

# Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung und konventioneller N-Düngung im Main-Tauber-Kreis

Auswirkungen auf den Nitrataustrag in das Grundwasser und  
die Ertrags-/Qualitätsbildung bei Winterraps, Winterweizen und Sommerbraugerste

Endbericht  
Frühjahr 2003 bis Frühjahr 2007

Erstellt von:

Wolf-Anno Bischoff

Gutachterbüro TerrAquat

Steckfeldstr. 36

**70599 Stuttgart**



Im Auftrag des

Wasserversorgungs-Zweckverband Grünbachgruppe

Hauptstr. 12

**97947 Grünsfeld**



Erstellt für das

**REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART**

im November 2007

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ZIEL</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>8</b>
4.1	VERSUCHSSTANDORTE	8
4.1.1	<i>Naturräumliche Einordnung</i>	8
4.1.2	<i>Charakterisierung der Versuchsstandorte</i>	10
4.1.3	<i>Verlegung von Versuchsflächen</i>	13
4.2	VERSUCHSANLAGE	13
4.3	DÜNGUNG	14
4.4	BODENBEARBEITUNG	16
4.5	BEERNTUNG UND QUALITÄTSUNTERSUCHUNG	16
4.6	MESSUNG DER NITRATAUSWASCHUNG	17
4.7	STATISTIK	18
<b>5</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>20</b>
5.1	ERTRÄGE UND QUALITÄTEN	20
5.2	N-ABFUHR UND N-BILANZ	23
5.3	NITRATAUSTRÄGE	26
5.4	WETTER	28
5.5	WASSERHAUSHALT	30
5.6	N <sub>MIN</sub> -GEHALTE	31
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSENDER DISKUSSION</b>	<b>35</b>
6.1	EINFLUSS DER CULTAN- UND KAS-DÜNGUNG AUF ERTRAG, QUALITÄT UND BERECHNETE N-BILANZ	35

6.2	EINFLUSS DER CULTAN- UND KAS-DÜNGUNG AUF DIE NITRAT-BELASTUNG DES SICKERWASSERS	38
6.3	EINFLUSS DES STANDORTS UND DER WITTERUNG AUF ERTRÄGE, WASSERHAUSHALT, NITRATVERLUSTE UND $N_{\text{MIN}}$ -GEHALTE	41
6.3.1	<i>Einfluss der N-Dynamik auf die Erträge</i>	42
6.3.2	<i>Einfluss der Standortseigenschaften auf die N-Dynamik</i>	43
6.3.3	<i>Grundwasserneubildung und Nitrat-Konzentrationen</i>	45
<b>7</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND BEWERTUNG</b>	<b>49</b>
	<b>Dank</b>	
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	
<b>8</b>	<b>ANHANG</b>	<b>59</b>

## 1 Zusammenfassung

Wegen der langfristigen Probleme mit den Nitrat-Gehalten im Rohwasser des Wasserversorgungs - Zweckverbands Grünbachgruppe (Main-Tauber-Kreis) wurde untersucht, ob die CULTAN-Düngung eine für die Landwirte akzeptable und grundwasserschonende Alternative auf Ackerflächen ist.

Dazu wurde eine Rotation aus Winterraps, Winterweizen und Zwischenfrucht + Sommergerste über vier Jahre an neun Standorten im Verbandsgebiet durchgeführt. An jedem Standort wurde eine Teilfläche mit CULTAN-Dünger, einer Ammoniumharnstofflösung, bändchenförmig gedüngt. Auf einer zweiten Teilfläche wurde Kalkammonsalpeter (KAS) breitwürfig und je nach Kultur in mehreren Gaben ausgebracht. Beide Dünger wurden nach den Vorgaben des Nitratinformationsdienstes mit einem Abschlag von 20 % auf die N-Gabe gedüngt. Es wurden die Nitrat-Verluste im Sickerwasser, Ertrag und Qualität der Kulturen und die  $N_{\min}$ -Gehalte gemessen. Darüber hinaus wurden Wetterdaten aufgezeichnet und daraus Berechnungen zur Grundwasserneubildung und den maximal tolerierbaren Frachten berechnet. Das vierte Jahr wurde nötig, weil im ‚Jahrhundertsommer‘ 2003 und dem nachfolgenden trockenen Winter kaum oder gar keine Nettosickerung auf den Versuchsflächen stattfand.

Es wurden auf den CULTAN-Flächen im Mittel 21 kg N pro Hektar und Jahr ausgewaschen. Auf den KAS-Flächen war die Auswaschung um ca. 9 % höher. In Jahren mit hoher N-Auswaschung kann der N-Verlust bei KAS um > 30 % höher sein als bei CULTAN. Die Erträge lagen im Mittel für Winterraps bei 40 dt/ha, für Winterweizen bei 72 dt/ha und in der Sommergerste bei 55 dt/ha und unterschieden sich nicht deutlich zwischen den beiden Düngevarianten. Auch die stark

unterschiedliche Witterung in den Versuchsjahren führte nicht dazu, dass sich die Erträge zwischen den Düngern unterschieden.

Die berechneten N-Bilanzen zeigten über die gesamte Rotation auf allen Flächen einen nur sehr geringen Überschuss von 9 kg N/ha und Jahr. Die Überschüsse im Winterraps (29-33 kg N/ha) und Winterweizen (9-15 kg N/ha) waren größer und wurden zumindest teilweise durch ein Defizit in der Sommergerste (- 15 kg N/ha) kompensiert.

Sowohl die Nitrat-Verluste als auch die Erträge sowie die  $N_{\min}$ -Werte zeigten eine hohe Standorts- und Witterungsabhängigkeit. Sie schwankten zwischen den Jahren und unterschieden sich recht systematisch auf den Standorten.

Standorte mit hohen Erträgen zeigten einen signifikanten Zusammenhang mit geringen N-Auswaschungen, geringen N-Überschüssen, aber hohen  $N_{\min}$ -Werten sowohl im Mittel als auch zu den SchALVO-Terminen im Oktober. Standorte mit durchschnittlich niedrigeren Erträgen verhielten sich spiegelverkehrt oder konnten auf Bewirtschaftungsunterschiede zurückgeführt werden.

Auf den gut bewirtschafteten Flächen wirken vor allem die standörtlichen Unterschiede. Ein Anstieg des Schluffanteils im Boden sowie die Exposition bei den geneigten Flächen machten Unterschiede im Wasserhaushalt aus. Auf den standörtlich besseren Flächen mit höherem Schluffanteil führten sie zu weniger Nettosickerung und einem Verbleib des mineralisierten N im Wurzelraum. Demgegenüber führte die erhöhte Sickerung auch zu vermehrtem N-Austrag und damit niedrigeren  $N_{\min}$ -Gehalten im anderen Fall.

Eine Berechnung der im Sinne des Grundwasserschutzes tolerierbaren N-Überschüsse ergibt, dass diese im Gebietsdurchschnitt der Gesamtfläche bei einer

Grundwasserneubildung von 110 mm nicht über 12,4 kg N/ha liegen sollten, um den Grenzwert von 50 mg/L Nitrat zu unterschreiten.

Aus den Ergebnissen lässt sich u.a. folgendes schließen:

Die fachgerechte CULTAN-Düngung ist grundwasserschonender als eine ebenfalls schon N-reduzierte und optimierte KAS-Düngung und genauso ertragssicher. Sie kann daher als Maßnahme innerhalb eines Sanierungsplans im Verbandsgebiet und unter ähnlichen naturräumlichen Gegebenheiten darüber hinaus empfohlen werden.

Die Kenntnisse und die Sorgfalt der Landwirte spielt eine mindestens ebenso große Rolle wie die Beachtung der naturräumlichen Gegebenheiten.

Hohe  $N_{\min}$ -Gehalte waren ein Indikator der Standortfruchtbarkeit und Wasserhaltefähigkeit, aber nicht der Auswaschungsgefährdung.

Um die Grundwassergefährdung durch einzelne Flächen abzuschätzen und eine flächenbezogene verbesserte Beratung anbieten zu können, ist es in diesem Gebiet sinnvoller, die N-Austräge direkt zu messen oder die Gefährdung aus der Wasser- und Schlagbilanz abzuleiten statt aus den  $N_{\min}$ -Herbstkontrollen.

## **2 Einführung**

Die Nitratkonzentration in den Brunnen der Grünbachgruppe übersteigt seit Ende der 70er Jahre den heute gültigen Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/L.

Im Jahr 1991 begann deshalb die eigenständige Sanierungsarbeit der Gemeinden Großrinderfeld, Grünsfeld und Wittighausen. Ziel war es, Sanierungsmaßnahmen auszuarbeiten und mit den ansässigen Landwirten zu verwirklichen.

Mit der Erweiterung des Wasserschutzgebietes, das die Brunnen von Grünsfeldhausen, Ilmspan und Großrinderfeld einschließt, trat im Jahr 2005 ein Sanierungsplan in Kraft. Darin ist die CULTAN-Düngung bei gleichzeitiger Reduzierung der Düngerempfehlung um 20 % als Sanierungsmaßnahme vorgesehen. Diese Sanierungsmaßnahme wird im Wasserschutzgebiet auf mehreren hundert Hektar eingesetzt. Umso wichtiger war eine abschließende Beurteilung des Nutzens dieser Düngestrategie.

CULTAN ist ein Düngeverfahren, das auf der platzierten, bändchenförmigen Ausbringung von ammonium- ( $\text{NH}_4^+$ ) dominiertem Flüssigdünger beruht. Dabei steht CULTAN für Controlled Uptake Long Term Ammonia Nutrition (deutsch: Ammoniumernährung durch kontrollierte Langzeitaufnahme (durch die Pflanze)).

Das Verfahren weist potenzielle Vorteile für den Wasserschutz und den Bewirtschafter auf:

Das Düngerbändchen enthält konzentrierte Ammoniumlösung, die im Inneren sowohl für Pflanzenwurzeln als auch für Bodenmikroorganismen verätzend und damit toxisch wirkt. Nur der Außenbereich dieses Düngerdepots soll durch Diffusion und Verdünnung für Pflanzen und Bodenleben verfügbar sein.

Dadurch wird zum einen eine schnelle Umwandlung des Ammoniums zu Nitrat durch Nitrifikanten im Boden unterbunden. Dies vermindert die Auswaschung des Düngerstickstoffs stark, weil Ammonium im Gegensatz zum Anion Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) im Boden an Kationenaustauschern adsorbiert wird. Zum anderen soll die Verätzung der Wurzelspitzen die Pflanze zu einem verstärkten Wurzelwachstum im Bereich des Düngerbändchens anregen. Die bessere Durchdringung des Erdreichs soll einerseits zu einer vollständigeren Verwertung des Düngerdepots und andererseits zu einem größeren Wurzel : Spross-Verhältnis führen, das sich bei Trockenstress, wie er im Gebiet auch in den frühen Sommermonaten häufig auftreten kann, positiv auswirkt.

Für den Bewirtschafter ist ein möglicher arbeitsökonomischer Vorteil, dass CULTAN-Lösung als langsam fließender Depotdünger mit einer einmaligen Gabe auf das Feld gebracht werden kann.

Zum Vergleich wird eine im Gebiet bewährte Kalkammonsalpeter (KAS)-Düngung bei gleich hoher N-Gesamtgabe (80 % von NID) eingesetzt. Die Gesamtmenge wird in mehreren Gaben ausgebracht, wo dies für den Wasserschutz sinnvoll erscheint. Damit wird auch sichergestellt, dass es sich bei Unterschieden nicht um einen reinen Mengeneffekt, sondern tatsächlich düngestrategiebedingte Unterschiede handelt. Außerdem werden so gleichzeitig zwei Verfahren mit hohem Potenzial für den Grundwasserschutz gegeneinander getestet.

### **3 Ziel**

Ziel dieses Versuches ist es, zu überprüfen, ob die CULTAN-Düngung gegenüber fachgerechter konventioneller Düngung tatsächlich Vorteile für die Nitratbelastung des Sickerwassers in Wasserschutzgebieten erbringt. Falls sich Unterschiede aus Vorversuchen bestätigen, sollten sie mit diesem Versuch quantifizierbar sein. Die Untersuchung erstreckt sich insbesondere auf die grundwasserrelevante Nitratauswaschung, aber auch auf die Ertrags- und Qualitätsbildung der wichtigsten Kulturarten im Gebiet.

