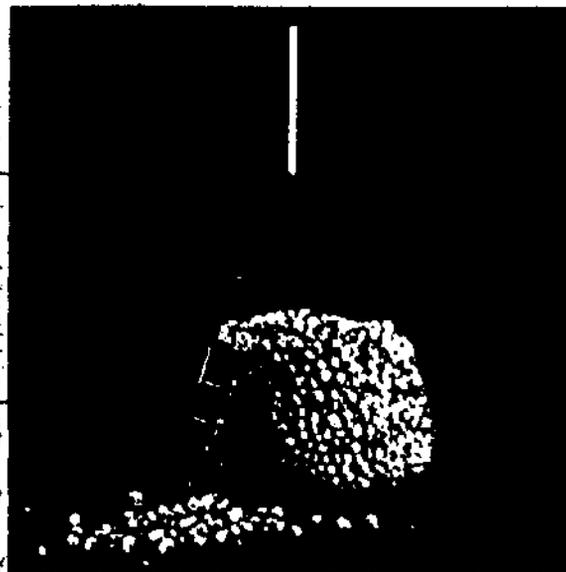


**Düngen  
mit einer neuen  
Technologie**

***Innovation in der Düngung***



**ENTEC**

***Wissenschaftliches Kolloquium  
Agrarzentrum der BASF  
Limburgerhof am 17. und 18. Mai 1999***

**BASF**

# **Optimierte Einsatzstrategie für NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-stabilisierte Dünger – Erträge, N-Verluste, Langzeiteffekte –**

R. Gutser, Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Technische Universität München-Weihenstephan

Arbeitsgruppe

Doktoranden: Gerhard Barth  
Werner Linzmeier

wissenschaftliche Betreuung: Urs Schmidhalter  
Sabine v. Tucher  
Reinhold Gutser

Seit etwa 25 Jahren beschäftigt sich die agrilkulturchemische Forschung mit Entwicklung und Einsatzstrategien synthetisch hergestellter Nitrifikationsinhibitoren. Für den in der BRD zugelassenen Wirkstoff Dicyanamid (DCD) liegen nunmehr etwa 20jährige Erfahrungen in Kombination mit Ammonium- bzw. Harnstoff-haltigen Mineraldüngern oder Wirtschaftsdüngern (Gülle) vor – unser Lehrstuhl arbeitet seit 1975 an dieser Entwicklung mit (erste Publikationen: Amberger und Gutser, 1978; Vilsmeier und Amberger, 1978).

Die Eigenschaften des neu entwickelten Wirkstoffes DMPP wurden in den bisherigen Vorträgen aus verschiedener Sichtweise detailliert vorgestellt:

- Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß die DMPP-Konzentration mit ca. 0.3% nur etwa 1/10 der Konzentration von DCD mit 3% am Düngemittel beträgt.
- DMPP weist gegenüber DCD eine geringere Mobilität im Boden auf, die in etwa der des NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Stickstoffs entsprechen dürfte.

Hieraus lassen sich grundsätzliche Vorteile für eine vor allem zeitlich ausreichende Verzögerung der Nitrifikation des Düngerstickstoffes im Boden ableiten (geringere Entmischung von Wirkstoff und Substrat).

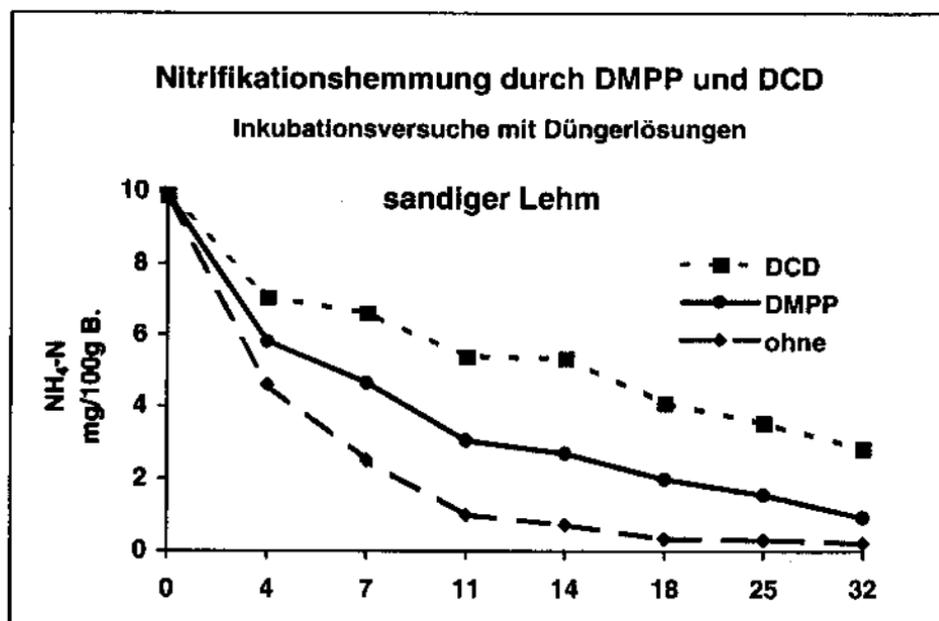
In den hier vorgestellten Modelluntersuchungen zur Nitrifikationshemmung auf unterschiedlichen Böden mit variablen Eigenschaften (z.B. Ton-, Humusgehalt, biologischer Aktivität, Temperatur und Feuchte) wurde DMPP stets im Vergleich zum Standard DCD bewertet. In den Freilandversuchen bezüglich der N-Wirkung (Erträge, N-Aufnahme der Pflanzen sowie N-Verlusten) erfolgte zudem der

Vergleich der DMPP-haltigen Dünger mit der Leistung optimal applizierter konventioneller Mineraldünger (Kalkammonsalpeter (KAS) in mehreren Teilgaben).

### 1 Nitrifikationshemmung in Modell- und Freilandversuchen (Abb.1-4)

DMPP und DCD bewirkten in üblichen (in Düngemitteln enthaltenen) Konzentrationen auf beiden ausgewählten Böden (sL, IS) eine gute Hemmung der Nitrifikation des Dünger-N (Abb.1). Das Ausmaß und der zeitliche Verlauf der Hemmung war bodenabhängig: auf sL allgemein längere Wirkung - Vorteile für DCD (stärkere Sorption von DMPP); auf IS Vorteile für DMPP als Folge eines langsameren Abbaus (?). DMPP, im Düngergranulat appliziert und in den Boden eingemischt, führte auf beiden Böden zu einer merklichen Verlängerung der  $\text{NH}_4^+$ -Phase (Abb.2) und somit auch auf dem Sandboden zu einer Verzögerung der Nitrifikation um 3 – 4 Wochen.

