

Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim Kutschenweg 20 76287 Rheinstetten	
 +49 721 9518-30  +49 721 9518-202	
 <a href="mailto:poststelle@lap.bwl.de">poststelle@lap.bwl.de</a>  <a href="http://www.lap.bwl.de/">http://www.lap.bwl.de/</a>	

<b>Wirkung verschiedener Düngungssysteme zu Körnermais auf Sandboden</b>	Paul Schweiger
	NSI-Produkt: Prod.-Technik
	Stand: 30.07.04 09:21

Körnermais, Foto, Stickstoff, Düngung, Entec, Nitrat, N-Bilanz, Sandboden, Düngungssysteme.

Auf Sandböden besteht immer ein gewisses Risiko einer erhöhten Nitratauswaschung wenn nach der Saat bzw. nach der Düngung der N-Bedarf der angebauten Frucht längere Zeit nicht hoch ist und größere Mengen an Niederschlag anfallen. Ein solcher Fall kann bei Körnermais eintreten, zumal auf leichten Böden die Beregnung üblich ist und die Auswaschungsgefahr sogar noch erhöhen kann.

Als vorbeugende Maßnahme bietet sich die Verwendung von stabilisierten N-Düngern oder Düngungsverfahren (CULTAN) an, die mit einer zeitlich verzögerten Umsetzung des Ammoniums zu Nitrat die Auswaschungsgefahr mindern und zugleich eine an den Bedarf der Kulturpflanze besser angepasste N-Versorgung gewährleisten.



Körnermais zum Erntezeitpunkt (Foto: Schweiger)

Die LAP Forchheim hat dazu auf ihren Flächen eine Versuchsreihe mit Körnermais zur Prüfung von ENTEC® in verschiedenen Düngungssystemen in den Jahren 2000 bis 2003 durchgeführt und die Auswirkungen auf Wachstum, Ertrag und N-Bilanz geprüft (Tab. 1). Die zu Beginn geprüften Varianten wurden in den Folgejahren etwas verändert und damit laufend den gewonnen Erkenntnissen Rechnung getragen (siehe Tab. 2).

## Versuchsdurchführung

### Standorteigenschaften

Bodentyp: Parabraunerde; Sandboden der Oberrheinebene (lehmgiger Sand); Höhenlage: 117 m ü. NN; Ackerzahl: 24 – 32; pH-Wert: 5.6 – 6.0; Humus: 1.6 – 2.0 %; Nährstoffversorgung: B – C; Niederschläge: 790 l/m<sup>2</sup>, davon 50 % in der Vegetationszeit; Temperaturen: 10.2 °C Jahresmittel; Beregnung zu Kulturen mit hohem Wasserbedarf obligatorisch.

## Versuchspläne

Tab. 1: Grunddaten der Versuchsdurchführung

	2000	2001	2002	2003
Angebaute Sorte	Lob	Lob	Lob	Clarica
Saat	19.04.	27.04.	25.04.	24.04.
Ernte	06.10.	05.10.	07.10.	22.09.
Grunddüngung (kg Nährstoff/ha)	140 N, 120 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 250 K <sub>2</sub> O, 50 MgO	160 N, 120 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 240 K <sub>2</sub> O, 36 MgO	174 N, 120 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 240 K <sub>2</sub> O, 36 MgO	183 N, 120 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 240 K <sub>2</sub> O, 36 MgO
Pflanzenschutz	1.0 l/ha Mikado + 1.0 l/ha Motivell am 09.05; Trichogramma	1.0 l/ha Mikado + 1.0 l/ha Motivell am 22.05; Trichogramma	1.0 l/ha Mikado + 1.0 l/ha Motivell am 21.05; Trichogramma	2.0 l/ha Stopm SC am 02.05. + 1.3 l/ha Certrol B am 22.05.; Trichogramma
Beregnung	90 l/m <sup>2</sup> in 3 Gaben	180 l/m <sup>2</sup> in 6 Gaben	120 l/m <sup>2</sup> in 4 Gaben	120 l/m <sup>2</sup> in 4 Gaben
Witterungsverlauf	Sehr warm, mittlere Niederschläge	Kühl und trocken	Mittlere Temperaturen, feucht	Mittlere Temperaturen, sehr trocken

Tab. 2: Versuchsvarianten mit Körnermais in den einzelnen Jahren (X bedeutet, dass diese Variante im entsprechenden Jahr geprüft wurde)