Aus den Daten für die Hauptfragestellungen soll so weit möglich der Einfluss anderer Faktoren auf die Nitratauswaschung abgeleitet sowie der Nutzen der  $N_{\min}$ -Methode für den Grundwasserschutz untersucht werden.

## **4 Material und Methoden**

### **4.1 Versuchsstandorte**

#### **4.1.1 Naturräumliche Einordnung**

Die Lage der Versuchsstandorte ist Abbildung 4-1 zu entnehmen.

Die Standorte der Versuchsflächen liegen im Tauberland auf der Gemarkung der Gemeinde Großrinderfeld (Main-Tauber-Kreis) ca. 30 km südlich von Würzburg in einer typischen Gäulandschaft. Teils gering mächtige Löss überdecken an nicht allzu stark geneigten Stellen das liegende Unterkeuper- oder Muschelkalkmaterial.

Die klimatischen Bedingungen lassen sich mit einer Jahresmitteltemperatur von 8,5°C und einem durchschnittlichen Niederschlag von 630 mm/Jahr als trocken-warm charakterisieren.

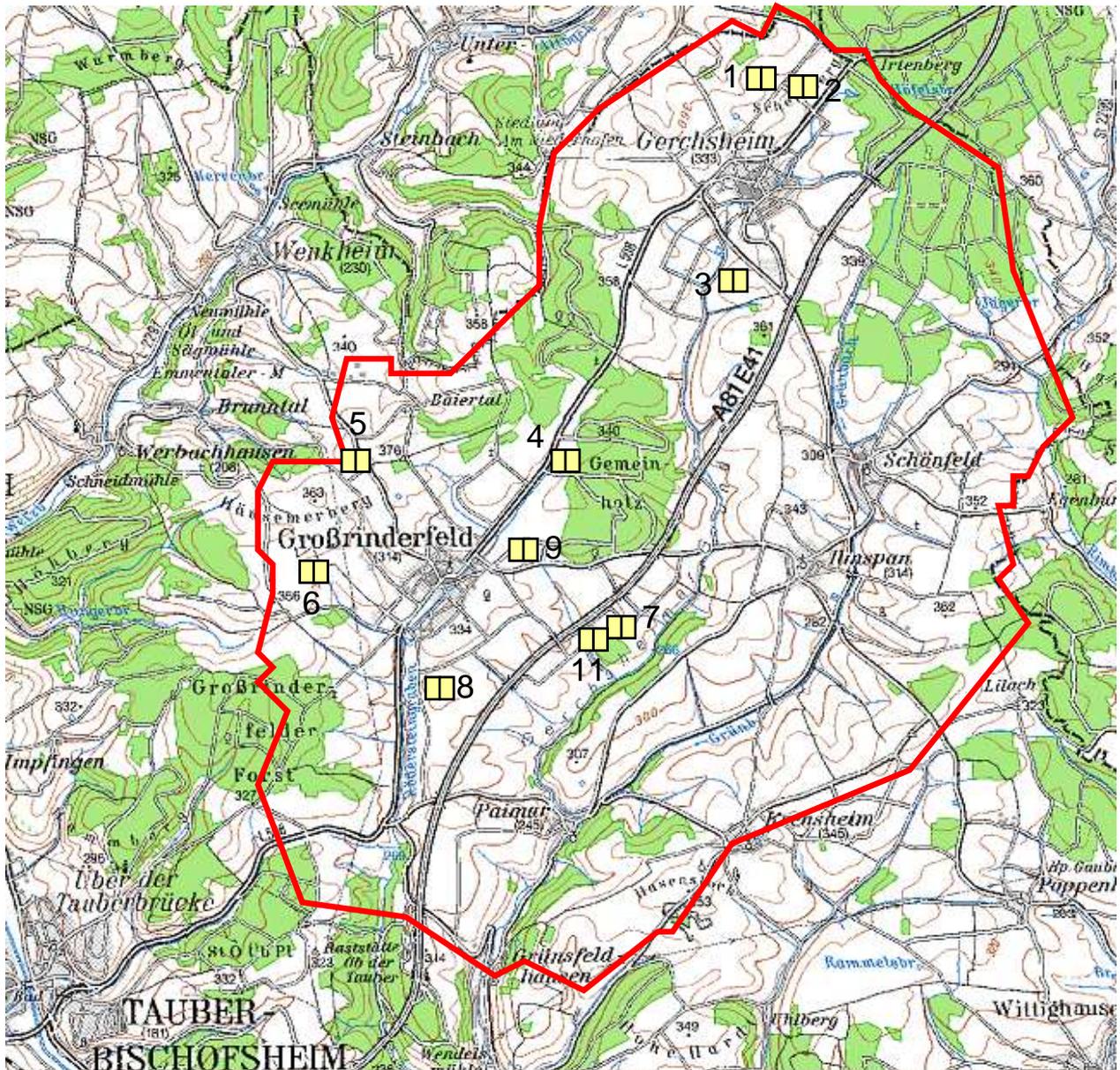


Abbildung 4-1: Lage der Versuchsfelder zum Vergleich von CULTAN- und KAS-Düngung und des untersuchten Wasserschutzgebiets.

Alle Standorte befinden sich auf einer nach Norden hin ansteigenden Hochfläche (300 – 390 m ü NN), die als Großrinderfelder Fläche bezeichnet wird und durch stark eingeschnittene Täler begrenzt wird.

Geologisch wird die Großrinderfelder Fläche durch den Oberen Muschelkalk gebildet (Standorte 5 – 8), der nur im Osten noch eine Überdeckung aus Unterkeuper aufweist (Standorte 1 – 4 und 9). Die Landschaft ist schwach reliefiert, so dass auf

den Flächenresten und flacheren Hängen eine Löss- bzw. Lösslehmüberdeckung erhalten geblieben ist.

Diese mehr oder minder mächtigen Löss- und Lösslehmlagen überdecken häufig die Keuper- und Muschelkalkmaterialien mit einer mittleren Mächtigkeit von 60 cm.

Im Oberen und Mittleren Muschelkalk ist der Karstgrundwasserleiter ausgebildet, der aufgrund seiner Klüftigkeit kein durchgehendes Grundwasserstockwerk bildet. Den Aquitard bilden die teils stark ausgelaugten Salinarschichten des Mittleren Muschelkalks, die an den tiefsten Talflanken zur Ausbildung von Schichtquellen führen. Diese sind zum Beispiel von den Brunnen in Grünsfeldhausen erschlossen, die den größten Anteil der Gesamtförderung des Wasserversorgungs-Zweckverbands Grünbachgruppe ausmachen.

Auf den großflächig mit Löss überdeckten Unterkeuperflächen haben sich v.a. teils pseudovergleyte Parabraunerden, Pararendzinen und vereinzelt Kolluvisols am Unterhang gebildet, die intensiv ackerbaulich genutzt werden.

Abgesehen von den Lössablagerungen mit Parabraunerden und Pararendzinen (v.a. westlich von Großrinderfeld) sind auf dem Oberen Muschelkalk Braunerde-Rendzina, Braunerde-Pelosol und Braunerde-Terra fusca großflächig vorhanden, die trotz hohem Steingehalt und geringer Gründigkeit teilweise noch ackerbaulich genutzt werden. An Unterhangpositionen liegen kleinflächig Kolluvien vor.

#### **4.1.2 Charakterisierung der Versuchsstandorte**

Die Versuchsstandorte wurden in einem 2-stufigen Verfahren ausgewählt (s. 4.2). Je Standort liegen für CULTAN- und konventionelle Variante Untersuchungen auf Grundnährstoffe vor (s. Anhang Tabelle 8-2). Die untersuchten Parameter sind pH-Wert, Phosphor, Kalium und Magnesium, außerdem Humusgehalt und

Gesamtstickstoff. Die Schwankungsbreite zwischen den beiden Varianten eines Standorts ist jeweils gering, so dass eine gute Vergleichbarkeit gewährleistet ist.

Alle Standorte haben eine Löss- oder Lösslehmüberdeckung, die die Standortseigenschaften dominiert und typisch für die wichtigen landwirtschaftlich genutzten Flächen ist. Die Ackerzahlen liegen zwischen 65 und 72. Auf den meisten Standorten dominieren mehr oder weniger pseudovergleyte Parabraunerden aus Lösslehm (Tabelle 4-1 und Anhang Tabelle 8-1).

*Tabelle 4-1: Acker- / Bodenzahl, Geologie und Bodentyp der Versuchsstandorte*

<b>Standort</b>	<b>Fläche</b>	<b>Acker-/ Bodenzahl</b>	<b>Geologie</b>	<b>Bodentyp</b>
Scheinberg neu	1	68/65	Lö über ku	Pseudovergleyte Parabraunerde
Scheinberg alt	2	72/66	Lö über ku	Pseudovergleyte Parabraunerde
Hirschenberg	3	70/63	Lö über ku	Terra fusca-Parabraunerde
Pfarracker	4	69/65	Lö über ku	Pseudovergleyte Parabraunerde
Judenacker	5	70/69	Lö über mo	Braunerde
Heßberg	6	72/68	Lö über mo	Braunerde
Nöllelein	7	71/71	Lö über mo	Braunerde-Pararendzina
Gewannacker	8	70/69	Lö über mo	Parabraunerde
Untere Unz	9alt	72/72	Lö über mo	Pseudovergleyte Parabraunerde
Schlag	9	65/62	Lö über mo	Pseudovergleyte Parabraunerde

*Erläuterungen: Lö = Löss; ku = Unterer Keuper; mo = Oberer Muschelkalk*

Die Höhe der Versuchsflächen nimmt von Nord (Standort 1) nach Süd (Standort 8) entsprechend der Neigung der Hochfläche in der Tendenz ab. Die pH-Werte liegen im schwach alkalischen Bereich um 7. Nur die Standorte Scheinberg neu und Hirschenberg (1, 3) haben schwach saure pH-Werte von 6,1 – 6,2. Analog sind auf diesen Standorten auch die P-Vorräte geringer. Die Humus- und Stickstoffvorräte unterscheiden sich kaum (Tabelle 4-2). Der Humusgehalt bewegt sich zwischen 2,0 und 2,3 %. Der Gesamtstickstoffgehalt bis in 20 cm Tiefe liegt zwischen 3100 und 3900 kg N/ha. Es errechnet sich ein C/N-Verhältnis von 8 – 10.

Weitere Parameter der Grunduntersuchung getrennt nach den Versuchspartellen für CULTAN und KAS vor dem Versuchsbeginn können dem Anhang (Tabelle 8-2) entnommen werden. Die Phosphor- und Kaliumgehalte liegen zwischen mittel und sehr hoch, wobei beim Phosphor die meisten Varianten mittlere bis optimale und beim Kalium optimale bis hohe Gehalte besitzen. Die Magnesiumgehalte liegen für alle Varianten in der Gehaltsklasse C (optimal).

Die Kalkgehalte schwanken zwischen mittel und hoch, wobei die meisten Varianten einen optimalen (Gehaltsklasse C) oder hohen Kalkgehalt (Gehaltsklasse D) aufweisen.