Abbildung 1:



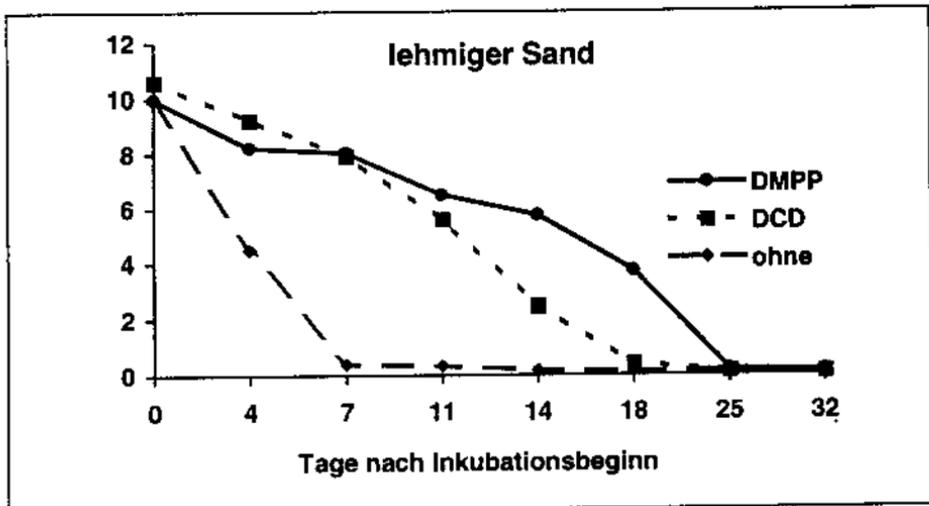
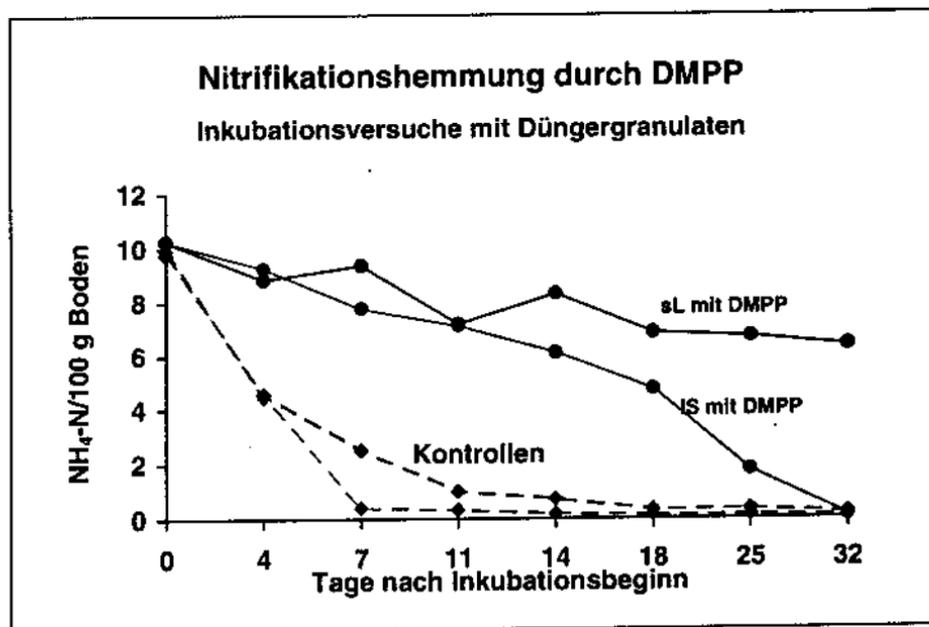


Abbildung 2:



Auch unter üblichen Freilandbedingungen zeigten oberflächlich zu Winterweizen verabreichte NI-haltige Düngergranulate auf beiden Böden eine über 7 – 8 Wochen nachweisbare Nitrifikationshemmung (Abb.3 u. 4); die beiden Wirkstoffe unterschieden sich nur unwesentlich.

Abbildung 3:

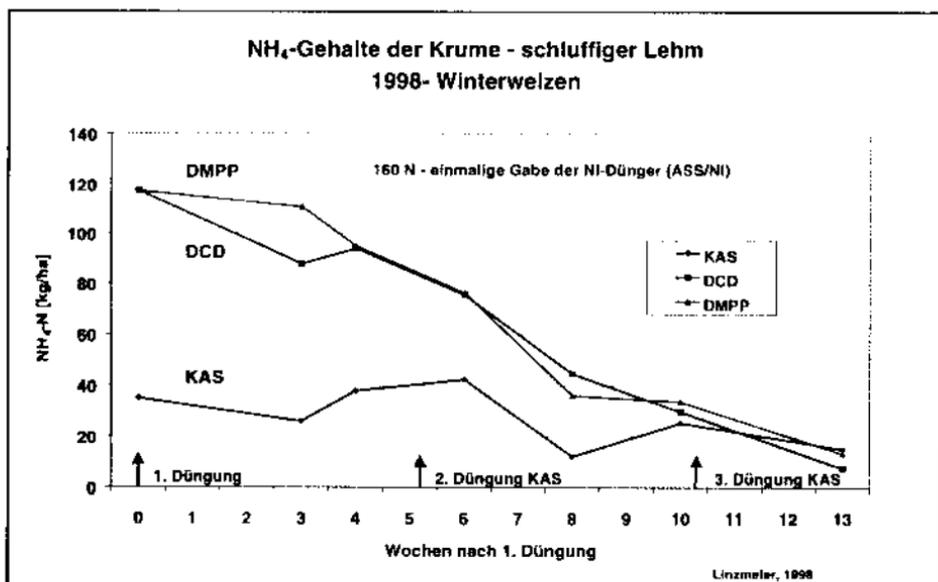
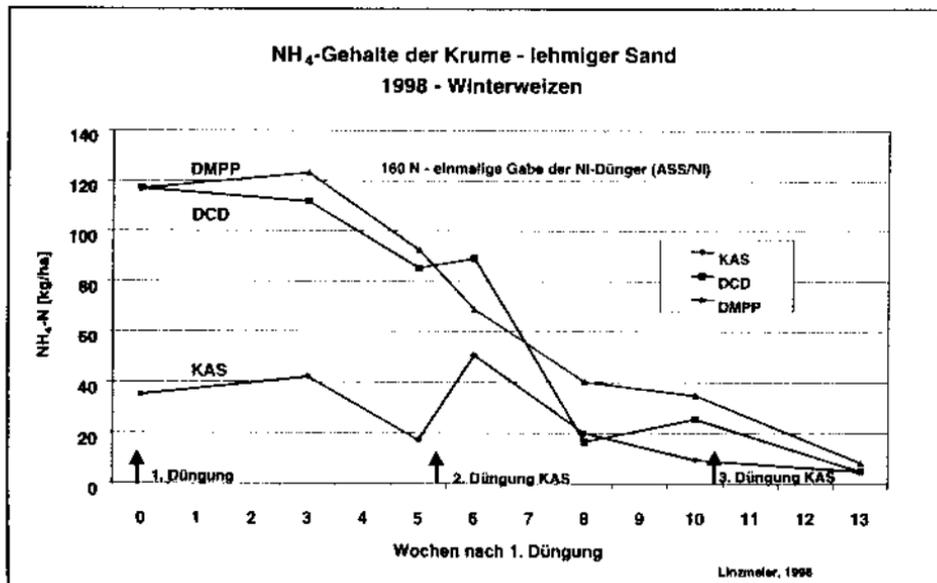