Nr.	Variante	2000	2001	2002	2003
1	ohne N-Düngung	X	X	X	X
2	40 kg N als Entec (25+15) als UF <sup>1)</sup> + FD <sup>2)</sup> als KAS <sup>3)</sup> im 6-Blattstadium	X	X	X	X
3	40 kg N als Entec (25+15) als UF + FD als Entec-26 zur Saat	X	X	X	
4	40 kg N als Entec (25+15) als UF + FD als Entec-26 nach dem Auflaufen	X			
5	40 kg N als Entec (25+15) als UF + FD als Entec-26 zum 6-Blattstadium	X			
6	40 kg N als NP <sup>4)</sup> (25+15) als UF + FD als Entec-26 zur Saat	X	X	X	
7	Entec in einer Gabe zur Saat			X	X
8	30 kg N als Kalkstickstoff UF + FD als KAS in 6-Blattstadium		X	X	X
9	40 kg N als DAP <sup>5)</sup> UF + FD als KAS in 6-Blattstadium		X	X	X
10	Harnstoff in einer Gabe zur Saat		X	X	X
11	40 kg N als DAP UF + CULTAN <sup>6)</sup> Linieninjektion im 3-Blattstadium				X
12	40 kg N als DAP UF + CULTAN zur Saat in jede 2. Zwischenreihe				X
13	CULTAN Injektion in einer Gabe zur Saat				X

1) UF = Unterfußdüngung; 2) FD = Flächendüngung; 3) KAS = Kalkammonsalpeter; 4) NP = Stickstoff-Phosphat-Dünger;  
 5) DAP = Di-Ammon-Phosphat; 6) CULTAN = Depotdüngung mit Ammoniumsulfat-Harnstoff-Lösung mit Schwefel (20 + 6) durch Injektion in den Boden

## Ergebnisse

Durch die wechselnden Varianten der Düngung liegen de facto oft nur ein- oder zweijährige Ergebnisse vor; eine entsprechende Einschränkung der Aussagen ist daher nötig. Gleichwohl lassen sich einige wichtige Erkenntnisse zusammenfassen.

- Das Ertragsniveau an Körnern in den gedüngten Varianten (Tab. 3) lag in den vier Versuchsjahren mit Werten von 10.7 bis 12.7 t/ha vergleichsweise hoch, wobei das Jahr 2001 deutlich herausragte. Die Stroherträge schwankten dagegen etwas stärker; sie lagen im ersten Jahr bei über 14 t und fielen in den späteren Jahren auf unter 10 t ab. Diese Schwankungen sind der Jahresswitterung zuzuschreiben, sie haben mit der Düngerwirkung direkt nichts zu tun.

- Die Ertragsunterschiede der gedüngten Varianten liegen in der Größenordnung von 0.5 bis 1.0 t/ha. Aus wirtschaftlicher Sicht ist das sehr wohl bedeutend, da damit erhebliche Kostenunterschiede in der Düngung auszugleichen sind, bzw. ein monetärer Erfolg oder Misserfolg wesentlich beeinflusst wird. Die Variante „ohne N-Düngung“ zeigt den erwarteten Ertragsabfall, der erwartungsgemäß in den einzelnen Jahren sehr unterschiedlich ausfiel.

Tab. 3: Wirkung verschiedener Düngungssysteme auf den Körner- und Strohertrag von Körnermais auf Sandboden

Variante	Körnerertrag (t bei 86 % TM/ha)				Strohertrag (t TM/ha)			
	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003
ohne N-Düngung	6.8	6.8	5.3	8.9	9.0	9.8	7.0	9.1
40 kg Entec (25+15) als UF + FD als KAS im 6-Blattstadium	11.6	13.2	11.0	10.9	14.0	11.7	10.0	9.8
40 kg Entec (25+15) als UF + FD als Entec-26 zur Saat	11.1	12.8	11.0		13.9	11.7	10.4	
40 kg Entec (25+15) als UF + FD als Entec-26 nach dem Auflaufen	11.2				14.0			
40 kg Entec (25+15) als UF + FD als Entec-26 zum 6-Blattstadium	11.4				14.2			
40 kg NP <sup>4)</sup> (25+15) als UF + FD als Entec-26 zur Saat	10.9	12.8	10.8		14.6	11.6	9.6	
Entec in einer Gabe zur Saat			10.4	11.2			9.4	9.6
30 kg N Kalkstickstoff UF + FD als KAS in 6-Blattstadium		12.5	11.2	10.6		11.5	9.7	10.0
40 kg N DAP <sup>5)</sup> UF + FD als KAS in 6-Blattstadium		12.7	11.0	10.5		12.6	10.6	9.5
Harnstoff in einer Gabe zur Saat		12.2	10.6	11.0		11.0	9.2	9.7
40 kg N DAP UF + CULTAN <sup>6)</sup> Linieninjektion im 3-Blattstadium				10.7				9.3
40 kg N DAP UF + CULTAN zur Saat in jede 2. Zwischenreihe				10.2				8.8
CULTAN Injektion in einer Gabe zur Saat				10.4				10.5
Mittel der gedüngten Varianten	11.2	12.7	10.9	10.7	14.1	11.7	9.8	9.7