*Tabelle 4-2: Höhe, chemische Bodeneigenschaften und Textur der Versuchstandorte*

<b>Standort</b>	<b>Fläche</b>	<b>Höhe [m ü. NN]</b>	<b>pH</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [mg/100g]</b>	<b>Humus [%]</b>	<b>Gesamt-N [%]</b>	<b>C/N</b>	<b>Textur</b>
Scheinberg neu	1	390	6,2	7	2,0	0,13	9	Ut4
Scheinberg alt	2	380	6,7	11	2,1	0,13	10	Ut4
Hirschenberg	3	340	6,1	7	2,2	0,13	10	Tu3
Pfarracker	4	350	6,9	34	2,2	0,15	9	Ut4
Judenacker	5	345	7,1	34	2,2	0,15	9	Ut4
Heßberg	6	355	7,0	38	2,3	0,15	9	Ut3
Nöllelein	7	300	6,8	18	2,0	0,13	9	Ut2
Gewannacker	8	320	7,0	18	2,1	0,15	8	Ut4
Untere Unz	9 alt	280	7,4	24	2,0	0,14	8	Ut4
Schlag	9	290	7,1	24	2,3	0,16	8	Ut4

Bei der Textur weichen die drei Standorte Hirschenberg, Heßberg und Nöllelein (3, 6, 7) vom vorherrschenden Lösslehm ab. Dabei enthalten die Standorte 6 und 7 einen höheren Schluffanteil, der auf nicht-verlehnten Ausgangslöss hinweist. Dem gegenüber enthält Standort 3 einen deutlich höheren Tonanteil, der durch Einmischung von tonigem Keuper-Material in den Lösslehm zustande kommt. Diese Textur-Unterschiede werden im Weiteren noch bedeutsam.

Nicht quantitativ erfasst wurde die Hangneigung, weil bei der Auswahl auf möglichst ebene Flächen geachtet wurde. Die Hangneigung beträgt auf keiner der Flächen mehr als 5°. Die Flächen Scheinberg alt und Hirsche nberg (2, 3) sind am stärksten geneigt, gefolgt vom Heßberg (6). Die anderen Flächen sind nahezu eben.

Die Probenahme in der Fläche erfolgte im Bereich der Auswaschungsmessungen (s. 4.6).

#### **4.1.3 Verlegung von Versuchsflächen**

Eine Versuchsfläche (Standort 9 alt, Untere Unz) wurde im Herbst 2003 durch eine identisch bewirtschaftete andere Fläche im Untersuchungsgebiet (Standort 9, Schlag) ersetzt, die als Reserve mit angelegt wurde. Grund für den Tausch war, dass der Landwirt auf Standort 9 die im Versuch vorgesehene Rotation nicht durchgeführt hat.

Eine weitere Fläche (Scheinberg neu, Fläche 1) wurde im Frühjahr 2006 wegen des kompletten Ausfalls von Winterraps durch eine Fläche mit den gleichen Rotationsgliedern, jedoch bis Frühjahr 2006 ohne die KAS-Variante, in das Versuchsprogramm aufgenommen (Nöllelein neu, F11). Das neue Feld wurde zur ersten Düngung im Frühjahr in die Varianten KAS und CULTAN analog zu den anderen Versuchsfeldern geteilt.

#### **4.2 Versuchsanlage**

Die Versuchsanlage entspricht dem Versuchs- und Kostenplan an das Regierungspräsidium vom 20.11.01: Anhand der beim Wasserversorgungs-Zweckverband Grünbachgruppe (WZG) vorhandenen bodenkundlichen und geografischen Informationen traf der Umweltdienst des WZG eine Vorauswahl geeigneter Flächen unter Rücksprache mit den bewirtschaftenden Landwirten.

Im Frühjahr 2003 legten Vertreter des ALLB Bad Mergentheim, des Gutachterbüros TerrAquat und des Umweltdienstes des WZG 9 Versuchsflächen fest. Drei weitere Flächen sollten bei Bedarf als Ausweichflächen zur Verfügung stehen.

Die Kulturen Winterraps, Winterweizen und Sommergerste (= Fruchtfolge) stehen jedes Jahr auf 3 Versuchsflächen.

Jede Bewirtschaftungseinheit (= Versuchsglied) hat eine Mindestbreite von 21 m und eine Mindestlänge von ca. 100 m. Auf jedem Standort befinden sich zwei Bewirtschaftungseinheiten, die sich lediglich im N-Düngesystem unterscheiden.

### **4.3 Düngung**

Die Düngung (Details siehe Anhang, Tabelle 8-3 bis Tabelle 8-6) erfolgte mit Kalkammonsalpeter (KAS) für die konventionelle Düngung und Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL) zur CULTAN-Düngung.

Die Düngemenge wurde für alle Kulturen in der KAS-Variante nach den Vorgaben des Nitrat-Informationsdienstes (NID) angesetzt. Dabei wurde anrechenbares  $N_{\min}$  nach NID konsequent berücksichtigt.

In der KAS-Variante wurde der Dünger je Düngetermin zwei Mal mit halber Menge gestreut. Die Düngung erfolgte mittels eines Schleuderdüngerstreuers mit trapezförmigem Streubild. Zur CULTAN-Düngung diente eine computerdosierte Scharinjektion für die Getreidearten. Im Winterraps wurde mit Schleppschläuchen gedüngt, um Schäden durch die Schare an den Pflanzen zu vermeiden.

Einen Überblick über die tatsächlichen Mengen in Abhängigkeit von  $N_{\min}$  und Ertragserwartung gibt Tabelle 4-3.

Tabelle 4-3: Tatsächliche N-Düngemengen 2003 – 2006 bei Winterraps, Winterweizen und Sommergerste

Kultur	Jahr	Düngemenge Mittel kg N/ha	Düngemenge Min. kg N/ ha	Düngemenge Max. kg N/ha
W-Raps	2003	137	125	140
	2004	172	160	178
	2005	129	80	166
	2006	162	156	166
W-Weizen	2003	127	120	140
	2004	145	129	165
	2005	150	149	150
	2006	139	138	140
S-Gerste	2003	65	65	65
	2004	60	50	65
	2005	65	60	70
	2006	61	59	65

In der KAS Variante verlief die Düngung wie folgt:

Im Winterraps wurde an zwei Terminen mit insgesamt 80 – 178 kg N/ha gedüngt (1. Gabe ca. 80 kg N/ha im März; 2. Gabe ca. 80 kg N/ha im April). Winterweizen wurde mit insgesamt 120 – 165 kg N/ha zu drei Terminen gedüngt (1. Gabe 40 - 50 kg N/ha ca. Ende März; 2. Gabe 40 – 50 kg N/ha ca. Ende April; 3. Gabe 40 - 50 kg N/ha ca. Ende Mai). Sommergerste wurde in einer Gabe mit 50 - 70 kg N/ha ca. Anfang April gedüngt.

CULTAN wurde jeweils einmalig mit möglichst identischen N-Mengen gedüngt. Die Abweichungen der N-Gaben zwischen den Düngevarianten waren insgesamt gering.

Bei Winterraps wurden 120 – 165 kg N/ha ca. Ende März auf allen Standorten ausgebracht. Der Winterweizen wurde jeweils ca. Mitte April mit 120 – 165 kg N/ha gedüngt. Auf die Sommergerstenstandorte wurden auch Anfang / Mitte April zwischen 50 und 70 kg N/ha aufgebracht.

#### **4.4 Bodenbearbeitung**

Die Bodenbearbeitung erfolgte entsprechend den Bewirtschaftungsplänen (s. Anhang, Tabelle 8-3 bis Tabelle 8-6) im Überblick wie folgt:

Nach Winterraps erfolgte die Winterweizensaat nach Grubbern mit Horsch Airseeder oder Kreiselegge mit Sämaschine.

Nach Winterweizen kam zur Zwischenfrucht Grubber zur Anwendung. Nach der Zwischensaat wurde erneut gegrubbert. Zur Saat der Sommergerste kamen Horsch Airseeder oder Sämaschine zum Einsatz.

Nach der Sommergerstenernte ging der anschließenden Winterrapssaat eine Bodenbearbeitung zunächst mit Grubber und zur Saat mit Kreiselegge und Sämaschine oder Horsch Airseeder mit einigen Tagen Abstand voraus.

#### **4.5 Beerntung und Qualitätsuntersuchung**

Die Beerntung erfolgte mit elektronischer Ertragserfassung beim Drusch. Die Probenahme für Qualitätsuntersuchungen erfolgte laufend während des Abtankens aus dem Strom des Ernteguts jeder Variante.

Als Qualitätsparameter wurden der N-Gehalt in der Trockensubstanz [%] in allen Kulturen, die Sedimentation [%] bei Weizen, der Vollgerstenanteil [%] bei der Sommergerste sowie der Ölgehalt [%] beim Winterraps untersucht.

Aus dem N-Gehalt des Ernteguts wurde rechnerisch auf den N-Entzug von der Fläche geschlossen. Dabei wurden folgende stark vereinfachte Annahmen getroffen: Der Restwassergehalt im Erntegut in beiden Düngervarianten ist gleich hoch. Er beträgt 12,5 % bei den Getreiden und 8 % im Rapskorn.

#### 4.6 Messung der Nitratauswaschung

Zur Messung der flächenbezogenen Nitratauswaschung wurden SIA (**S**elbst-**I**ntegrierende **A**kkumulatoren) in 60 cm Tiefe von einer Grube aus seitlich unter den ungestörten Boden eingebaut (Abbildung 4-2). Nach dem Einbau wurden die Gruben verfüllt, so dass keinerlei Einschränkungen für die Bewirtschaftung des Schlags bestanden. Die SIA verblieben für jeweils etwa ein halbes Jahr im Boden, entzogen während dieser Zeit dem Sickerwasser das Nitrat und adsorbierten es. Nach Ausbau der SIA erhält man durch Rücktausch des adsorbierten Nitrats die flächenbezogene Nitratauswaschung als Gesamtfracht in kg N/ha Nitratverlust.

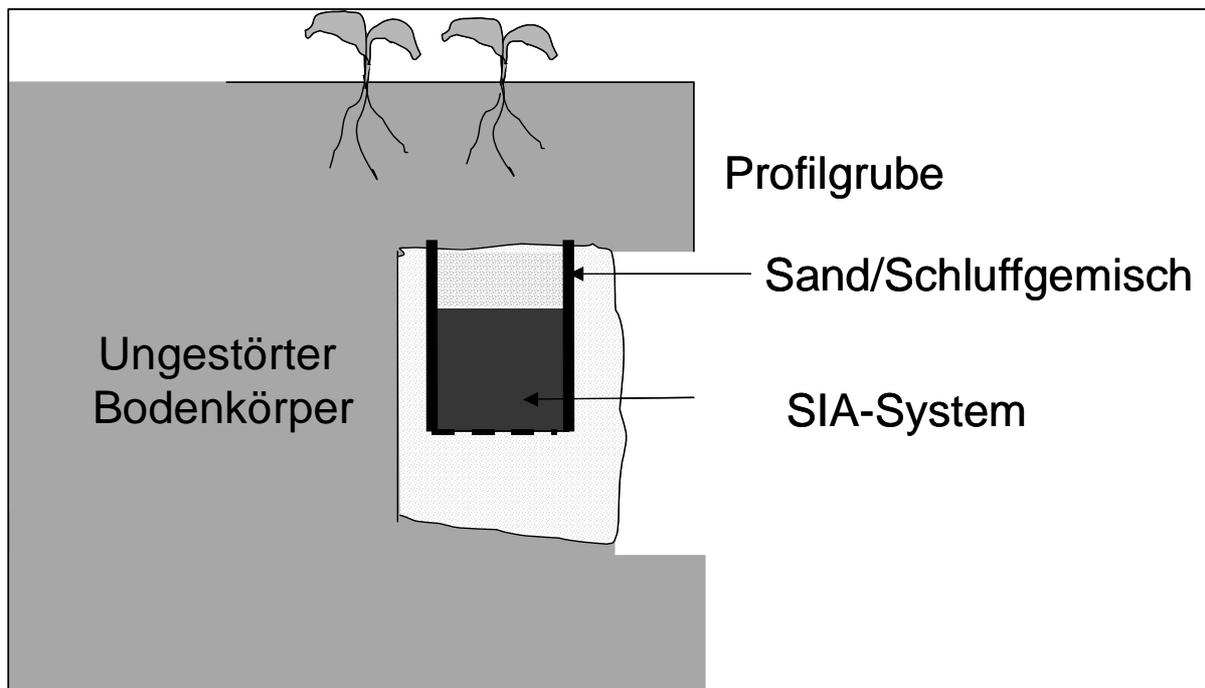


Abbildung 4-2: Schematische Zeichnung zum Einbau von SIA

Die genauen Messzeiträume auf den Messflächen sind im Anhang, Tabelle 8-9 bis Tabelle 8-24 aufgeführt. Die Frühjahrs-/ Sommer-Messungen gingen von Ende

Januar oder März bis August/September (nach Ernte). Die Herbst-/ Winter-Messung erfolgte entsprechend im Zeitraum August / September bis Ende Januar oder März.