Abbildung 4:



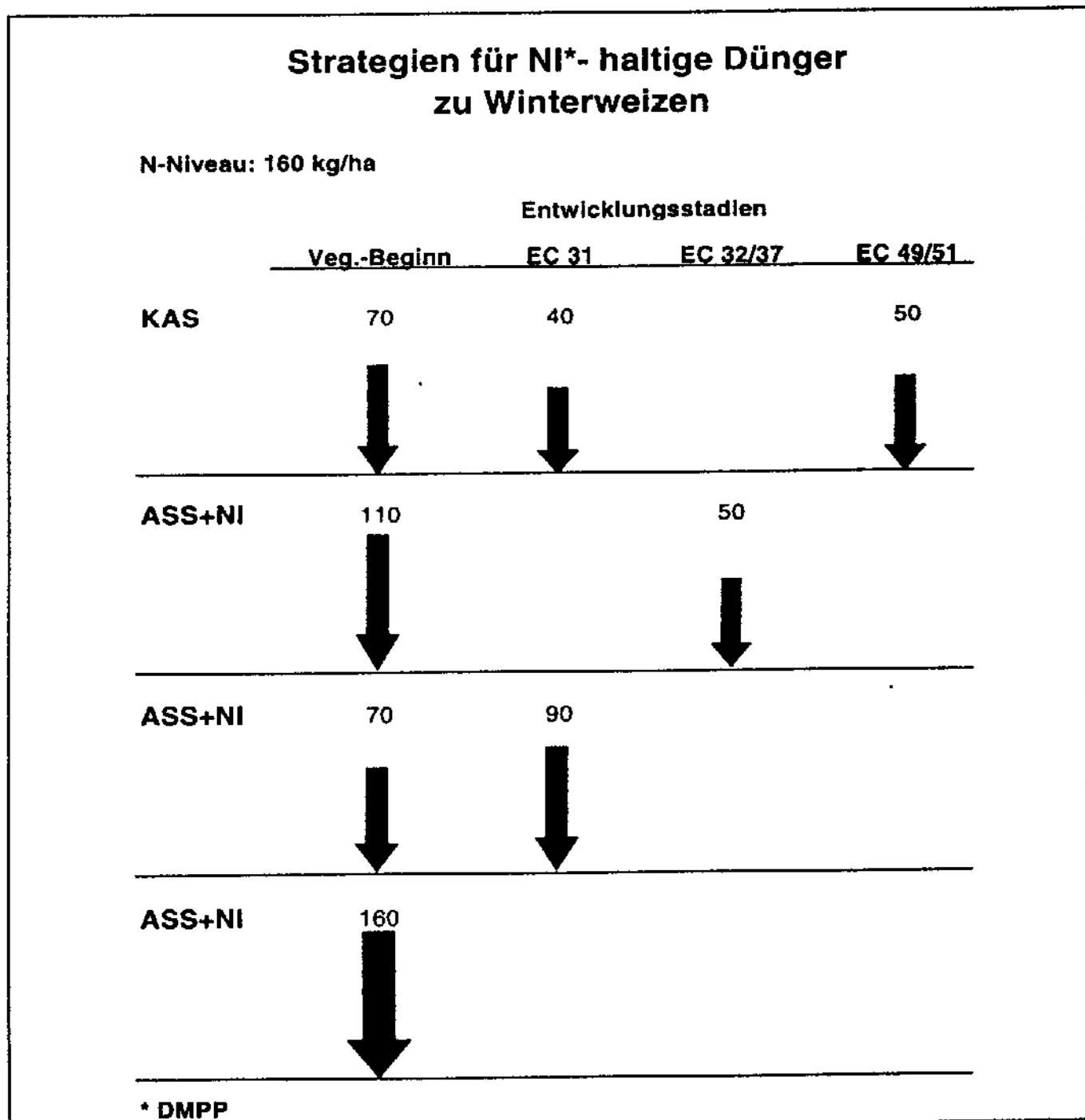
## 2 Optimierte Einsatzstrategien DMPP-haltiger N-Dünger

Im Rahmen dieses Vortrages werden 2jährige Ergebnisse aus Düngungsversuchen im Raum Freising (800 mm Jahresniederschlag) auf tiefgründigen Böden (uL und IS) zu Winterweizen wiedergegeben. Es handelt sich um durchwegs günstige Ackerstandorte mit geringer Auswaschungsgefährdung während der Vegetationszeit.

### 2.1 Einsatzstrategien

Um Teilgaben gegenüber dem KAS-System (3 Teilgaben) einzusparen, wurden frühjahrs- (110 N) und schoßbetonte (90 N) Varianten sowie einmalig hohe N-Andüngung (Extremstrategie!) zu Vegetationsbeginn geprüft.