- Die Kombination einer Unterfußdüngung (UF) als Entec mit einer Flächendüngung im 6-Blattstadium – ebenfalls als Entec – bewährt sich sehr gut. Die Ausbringung der N-Düngung in einer Gabe führt zu unterschiedlichen Erfolgen: im Jahr 2002 fielen die Körnererträge sowohl nach Düngung mit Entec als auch mit Harnstoff etwas ab, im Jahr 2003 brachten beide Varianten ein gutes Ergebnis. Die Düngung im System „CULTAN“ fällt etwas ab (Ausnahme: Strohertrag bei Injektion in einer Gabe).
- Der N-Entzug mit den Körnern beträgt im Jahresmittel etwa 125 – 155 kg/ha (Tab. 4). Im Jahr 2001 lag der Wert am höchsten, bedingt durch sehr hohe Erträge. Die Variante „Entec + Entec im 6-Blatt-St.“ zeigt sich wiederum als sehr vorteilhaft, aber auch andere Kombinationen mit Unterfußdüngung und einer weiteren Gabe im 6-Blattstadium wirken sich positiv aus. Aus diesem Grunde ist in Baden-Württemberg die „Späte Nmin-Methode“ zu Mais in sensiblen Gebieten favorisiert. Die Düngung in einer Gabe kann in manchen Jahren sehr gut sein, in anderen dagegen (2002) fällt sie ab. CULTAN wurde nur einjährig geprüft, aber auch in dieser Form ist ein deutlicher Abfall des N-Entzugs zu sehen, wenn die Düngung in einer Gabe zur Saat erfolgte.

Tab. 4: N-Entzug der Versuche zur Prüfung verschiedener Düngungssysteme zu Körnermais auf Sandboden

Variante	N-Entzug durch Körner (kg/ha)				Gesamt-N-Entzug durch Körnermais (kg/ha)			
	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003
ohne N-Düngung	55	63	45	88	101	122	83	144
40 kg Entec (25+15) als UF + FD als KAS im 6-Blattstadium	133	168	134	150	203	242	210	225
40 kg Entec (25+15) als UF + FD als Entec-26 zur Saat	120	158	126		197	230	177	
40 kg Entec (25+15) als UF + FD als Entec-26 nach dem Auflaufen	122				192			
40 kg Entec (25+15) als UF + FD als Entec-26 zum 6-Blattstadium	131				203			
40 kg NP <sup>4)</sup> (25+15) als UF + FD als Entec-26 zur Saat	119	163	134		193	243	179	
Entec in einer Gabe zur Saat			116	148			165	227
30 kg N Kalkstickstoff UF + FD als KAS in 6-Blattstadium		156	140	147		236	193	235
40 kg N DAP <sup>5)</sup> UF + FD als KAS in 6-Blattstadium		161	137	141		240	208	224
Harnstoff in einer Gabe zur Saat		139	122	142		209	182	221
40 kg N DAP UF + CULTAN <sup>6)</sup> Linieninjektion im 3-Blattstadium				147				236
40 kg N DAP UF + CULTAN zur Saat in jede 2. Zwischenreihe				145				230
CULTAN Injektion in einer Gabe zur Saat				141				258
<i>Mittel der gedüngten Varianten</i>	<i>125.0</i>	<i>157.5</i>	<i>129.9</i>	<i>145.1</i>	<i>197.6</i>	<i>233.8</i>	<i>187.7</i>	<i>232.0</i>
<i>Erntereste mit Mittel der gedüngten Varianten (= Anteil im Stroh)</i>					<i>72.6</i>	<i>76.3</i>	<i>57.6</i>	<i>86.9</i>

- Der Gesamt-N-Entzug (Tab. 4) in der ungedüngten Variante liegt – mit Ausnahme des feuchten Jahres 2002 – deutlich über 100 kg/ha, ein für diesen Boden sehr beachtliches Potenzial an Nachlieferung. Ob die geringere Aufnahme des Jahres 2002 durch die Pflanzen in einer stärkeren Verlagerung begründet liegt, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ist aber wahrscheinlich. In den gedüngten Varianten liegen die Gesamt-N-Entzüge mit Werten bis zu 250 kg N/ha fast ausnahmslos über der N-Düngung. Ein höherer N-Entzug mit dem Stroh bei geringerem Entzug mit den Körnern ist an einigen Beispielen zu ersehen, gilt aber nicht als Regel.
- Im gesamten Versuchszeitraum gibt es nur wenige Fälle, in denen die N-Düngung höher liegt, als der Gesamt-N-Entzug. Ansonsten ist die N-Bilanz von Körnermais deutlich negativ (Abb. 1). Betrachtet man aber nur den Entzug mit den Körnern – der ja de facto die Abfuhr vom Feld bedeutet – so ist die Bilanz bei allen Düngungsvarianten positiv. Mit dem Stroh bleiben somit etwa 60 – 85 kg N/ha auf dem Feld, die dort zur Bildung von Humus dienen, bei ungünstigen Witterungsbedingungen sicher auch zum Teil verlagert werden. Es ist jedenfalls gerechtfertigt, für die Düngung zur Folgekultur eine entsprechende Nachwirkung dieser Erntereste anzurechnen.
- Die N-Bilanz der verschiedenen Düngungssysteme muss jedoch in den einzelnen Jahren differenziert werden (Abb. 2). Im kühlen und trockenen Jahr 2001 war die N-Bilanz mit -73 kg/ha sehr deutlich, während im feuchten Jahr 2003 dieser Wert nur bei -12 kg N/ha lag. Dass derartige Un-