Die unterschiedlichen Zeiträume im Frühjahr waren teils durch die lange, harte Frostperiode und die anschließende lange Periode mit Schneebedeckung, teils durch Probleme mit der Befahrbarkeit für den Bagger witterungsbedingt. Dabei wurde darauf geachtet, dass vor der Aussaat der Sommergerste und im weiter entwickelten Bestand des Winterraps die Messgeräte zuerst ausgetauscht wurden, um den Eingriff in den Flächen so gering wie möglich zu halten. Außerdem wurden immer alle Flächen mit gleicher Kultur zusammenhängend bearbeitet.

#### **4.7 Statistik**

Sämtliche statistischen Berechnungen wurden mit dem Software-Paket Statistica durchgeführt.

Neben deskriptiver Statistik wurden verschiedene Verfahren der Varianzanalyse und der multiplen Regression eingesetzt.

Zur Untersuchung des Düngereinflusses wurden einfache und multiple Varianzanalysen unter Berücksichtigung weiterer Faktoren wie Jahr, Standort, Kultur berechnet. Signifikante Unterschiede wurden mit Post hoc-Tests darauf untersucht, welche Untergruppen sich tatsächlich unterscheiden. Dabei wurden die Verfahren Duncans Multiple Range Test, Tukeys Honest Significance Test (HSD) and Tukeys HSD für ungleiche Wiederholungszahlen eingesetzt, die sich in ihrer Sensitivität gegen Abweichungen der Datensätze von der Normalverteilung und Inhomogenität der Untergruppen-Varianzen unterscheiden.

Um die Einflüsse auf die Erträge insgesamt besser auswerten zu können, wurden die Erträge auf den jeweiligen kulturspezifischen Gesamt-Mittelwert normiert

(Einzelertragswert / Gesamtmittelwert der Kultur = relativer Ertrag). Mit diesen relativen Erträgen konnte z.B. der Einfluss des Standorts und der zeitlichen Änderung der Witterung auf das gesamte Kollektiv der Erträge untersucht werden.

Um Zusammenhänge zwischen  $N_{\min}$ -Werten, N-Verlusten und Erträgen (= N-Entzügen) zu untersuchen, wurden die  $N_{\min}$ - und SIA-Datensätze auf saisonbezogene Mittelwerte pro Standort und Düngervariante reduziert. Mit den Ertragsdaten wurden sie in einfacher und multipler Regressionsanalyse auf signifikante Korrelationen untersucht.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Erträge und Qualitäten

Über den gesamten Zeitraum von 2003 bis 2006 (4 Jahre) betrachtet unterscheiden sich die Erträge zwischen den beiden Düngevarianten fast nicht (Abbildung 5-1). Für CULTAN ist jedoch eine geringfügige, nicht signifikante Abweichung von < 2 % nach unten bei allen drei Kulturen zu beobachten (Details s. Anhang, Tabelle 8-7 und Tabelle 8-8).

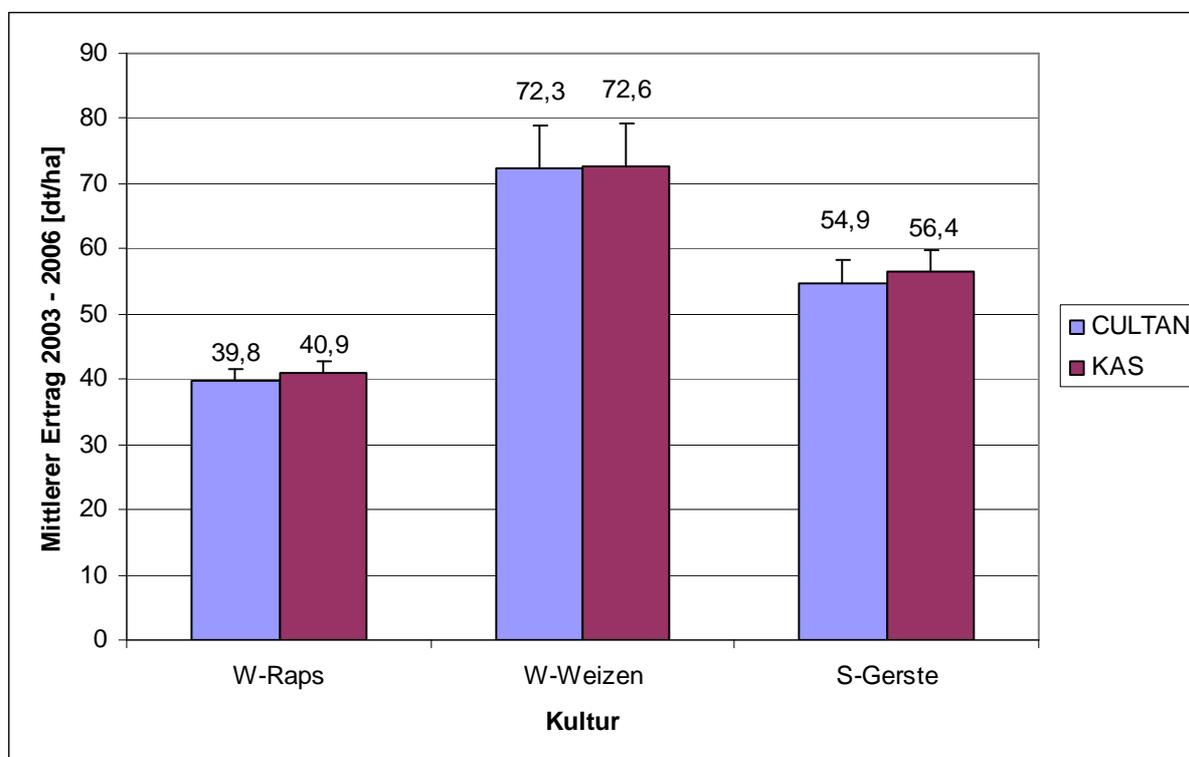


Abbildung 5-1: Mittlere Erträge von Winterraps, Winterweizen und Sommergerste bei CULTAN- und KAS-Düngung (Fehlerbalken = Standardschätzfehler des Mittelwerts; N = 70)

Die Erträge sind mit ca. 40 dt/ha für Winterraps, 72 dt/ha beim Winterweizen und ca. 55 dt/ha bei Sommergerste als für die Region sehr zufrieden stellend anzusehen.

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Schlägen waren insgesamt betrachtet erheblich (Abbildung 5-2). Während auf den Standorten 5 – 8 (Judenacker bis

Gewannacker) mit > 110 % überdurchschnittliche Erträge erzielt wurden, erreichten die Standorte 2 und 3 (Scheinberg alt und Hirschenberg) nur etwas mehr als 70 % der Durchschnittserträge. Verantwortlich hierfür sind zum einen Mikroklima- und Bodenunterschiede, die auf den Standorten 1 – 3 eher zu Trockenstress führen können. Zum anderen zeigen sich aber zumindest am Standort Scheinberg alt auch Unterschiede zu der Bewirtschaftung der anderen Schläge, die sich nachteilig auf die Erträge ausgewirkt haben.

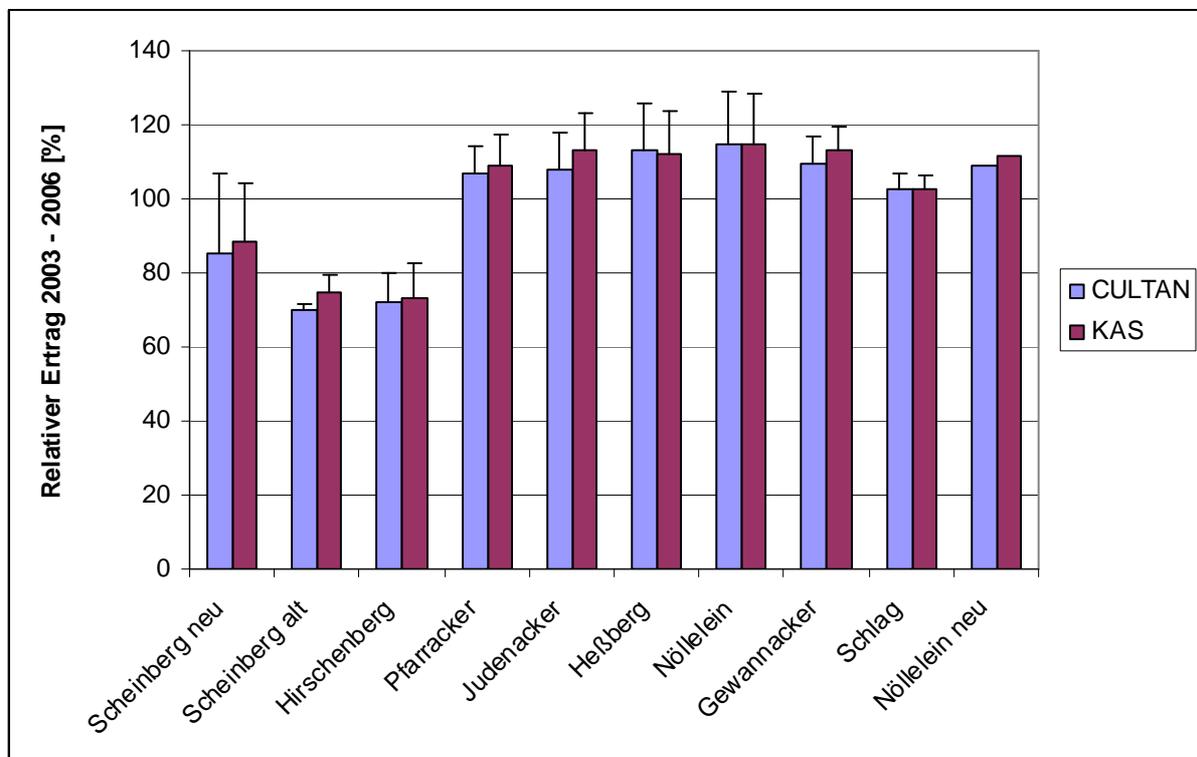


Abbildung 5-2: Relative Erträge [%] in Abhängigkeit vom Standort (Fehlerbalken = Standardschätzfehler des Mittelwerts; N = 70)

Neben den Erträgen ist auch die Qualität des Ernteguts entscheidend. Für die Qualitätsmerkmale Sedimentation (Winterweizen), Ölgehalt (Raps) und Vollgerste (Sommergerste) werden in beiden Varianten vergleichbare Resultate erzielt (Abbildung 5-3).