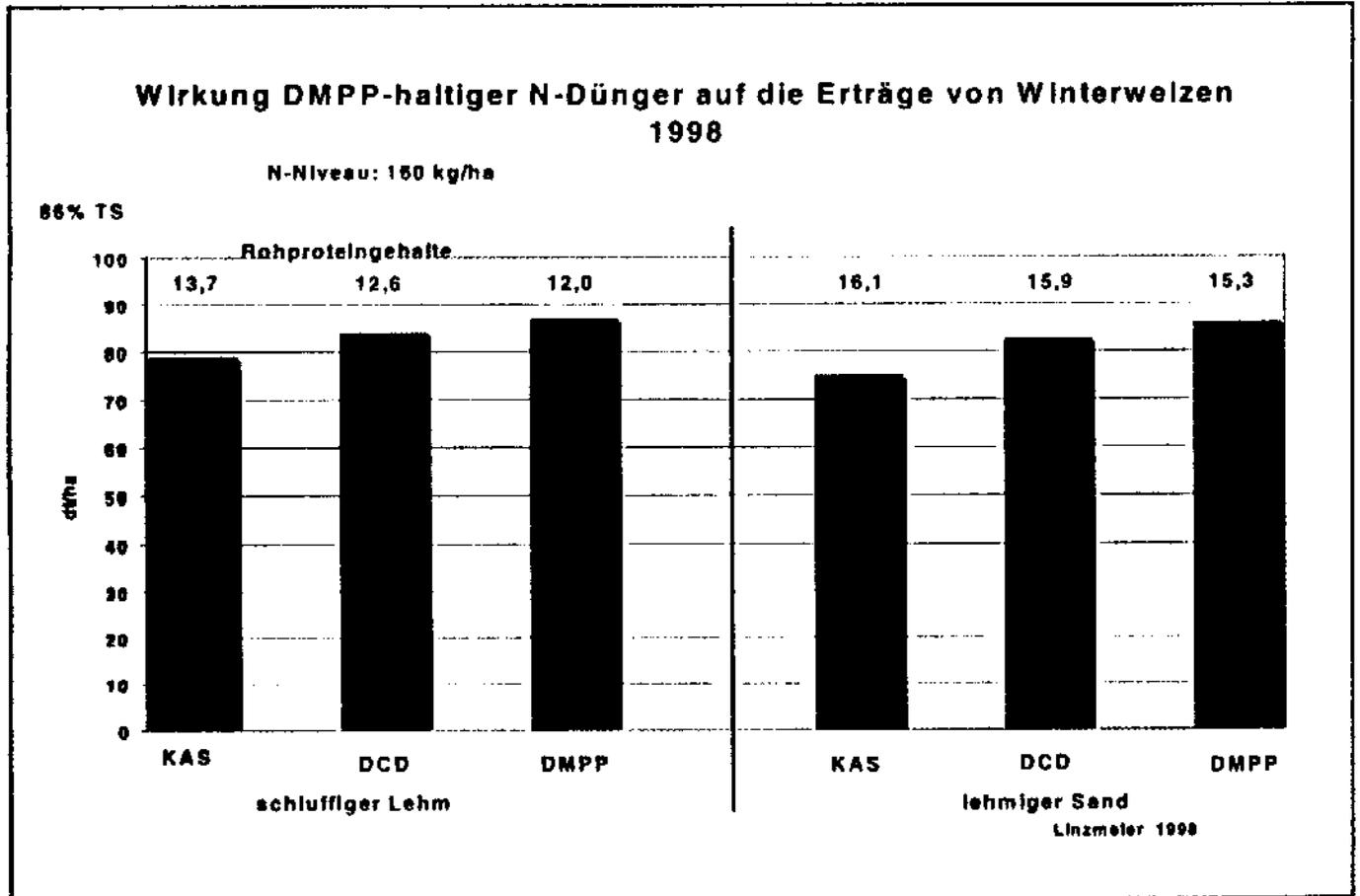
Abbildung 5:



## 2.2 Erträge und N-Aufnahme (Proteingehalte)

Grundsätzlich erzielten beide NI-Wirkstoffe gute Ergebnisse, in der Variante 160 N zu Vegetationsbeginn mit geringen Ertragsvorteilen für die DMPP-Kombination (Abb.6); gegenüber dem Vergleichsdünger KAS (3 Teilgaben) wurden höhere Erträge, allerdings mit deutlich niedrigeren Proteingehalten der Körner erreicht.

Abbildung 6:



Im folgenden werden nur noch die mit DMPP erzielten Ergebnisse wiedergegeben. Die in 2 Teilgaben gesplitteten Varianten ASS/DMPP erzielten 1997 auf beiden Standorten deutliche, 1998 nur auf dem Sandboden Mehrerträge gegenüber dem KAS-Glied (Abb.7 u. 8). Auch eine Steigerung der KAS-Düngung von 160 auf 200 N konnte 1997 die DMPP-Varianten (160 N) nicht erreichen. Auf Basis von 160 N brachte KAS als Folge der Spätdüngung Vorteile im Proteingehalt der Körner.

Abbildung 7:

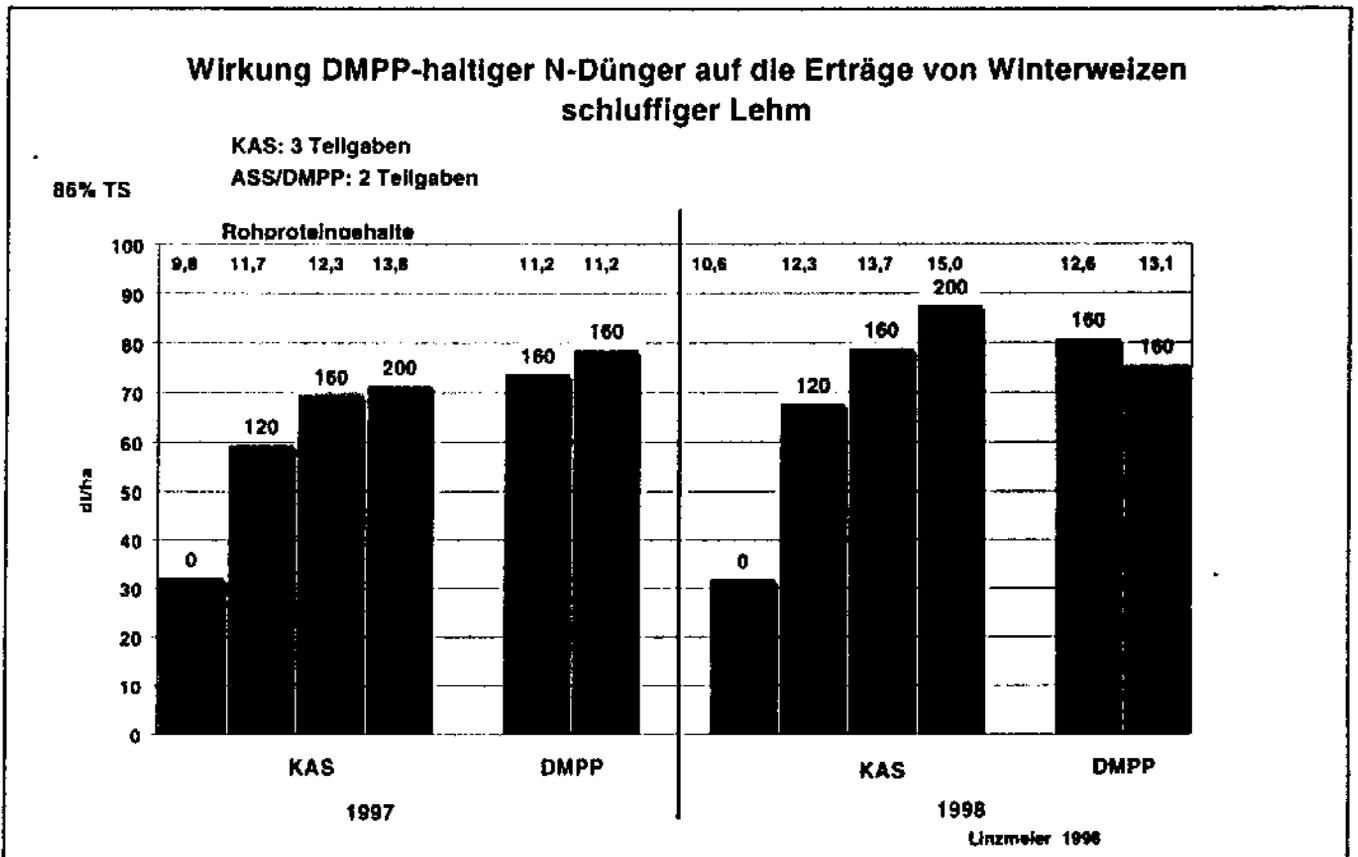
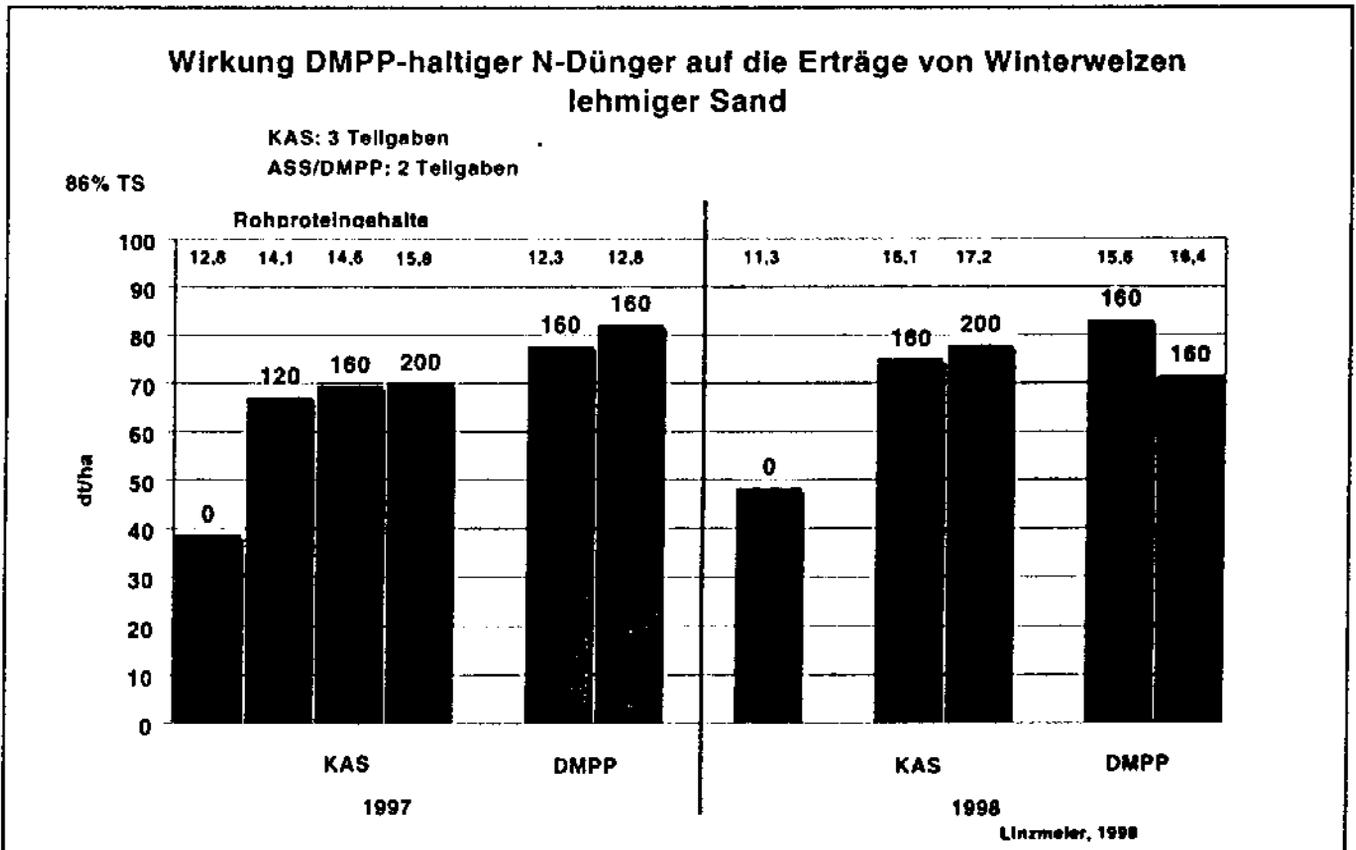
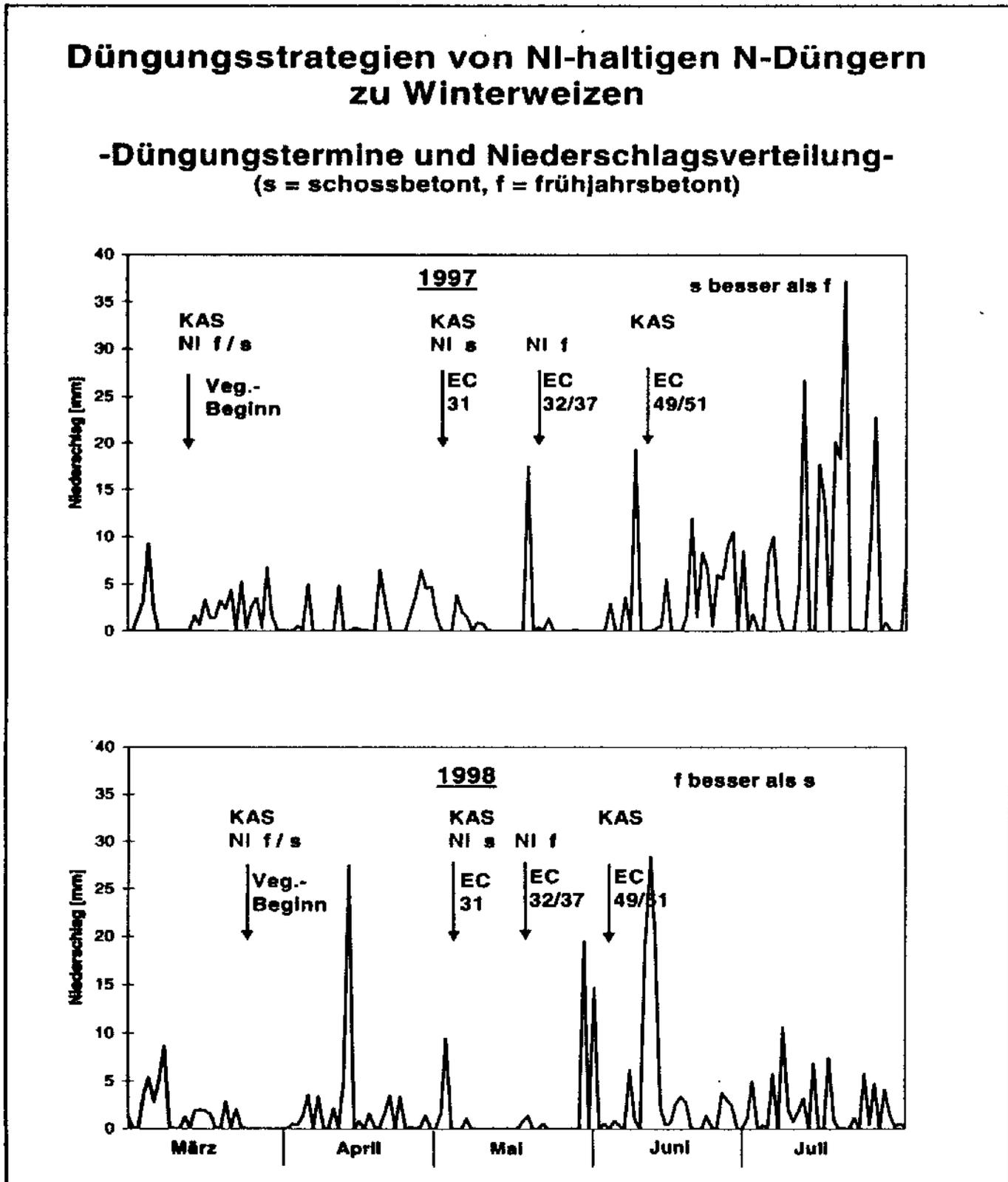