terschiede im Entzug sich auf die weitere N-Dynamik auswirken, liegt auf der Hand. Möglicherweise wäre es sinnvoll, bei der Bemessung der N-Düngung des Folgejahres die N-Bilanz der Vorfrucht stärker zu berücksichtigen, als nur den Teil, der mit den Ernteresten konkret zurück bleibt.

Abb. 1: N-Bilanz verschiedener Düngungssysteme zu Körnermais auf Sandboden

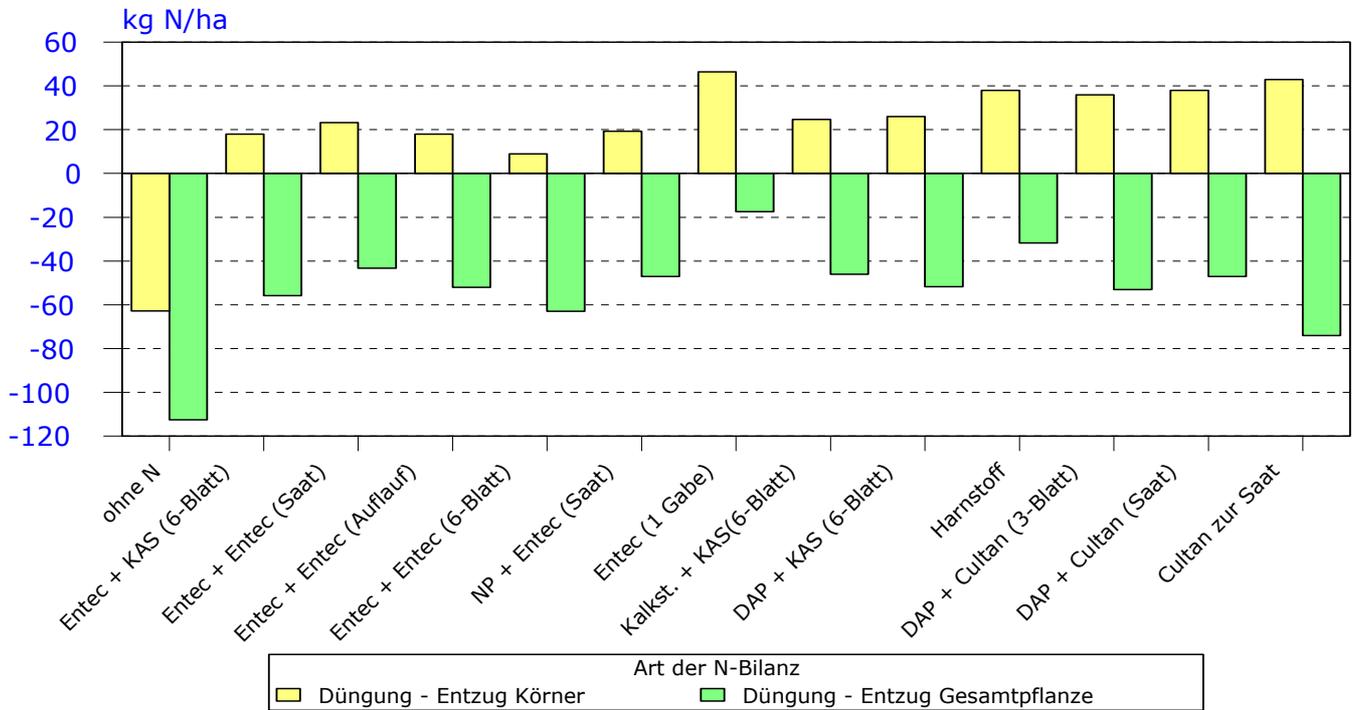


Abb. 2: N-Bilanz verschiedener Jahrgänge (Einfluss der Witterung) zu Körnermais auf Sandboden (nur gedüngte Varianten)