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

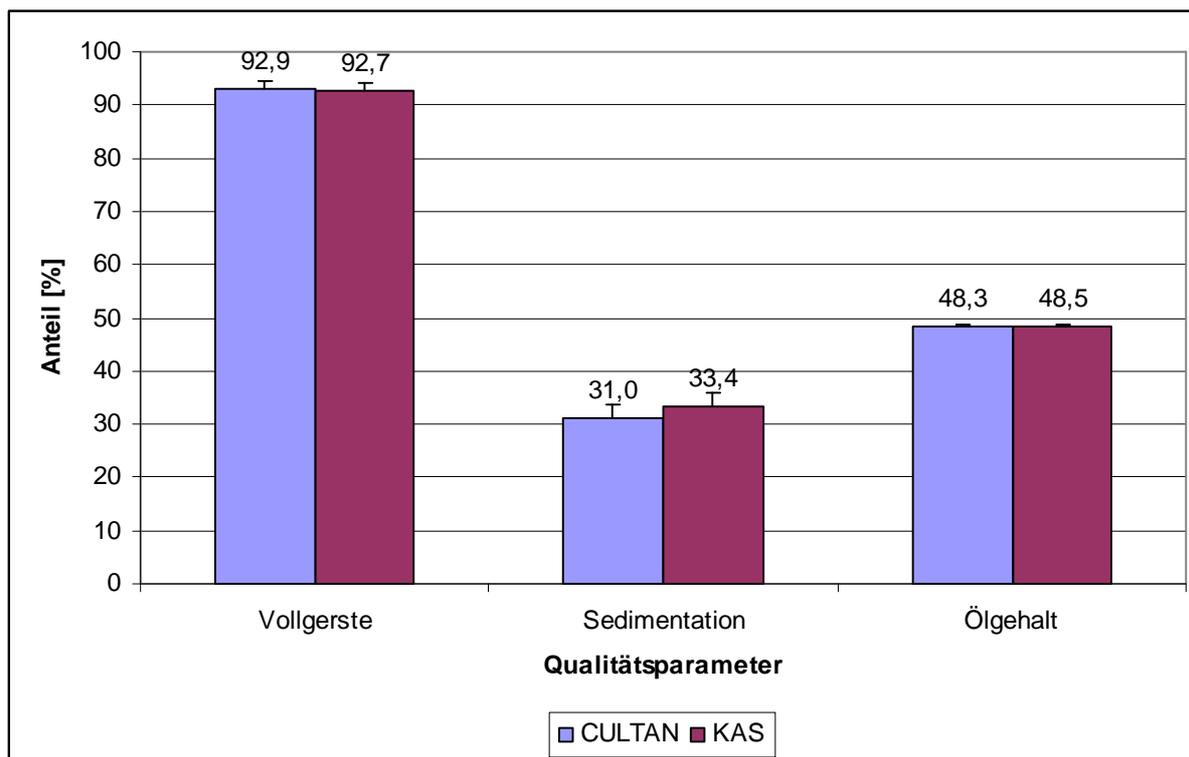


Abbildung 5-3: Vergleich der Düngevarianten in Bezug auf die Qualitätsparameter Vollgerste bei Sommergerste, Sedimentation bei Winterweizen und Ölgehalt bei Winterraps. Alle Angaben in %. (Fehlerbalken = Standardschätzfehler des Mittelwerts; N = 70)

Auch die Betrachtung der Stickstoffgehalte im Erntegut ergibt keine deutlichen Unterschiede (Tabelle 5-1).

Tabelle 5-1: Stickstoffgehalte [%] in der Trockensubstanz von Winterraps, Winterweizen und Sommergerste in Abhängigkeit vom Dünger. Mittelwerte 2003 – 2006. N = 66

Kultur	CULTAN		KAS	
	Mittel	Std.fehler	Mittel	Std.fehler
<b>W-Raps</b>	3,21	0,10	3,20	0,09
<b>W-Weizen</b>	2,01	0,06	2,07	0,06
<b>S-Gerste</b>	1,61	0,05	1,60	0,04

Bei Winterraps und Sommergerste sind die N-Gehalte in der CULTAN-Variante minimal höher. Der Winterweizen der KAS-Variante enthält im Mittel 3 % mehr Stickstoff in der Trockensubstanz, was aber in der Höhe des Schätzfehlers liegt.

Aufgrund dieser Ergebnisse zeigt sich, dass CULTAN insgesamt gleiche, gegen Ende des Versuchs etwas geringere Erträge bei gleicher Qualität wie die KAS-Variante hervorbrachte. Ob es sich dabei um eine tatsächliche Entwicklung oder nur einen Zufallseffekt handelt, sollte in der Praxis beobachtet werden.

## 5.2 N-Abfuhr und N-Bilanz

Die N-Abfuhr, die sich aus dem Ertrag (Abbildung 5-1 und Anhang, Tabelle 8-7 und

Tabelle 8-8) und dem N-Gehalt des Erntegutes (Tabelle 5-1 und Anhang, Tabelle 8-7 und

Tabelle 8-8) berechnet, unterscheidet sich zwischen den Varianten nicht sehr (Tabelle 5-2). Insgesamt sind die Entzüge in der CULTAN-Variante wieder geringfügig (1 – 4 %) niedriger, was insbesondere in den geringeren Weizen- und Raps-erträgen sowie den niedrigeren N-Gehalten im Weizen begründet ist.

*Tabelle 5-2: N-Abfuhr von der Fläche durch die Ernte [kg N/ha] bei Winterraps, Winterweizen, Sommergerste in Abhängigkeit vom Dünger, 2003 – 2006. N = 66*

Kultur	Dünger	N-Entzug [kg N/ha]					
		Mittelw.	N	Std.abw.	Std.fehler	Minimum	Maximum
<b>W-Raps</b>	<b>CULTAN</b>	121	9	23	8	84	152
<b>W-Raps</b>	<b>KAS</b>	125	9	22	7	81	148
<b>W-Weizen</b>	<b>CULTAN</b>	126	12	37	11	59	174
<b>W-Weizen</b>	<b>KAS</b>	131	12	38	11	59	178
<b>S-Gerste</b>	<b>CULTAN</b>	77	12	19	6	48	116
<b>S-Gerste</b>	<b>KAS</b>	79	12	18	5	49	113

Die geringsten Entzüge liefert die Sommergerste mit ca. 80 kg N/ha. Winterraps und Winterweizen entziehen mit der Abfuhr zwischen 120 und 130 kg N/ha. Bei allen

Kulturen sind die hohen jährlichen und in geringerem Maße örtlichen Ertragsschwankungen an den Min/Max-Werten zu erkennen, die sich um Faktor 2, bei Weizen sogar um das Dreifache unterscheiden.

Die rechnerische N-Bilanz des Gesamtversuchs mit den wesentlichen Bilanzgliedern Entzug und Düngung ist in Tabelle 5-3 dargestellt.

*Tabelle 5-3: Zusammenfassung von N-Entzug, Dünger-N und N-Bilanz für Winter-raps, Winterweizen, Sommergerste in Abhängigkeit vom Dünger. Alle Angaben in [kg N/ha]. N = 66.*

		<b>N-Entzug</b>	<b>Dünger-N</b>	<b>N-Bilanz</b>	<b>Std.abw.</b>	<b>Std.fehler</b>
<b>W-Raps</b>	<b>CULTAN</b>	121	154	33	19	6
	<b>KAS</b>	125	154	29	14	5
<b>W-Weizen</b>	<b>CULTAN</b>	126	140	15	30	9
	<b>KAS</b>	131	140	9	31	9
<b>S-Gerste</b>	<b>CULTAN</b>	77	62	-15	21	6
	<b>KAS</b>	79	64	-15	16	5
<b>Gesamt</b>	<b>CULTAN</b>	108	119	11	31	5
<b>Gesamt</b>	<b>KAS</b>	112	120	8	28	5
<b>Alle Gruppen</b>		110	118	9	22	4

Die CULTAN-Flächen wurden mit durchschnittlich 117 kg N/ha gegenüber 118 kg N/ha auf den KAS-Parzellen gedüngt. Der Entzug ergibt sich rechnerisch aus Ertrag und N-Gehalt im Erntegut mit einer Korrektur für den Restwassergehalt. Die N-Bilanz ist die Differenz und zeigt an, ob Überschüsse auf der Fläche verbleiben, die mittelfristig zur Auswaschung zur Verfügung stehen können.

Der Winterraps hinterlässt die höchsten Überschüsse mit ca. 30 kg N/ha, gefolgt von Winterweizen mit 9 – 15 kg N/ha. Nur die Sommergerste kompensiert diese Überschüsse mit Netto-Entzügen von 15 kg N/ha.

Interessant ist auch eine Betrachtung des Beitrags, den einzelne Versuchsflächen zur N-Bilanz geliefert haben (Abbildung 5-4). Während die überdurchschnittlichen

Ertragsstandorte 4 - 8 (vgl. Abbildung 5-2) netto geringfügig mehr Stickstoff abgeben als durch den Dünger zugeführt wurde, wird dies auf den wenigen schlechten Standorten 2 - 3 überkompensiert. Die Standorte Scheinberg neu und Nöllelein neu mussten für diese Abbildung ausgeschlossen werden, weil sie eine durch die andere Fläche ersetzt wurden und daher die unvollständige Fruchtfolge für beide das Ergebnis verzerrt.

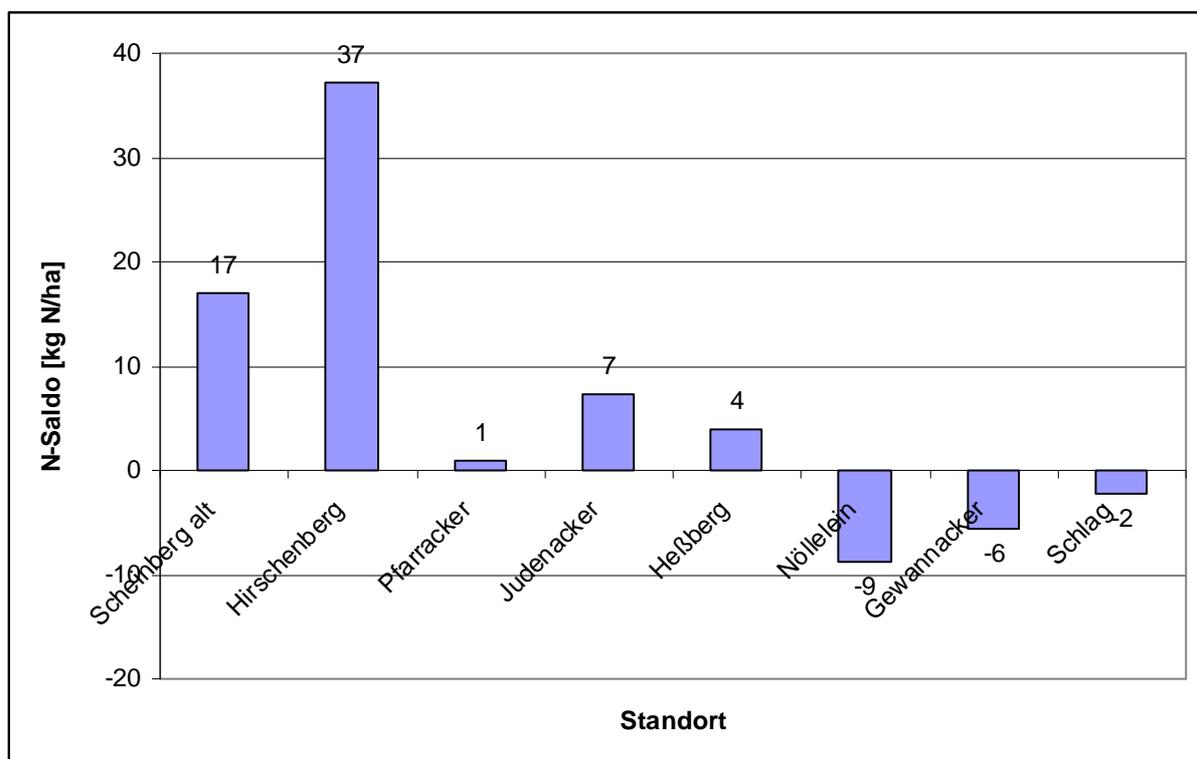


Abbildung 5-4: N-Bilanzen der einzelnen Standorte  $N = 64$

Weitere Aspekte sollten für die Einschätzung der realen Verhältnisse für die N-Bilanz eines Schlates hinzugezogen werden: Der N-Eintrag durch atmogene Deposition trägt ebenfalls zur N-Bilanz bei. Derzeit wird in Deutschland von einer durchschnittlichen N-Deposition von ca. 20 kg N/ha ausgegangen. Eine weitere Unbekannte bei der Bilanzierung ist die Nachlieferung / Festlegung im Austausch mit dem Bodenumusvorrat.

Zusammenfassend für die Fruchtfolge ist die N-Bilanz für beide Dünger rechnerisch leicht positiv mit im Mittel 9 kg N/ha, der mittelfristig als Grundwassergefährdungspotenzial gesehen wird. Der Unterschied zwischen beiden Düngern liegt bei 3 kg N/ha, was in Anbetracht des Standardschätzfehlers des Mittelwerts (Stdf.) von 5 kg N/ha und der impliziten Annahmen vernachlässigbar ist.