Abbildung 8:



Die Vorzüglichkeit einer frühjahrs- oder schoßbetonten Strategie fand im wesentlichen ihre Erklärung in der Niederschlagsverteilung des jeweiligen Jahres (Abb. 9). 1997 brachten ausreichende Niederschläge während der Schoßphase Vorteile, 1998 Trockenheit im gleichen Zeitraum erhebliche Nachteile für die schoßbetonte N-Düngung. Grundsätzlich ermöglichen die NI-Kombinationen eine kräftige Andüngung ohne Gefahr einer N-Übersorgung im Jugendwachstum, so daß auch in einem niederschlagsarmen Jahr eine gute N-Verwertung möglich wird.

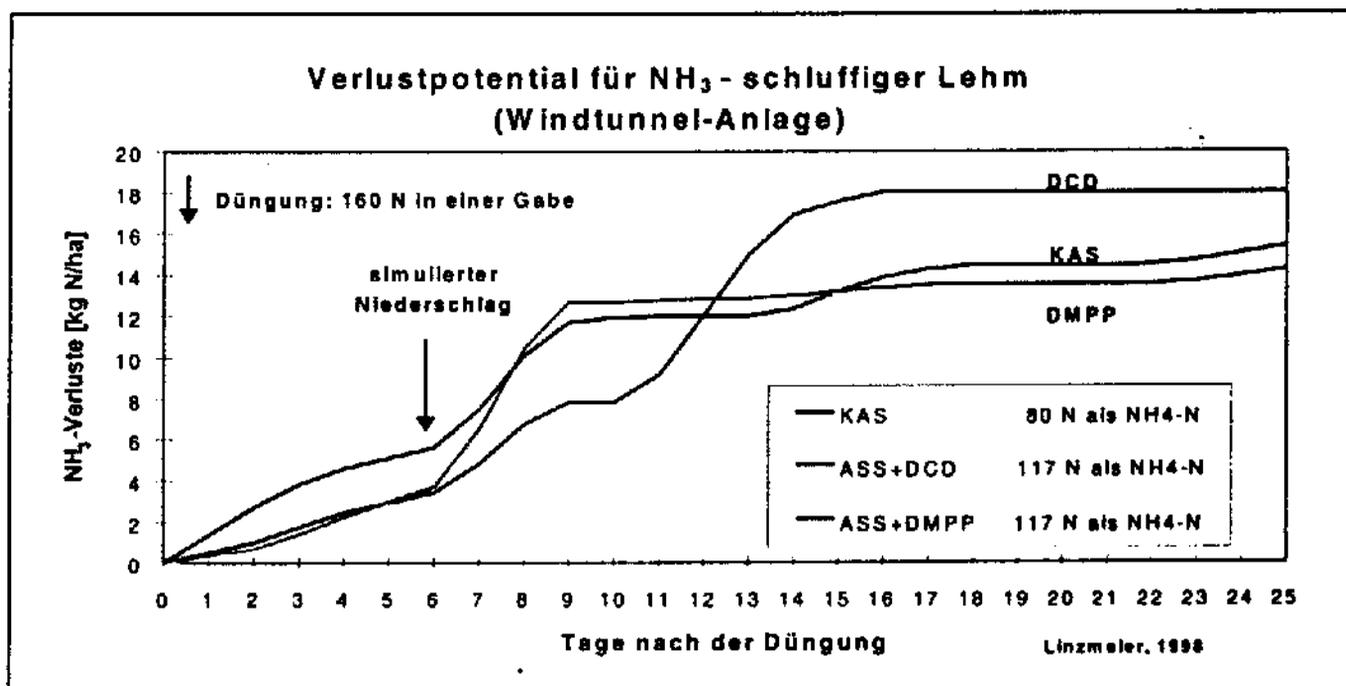
Abbildung 9:



### 3 N-Verluste in düngerspezifischen Einsatzstrategien

Untersuchungen im Windtunnel bestätigen die bereits früher in ähnlichen Messungen mit DCD erzielten Ergebnisse (Amberger, 1989). Die Kombination von Nitrifikationsinhibitoren mit Ammoniumdüngern verändern nicht das  $\text{NH}_3$ -Verlustpotential dieser N-Düngemittel. Trotz höherer  $\text{NH}_4^+$  Zufuhr lag das  $\text{NH}_3$ -Verlustpotential für ASS/DMPP bzw. DCD ähnlich hoch wie das von KAS (Abb.10). Die Stabilität der Granulate dürfte hier eine wichtige Rolle spielen.

Abbildung 10:



Im Düngungssystem mit NI ( $\text{NH}_4/\text{DCD}$ ) fand Kilian (1997) deutlich geringere  $\text{N}_2\text{O}$ -Verluste als in Vergleichsvarianten mit Teilgaben von Nitratdünger (Abb.11), die sowohl auf eine langsamer ablaufende Nitrifikation als auf geringere  $\text{NO}_3$ -Gehalte der Böden (Verlustpotential durch Denitrifikation) zurückgeführt werden. Dieses Ergebnis konnte 1997 im Freiland auf schluffigem Lehm zu Winterweizen grundsätzlich bestätigt werden: bis 4 Wochen nach der Applikation bewirkte die Düngerkombination ASS/DMPP nahezu gleiche  $\text{N}_2\text{O}$ -Verluste wie der Vergleichsdünger ASS/DCD (Abb.12).

Abbildung 11:

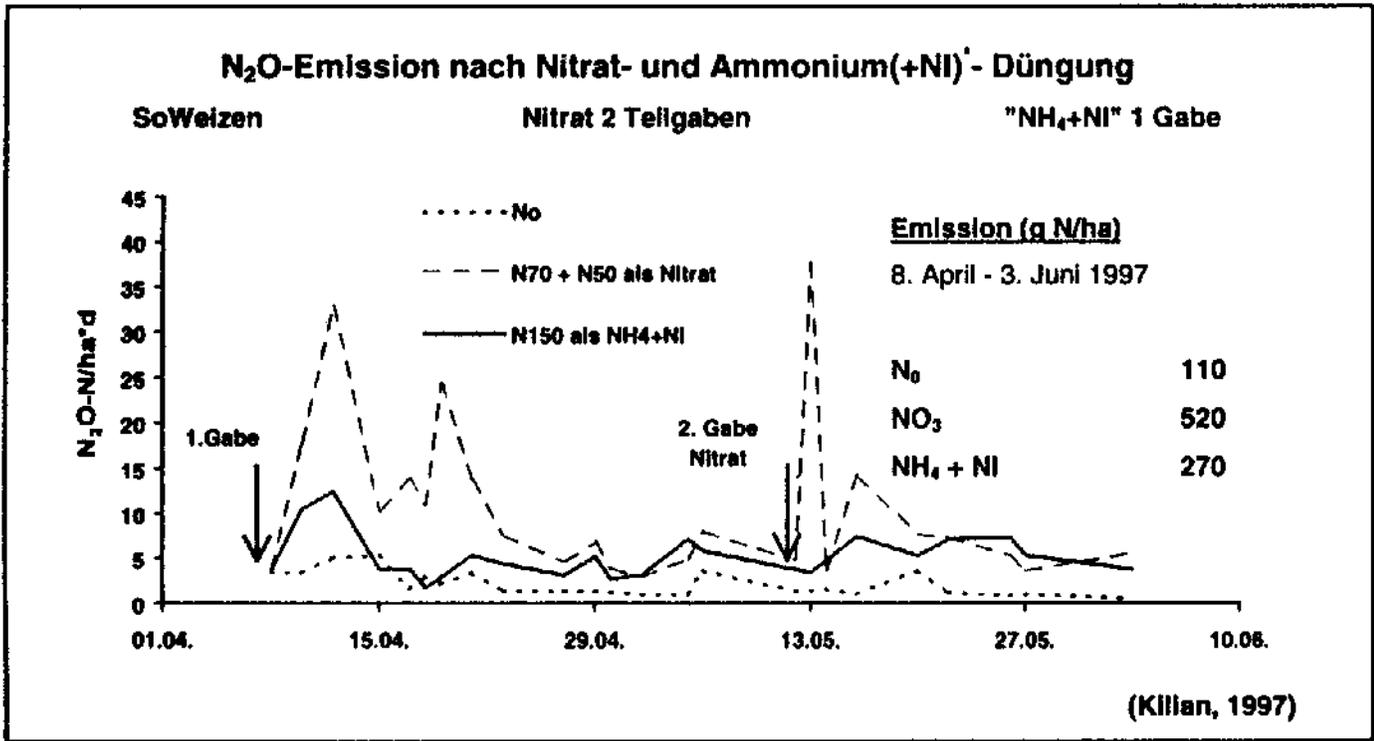
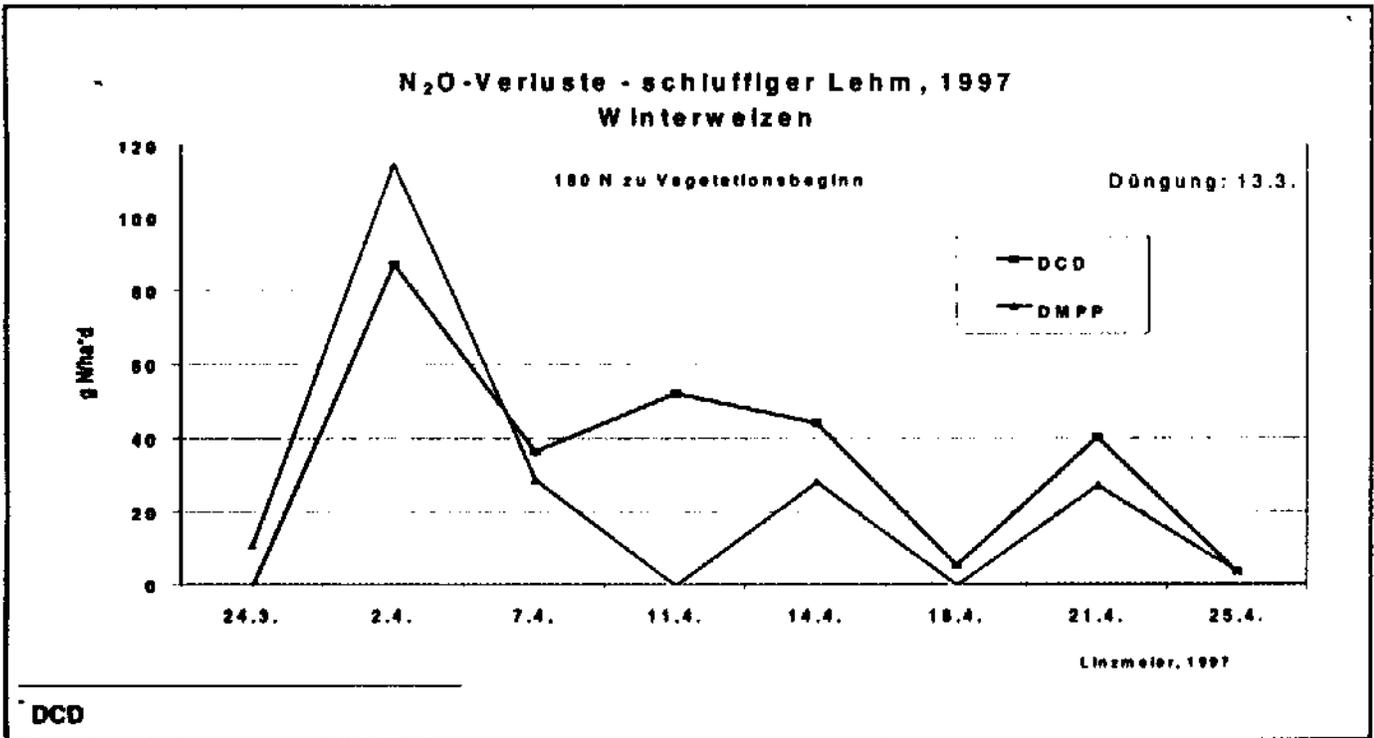