### **5.3 Nitratausträge**

Zunächst ist festzustellen, dass für die weiteren Darstellungen nicht alle SIA-Daten verwendet wurden. Wie in den Zwischenberichten begründet, mussten in einzelnen Saisons Schläge herausgenommen werden, bei denen Stau- oder Hangzugwasser eine Rolle spielte. Dies trifft insbesondere auf die Messungen im Frühjahr 2005 mit einer späten Schneeschmelze und eventuell noch gefrorenem Unterboden zu. Unter diesen Umständen erfassen die SIA nicht nur Sickerwasserflüsse, sondern messen auch das lateral fließende Wasser. Damit sind die Messwerte deutlich erhöht.

Die folgenden Analysen sind sowohl mit dem vollständigen als auch mit dem um die fehlerbehafteten Messungen bereinigten Datensatz durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind in sich konsistent. Durch die Überschätzung der Flüsse steigt zwar der Mittelwert beider Dünger an, aber auch der Unterschied zugunsten von CULTAN vergrößert sich proportional.

Für den bereinigten Datensatz wurden 21 kg N/ha auf den CULTAN- bzw. 23 kg N/ha auf den KAS-Parzellen als N-Verluste mit dem Sickerwasser im Messzeitraum von Frühjahr 2003 bis Frühjahr 2007 gemessen (Abbildung 5-5). Die CULTAN-Variante liegt in Bezug auf die Grundwassergefährdung somit etwa 9 % besser als die KAS-Variante.

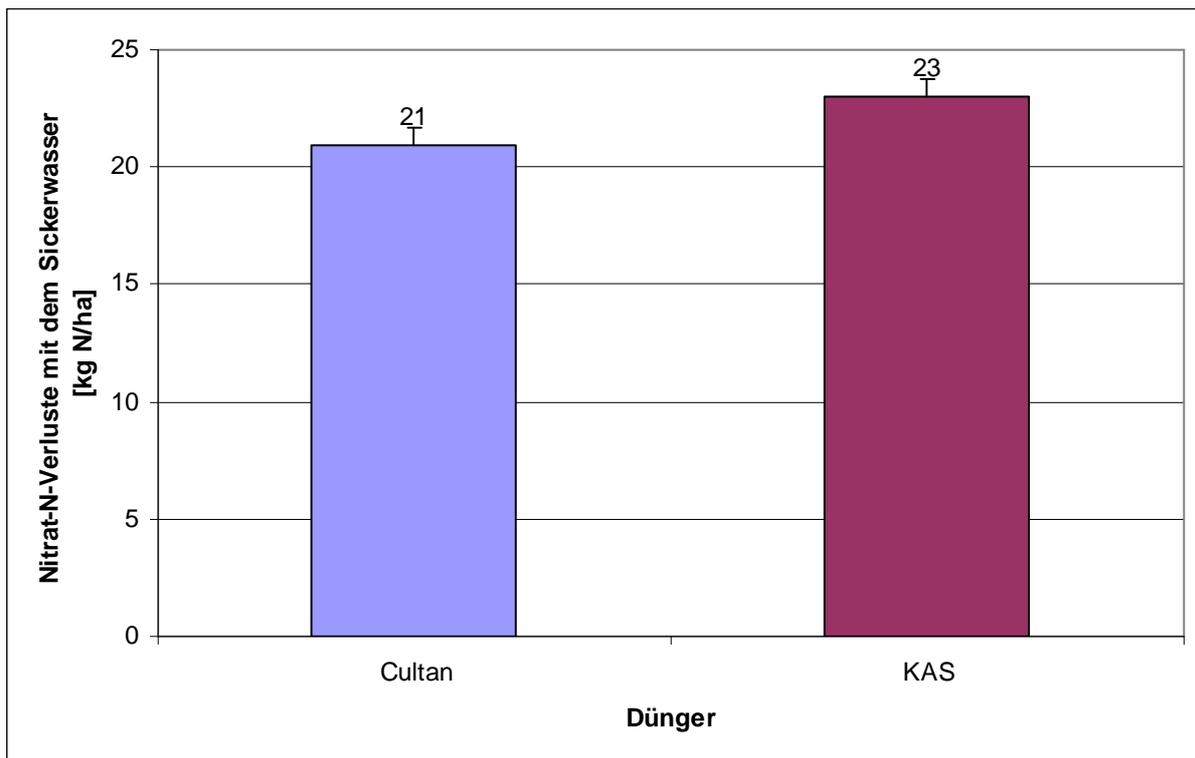


Abbildung 5-5: Gesamtmittelwerte der jährlichen N-Verluste unter CULTAN- und KAS-gedüngten Flächen mit dem Sickerwasser in kg N/ha. (Fehlerbalken = Standardschätzfehler des Mittelwerts; N = 1255)

Auch hier ist eine Betrachtung der Standorte interessant (Abbildung 5-6).

Der Hirschenberg hat mit 44 (CULTAN) bzw. 55 (KAS) kg N/ha neben den geringsten Erträgen auch die höchsten N-Verluste, während die schluffreichen Standorte Hessberg und Nöllelein im Mittel unter 10 kg N/ha verlieren. Uneinheitlich ist das Bild in Bezug auf die Düngervarianten. Auf einigen Standorten schneidet die CULTAN-Düngung besser ab, auf anderen die KAS-Variante. Jedoch wird der Vorteil von CULTAN größer, wenn die Auswaschung größer ist, was die etwa 10 % geringeren Gesamtverluste begründet.

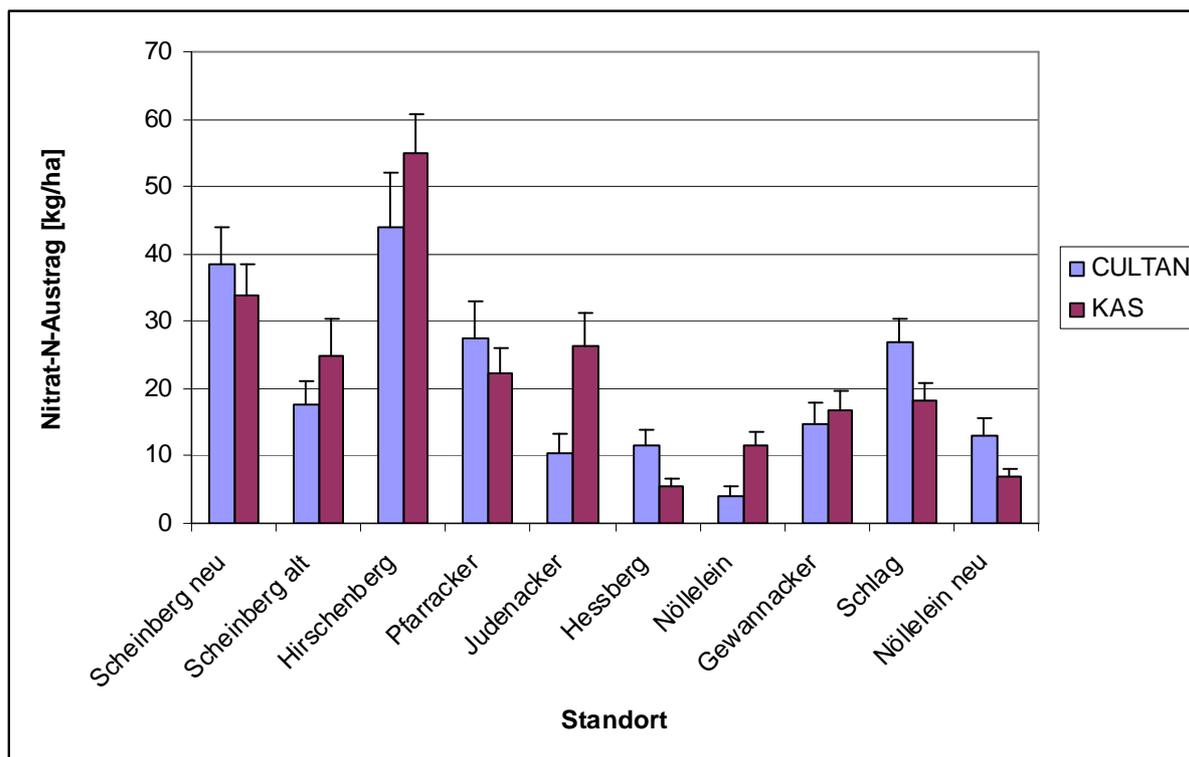


Abbildung 5-6: Standortsabhängige mittlere jährliche N-Verluste mit dem Sickerwasser in kg N/ha für CULTAN- und KAS-Düngung. (Fehlerbalken = Standardschätzfehler des Mittelwerts; N = 1255)

#### 5.4 Wetter

Der Versuchszeitraum von Januar 2003 bis April 2007 war durch sehr unterschiedliche Witterungsverläufe in den einzelnen Jahren geprägt. Die vollständige Datenreihe liegt nur für die Wetterstation Würzburg vor. Die Wetterstation am Brunnen Beunth (Großrinderfeld) nahm ihre Arbeit im Mai 2005 auf und arbeitet seitdem recht zuverlässig.

Die Daten sind als Monatsmittel des Niederschlags in Abbildung 5-7 mit dem 30-jährigen Mittel von Würzburg gegenübergestellt. Insbesondere in den Sommermonaten kann es durch lokale Gewitter zu erheblichen Abweichungen der Niederschläge kommen. Darüber hinaus mussten von der Wetterstation

Niederschlagsdaten korrigiert werden: Wenn der Regen mit starkem Wind einherging, führte dies zu einer extremen Überschätzung.

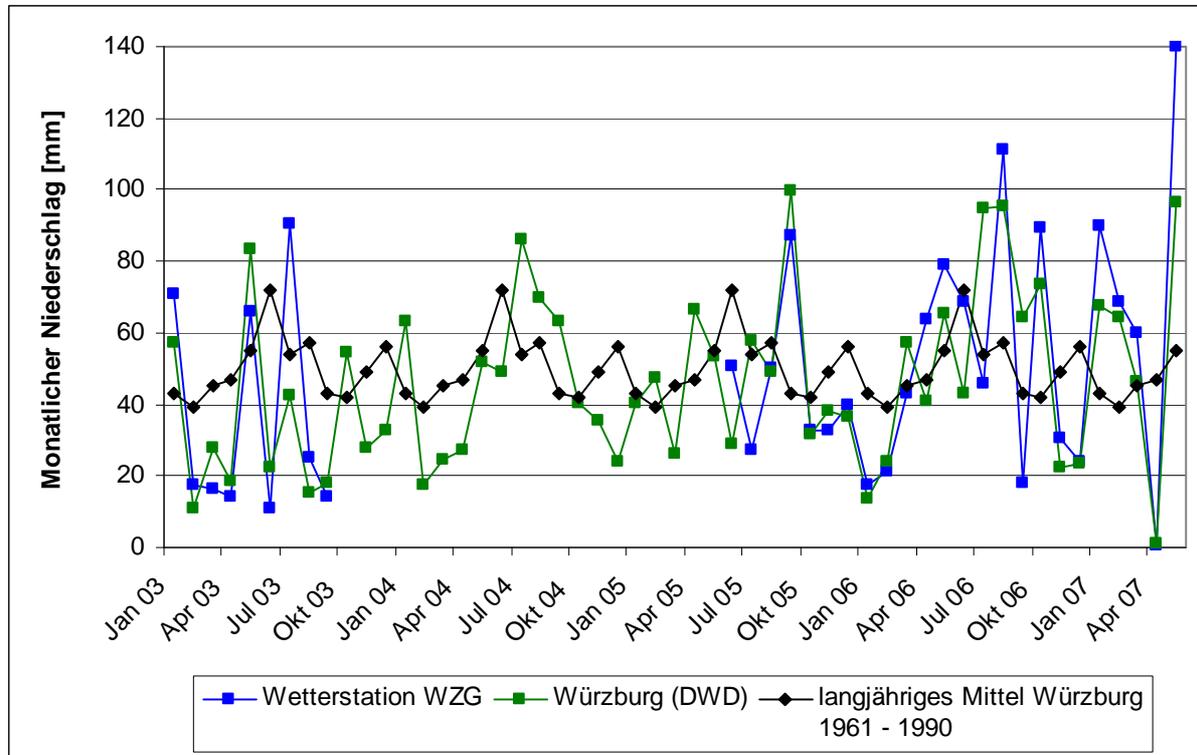


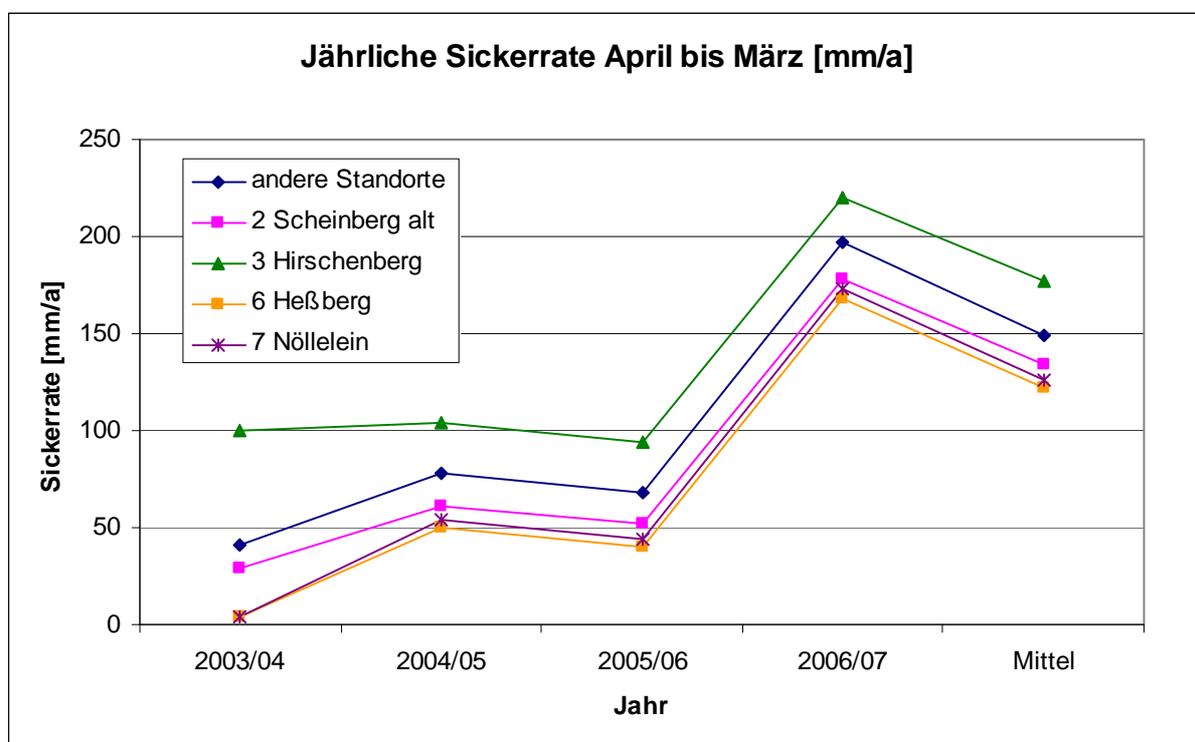
Abbildung 5-7: Aktuelle monatliche Niederschläge während der Messperiode 2003 – 2007 und Monatswerte des 30-jährigen Mittels zum Vergleich (Wetterstation WZG; Klimastation Würzburg, Daten: DWD)

Im Vergleich mit dem langjährigen Mittel (schwarz) kann man die extreme, langfristige Trockenheit bis in den April 2004 verfolgen. Danach sorgten ausreichende und günstig verteilte Niederschläge noch für akzeptable Ernten in 2004. Das Jahr 2005 war durch extremen Frost im Januar und eine späte Schneeschmelze bis in den April hinein gekennzeichnet, die das Wachstum der Pflanzen behinderte und an mehreren Standorten zu Stagnationswasser und lateralen Flüssen führten. Das Verlängerungsjahr 2006 kann als recht durchschnittliches Jahr bis zum September bezeichnet werden, in dem dann wieder eine extreme Trockenheit mit für die Jahreszeit stark erhöhten Temperaturen bis in

den November hinein anhielt. Danach sorgten jedoch überdurchschnittliche Niederschläge für ein Auffüllen des Bodenwasserspeichers.

## 5.5 Wasserhaushalt

Die Wetterdaten wurden neben den kurzfristigen Überlegungen zu Einflüssen auf die Kultur und die Messgeräte auch benötigt, um den Bodenwasserhaushalt und die Grundwasserneubildung mit aktuellen Daten zu berechnen (Abbildung 5-8).



*Abbildung 5-8: Jährliche Sickerrate in 60 cm Tiefe auf den Versuchsstandorten berechnet nach TUB-BGR-Verfahren aus den aktuellen Daten der Wetterstation Beunth und Daten der Klimastation Würzburg.*

Hier zeigt sich, dass die beiden Standorte Heßberg und Nöllelein (6, 7) sowie Hirschenberg (3) auch in Bezug auf den Wasserhaushalt eine Sonderstellung einnehmen. Während auf dem Hirschenberg jedes Jahr eine hohe Netto-Sickerung von 100 mm und mehr aufgrund der geringen Speicherfähigkeit stattfindet, wurde für Heßberg und Nöllelein auch ein Jahr (2003) ohne Nettosickerung berechnet.

## 5.6 $N_{\min}$ -Gehalte

Generell ist bei der  $N_{\min}$ -Beprobung innerhalb dieses Versuchs zu bedenken, dass Depotdünger wie AHL, die bändchenförmig ausgebracht werden, durch die Bohrstockeinschläge schwerer repräsentativ zu beproben sind als breitwürfige Dünger. Aus diesem Grund sollten einzelne sehr hohe oder sehr niedrige Vergleichswerte, die sich aus einer ungünstigen Probenahme ergeben haben können, nicht interpretiert werden.

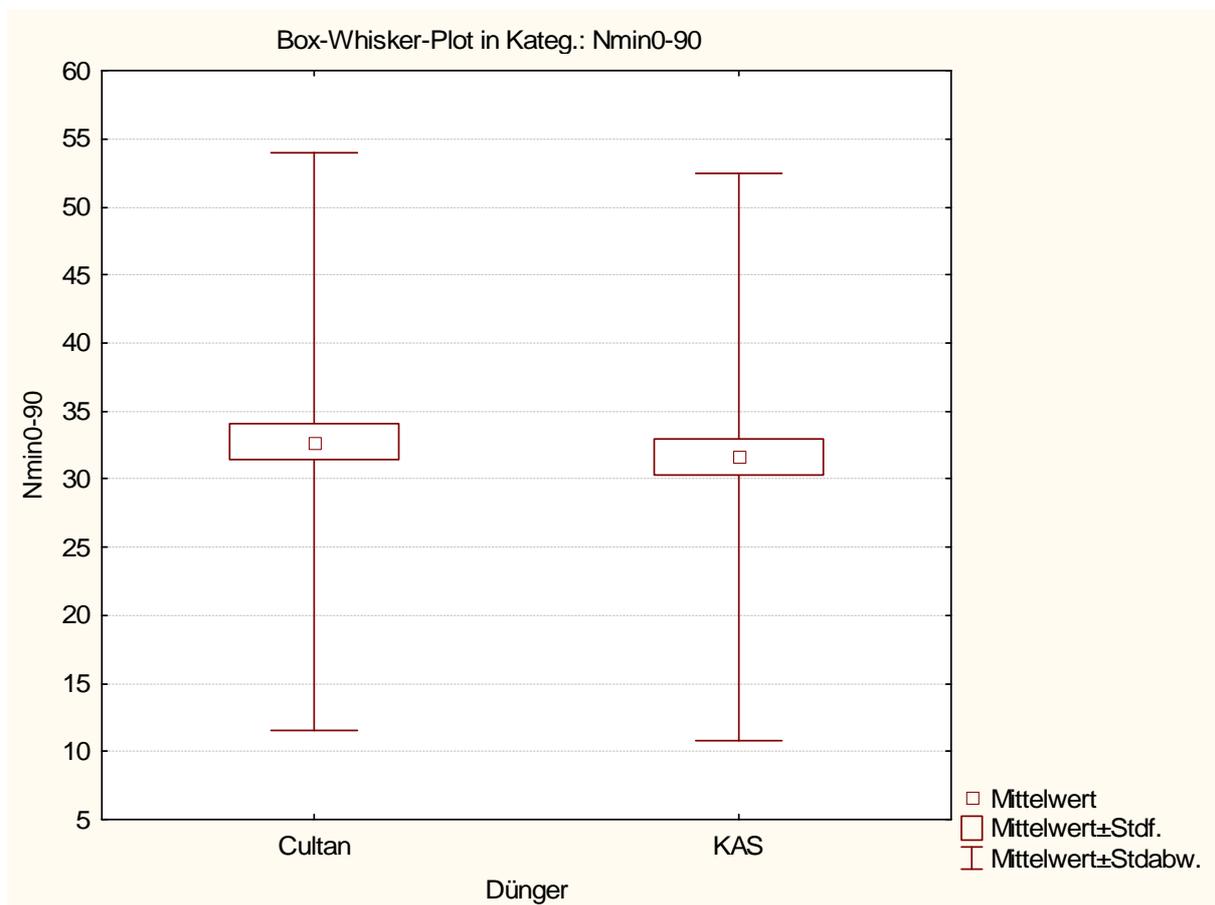


Abbildung 5-9: Gesamtmittelwert, Standardfehler und Standardabweichung der Summen- $N_{\min}$ -Werte von 0 – 90 cm aller Standorte. ( $N = 484$ )

Die  $N_{\min}$ -Beprobungen wurden im Herbst in Intervallen von durchschnittlich 4 Wochen durchgeführt. Im Spätwinter/Frühjahr mussten die Intervalle teilweise auf ca. 3 Wochen verkürzt werden, um für eine Düngung jeweils gültige  $N_{\min}$ -Werte zu

erhalten. Die  $N_{\min}$ -Beprobung ist deutlich enger als in den ersten Versuchsjahren. Daher lässt sich die Entwicklung des  $N_{\min}$ -Gehaltes im Boden sehr gut verfolgen. Es zeigten sich die folgenden Ergebnisse im Überblick (Details s. Anhang, Tabelle 8-29 bis Tabelle 8-32):

Zwischen den Varianten CULTAN und KAS gibt es insgesamt und in der Regel nur geringe Unterschiede (Abbildung 5-9). Die über die Zeit gemittelten  $N_{\min}$ -Werte (0 - 90 cm) liegen bei 33 kg N/ha für CULTAN und 32 kg N/ha für KAS. Die Streuung der Werte ist aufgrund der zeitlichen Dynamik erheblich. Erstaunlich ist allerdings, dass die  $N_{\min}$ -Werte zum SchALVO-Termin ca. Ende Oktober (s. Anhang, Tabelle 8-29 bis Tabelle 8-32) im Mittel mit 30 bzw. 29 kg N/ha und einer der Gesamtstichprobe ähnlichen Standardabweichung auch nicht homogener sind.

Die zeitliche Dynamik für die Standorte Hirschenberg (3) und Nöllelein (7) ist in Abbildung 5-10 dargestellt. Die beiden Schläge durchliefen die Rotation in der gleichen zeitlichen Reihenfolge, so dass die Kulturen identisch waren und die  $N_{\min}$ -Probenahmen zum gleichen Zeitpunkt durchgeführt wurden. Nur nach einer Düngung, wie sie immer gegen Ende der Frühjahrsbeprobungen ausgebracht wird, oder kurzfristig sind die Gehalte zwischen den Parzellen eines Schlags deutlich verschieden. Diese kurzfristigen Effekte können auch mit der problematischen  $N_{\min}$ -Beprobung beim bändchenförmig ausgebrachten AHL-Dünger zusammenhängen. Ausnahmen wie das Abweichen der  $N_{\min}$ -Kurven auf F7 (Nöllelein) im Herbst 2003 sind nicht immer erklärbar. Ansonsten laufen die Parzellen des jeweils gleichen Schlags recht parallel. Zu bemerken ist jedoch das immer wieder deutlich unterschiedliche Niveau der  $N_{\min}$ -Gehalte, das auf standortspezifische Charakteristika hinweist.