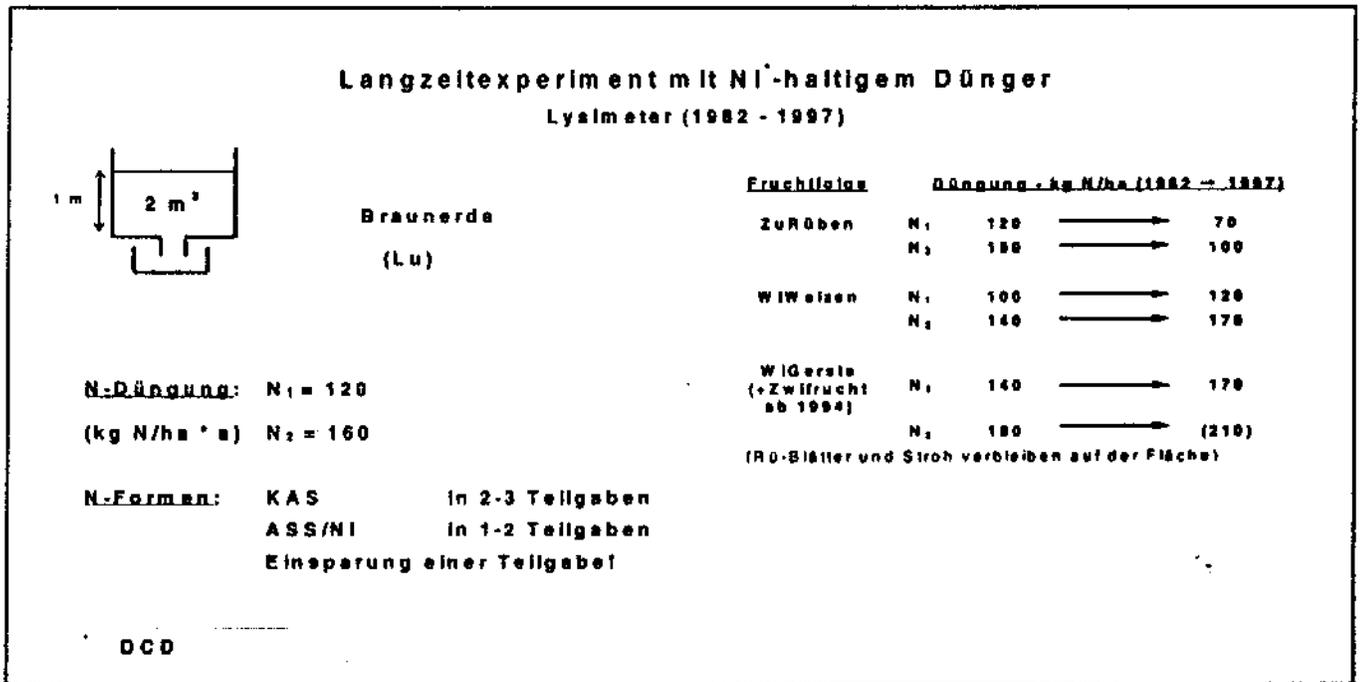
Abbildung 12:



#### 4 Langzeitwirkung

In einem nunmehr 19jährigen Langzeitexperiment im Weihenstephaner Lysimeter wurden auf 2 N-Niveaus DCD-stabilisierter ASS sowie KAS in spezifischen Einsatzstrategien (NI-Variante mit Einsparung von Teilgaben) in ihrer Wirkung auf die Pflanzenerträge und N-Verluste durch Auswaschung geprüft (Abb.13).

Abbildung 13:



Auf beiden N-Stufen, insbesondere in Stufe N<sub>2</sub>, bewirkte der NI-haltige Dünger Mehrerträge und einen Rückgang der Nitratauswaschung um im Mittel 7 kg N/ha\*a bzw. 8 mg NO<sub>3</sub>-N/l Sickerwasser (Tab.1). Der Ertragsvorteil ergab sich in erster Linie in der hohen N-Stufe zu Winterweizen, aber insbesondere Wintergerste (Tab.2). Durch dieses Langzeitexperiment wird belegt, daß auch auf weniger auswaschungsgefährdeten Standorten NI-haltige N-Dünger in angepaßten Einsatzstrategien gegenüber konventionellen N-Düngern eine bessere N-Verwertung und geringere Verluste durch Nitratauswaschung ermöglichen.

Tabelle 1:

**Langzeitexperiment mit NI-haltigem Dünger**  
Lysimeter (1982 - 1997)

Untersuchungsgröße	N <sub>1</sub>		N <sub>2</sub>		N <sub>0</sub>
	KAS	ASS/NI	KAS	ASS/NI	
Erträge (rel.)	= 100	103	110	115	56
Auswaschung (kg N/ha*a)	30	28	37	30	31
Sickerwasser (mm/a)	282	270	274	258	374
Nitratgehalt im Sickerwasser (mg NO <sub>3</sub> /l)	49	46	59	51	36

Tabelle 2:

## Langzeitexperiment mit NI-haltigem Dünger

Lysimeter (1982 - 1997)

### Erträge (Körner, Rüben)

(N<sub>1</sub> - KAS = 100)

Düngung	ZuRüben	WiWeizen	WiGerste
N <sub>1</sub> - ASS/NI	100	99	112
N <sub>2</sub> - KAS	106	110	113
N <sub>2</sub> - ASS/NI	109	118	126
N <sub>0</sub>	74	45	43

### Zusammenfassung

DMPP zeigte auf sämtlichen geprüften Böden mit stark differierenden Eigenschaften eine sichere Verzögerung der Nitrifikation des Düngerstickstoffs. Dadurch werden spezifische Einsatzstrategien DMPP-haltiger N-Dünger, insbesondere durch Einsparung von Teilgaben gegenüber konventionellen Düngern, ermöglicht. Auf gleichem N-Niveau (160 kg N/ha) erreichten NI-Dünger höhere Winterweizenerträge: NI-Dünger ermöglichen eine höhere Andüngung im Frühjahr ohne Gefahr der Überversorgung des Weizens in der Jugendphase, so daß auch in trockenen Jahren eine sichere N-Verwertung erzielbar ist.

Die Kombination der Nitrifikationsinhibitoren mit Ammoniumdüngern führt zu keiner Erhöhung der NH<sub>3</sub>-Verluste und vermindert zugleich N<sub>2</sub>O-Emissionen.

Im Langzeitexperiment bestätigt sich die Steigerung der Effizienz von N-Düngern durch Kombination mit Nitrifikationsinhibitoren.

**Literatur:**

- Amberger, A. 1989:  $\text{NH}_3$ -Verluste aus der Anwendung organischer und anorganischer Dünger. – VDLUFA-Schriftenreihe 30 (103 – 108), Kongreßband 1989.
- Amberger, A. und Gutser, R. 1978: Umsatz und Wirkung von Harnstoff-Dicyandiamid- sowie Ammonsulfat-Dicyandiamid-Produkten zu Weidelgras und Reis. – Z. f. Pflanzenernährung und Bodenkunde 141, (553 – 556).
- Kilian, A. 1997: N-Verluste als Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) aus unterschiedlich gedüngten Böden. – Forschungsvorhaben, Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Projekt-Nr. A/94/5, 1997.
- Vilsmeier, K. und Amberger, A. 1978: Modell- und Gefäßversuche zur nitrifikationshemmenden Wirkung von Dicyandiamid. – Landw. Forschung 32, Sh. 35, (243 – 248).

**Anschrift der Verfasser:**

Dr. R. Gutser  
Lehrstuhl für Planzenernährung  
Technische Universität München-Weihenstephan  
Versuchsgut Dürrnast  
85354 Freising