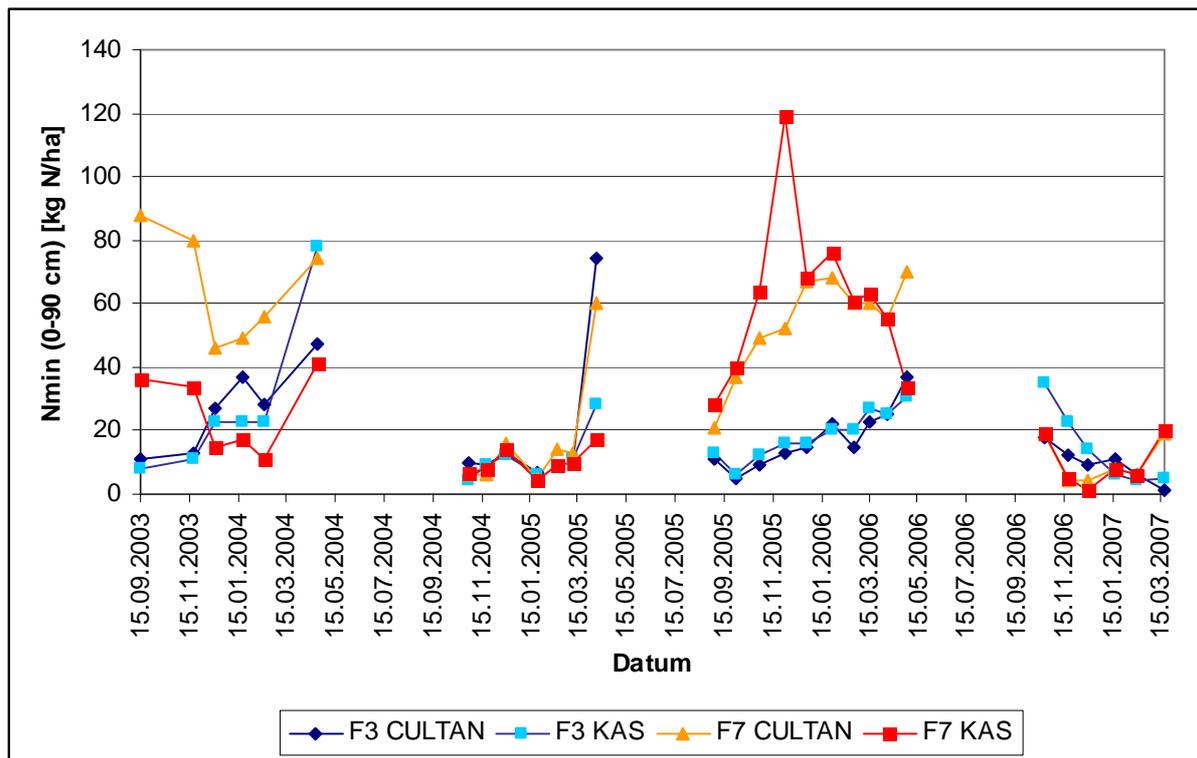


Abbildung 5-10: Zeitlicher Verlauf der  $N_{min}$ -Gehalte (0 - 90 cm) am Standort 3 (Hirschenberg, blaue Kurven) und Standort 7 (Nöllelein, rote Kurven) für die KAS- und CULTAN-Parzellen. ( $N = 112$ )

Zwischen den verschiedenen Kulturen und auch bei gleicher Kultur zwischen verschiedenen Schlägen gibt es große Unterschiede. Das wird durch Abbildung 5-11 illustriert. Im Mittel den niedrigsten  $N_{min}$ -Wert (0 - 90 cm) hat der Hirschenberg (3) mit 18 kg N/ha gegenüber 38 kg N/ha am Nöllelein (7). Damit entsteht zunächst das Paradox, dass der Standort mit dem niedrigsten Ertrag und dem größten N-Überschuss in der Bilanz die geringsten  $N_{min}$ -Gehalte aufweist, während der Standort mit dem höchsten Ertrag und einem rechnerisch negativen N-Saldo mit die höchsten  $N_{min}$ -Gehalte aufweist.

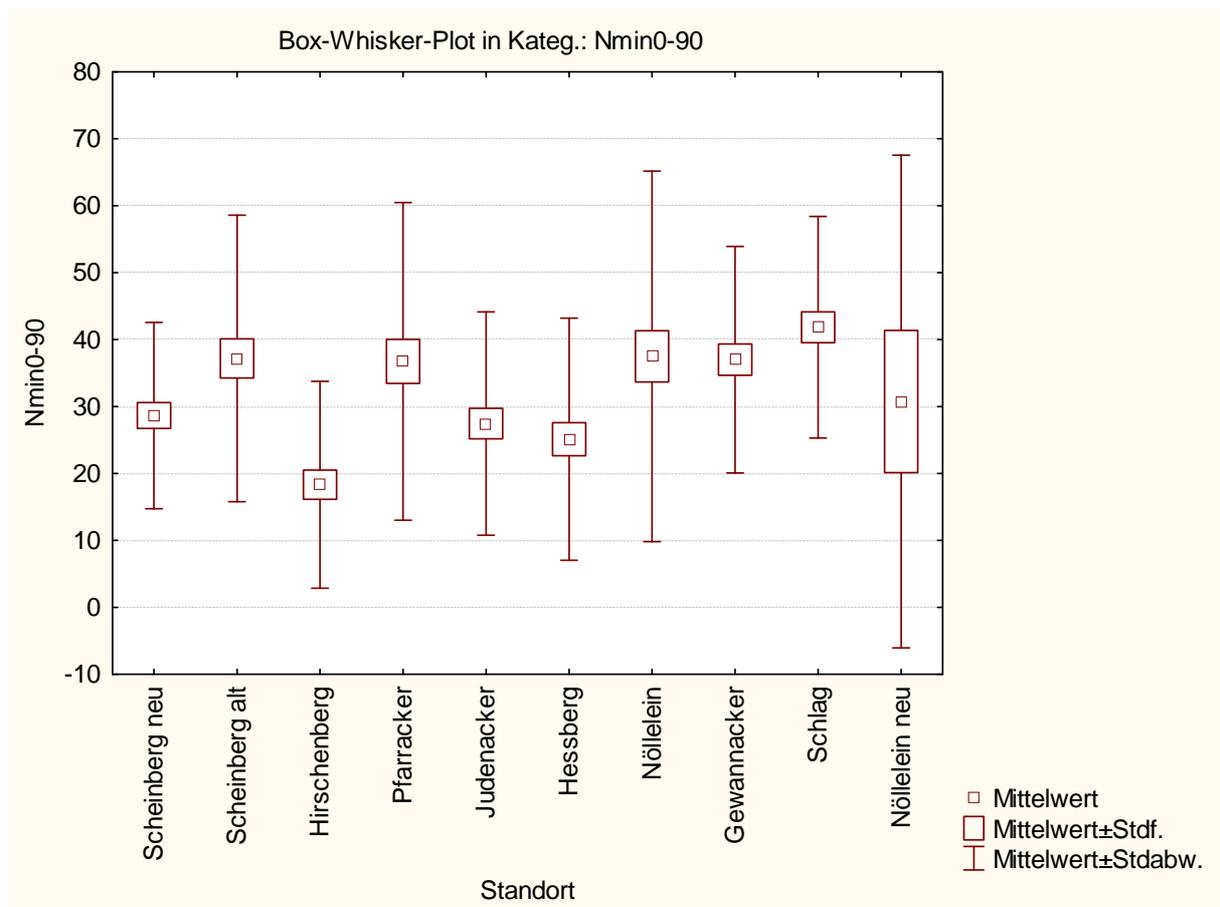


Abbildung 5-11:  $N_{min}$ -Mittelwerte aller Versuchsstandorte. ( $N = 484$ )

Der hohe Standardfehler am Standort 11 (Nöllelein neu) geht darauf zurück, dass dort nur ein Jahr gemessen wurde und daher das  $N$  der Stichprobe geringer ist. Die Wiederholungszahl  $N$  der Stichprobe geht in die Berechnung des Standardfehlers ein.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich die beiden Dünger weder bei der Herbstbeprobung noch insgesamt in Bezug auf die  $N_{min}$ -Gehalte unterscheiden. Die standörtlichen Faktoren sind zumindest teilweise für die Höhe der  $N_{min}$ -Gehalte bedeutender als die Höhe der N-Überschüsse.

## 6 Zusammenfassende Diskussion

### 6.1 Einfluss der CULTAN- und KAS-Düngung auf Ertrag, Qualität und berechnete N-Bilanz

Um die Gesamtunterschiede im Versuch beurteilen zu können, wurden die Einzelerträge der jeweiligen Kulturen auf ihren jeweiligen Gesamtmittelwert normiert. Somit können relative Ertragsunterschiede zwischen unterschiedlichen Kulturen verglichen werden.

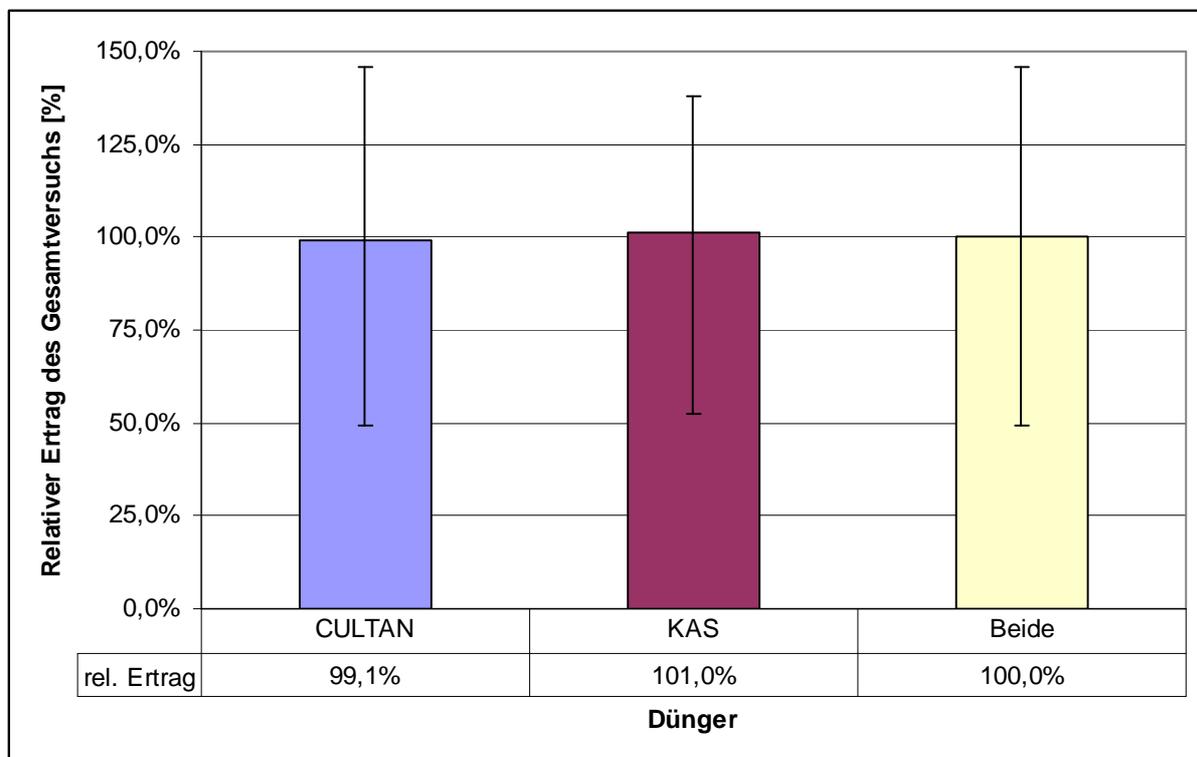


Abbildung 6-1: Relative Erträge des Gesamtversuchs aus vier Erntejahren mit drei Kulturen in Abhängigkeit von der Düngervariante. Fehlerbalken = minimale und maximale Erträge in %. N = 70

Aus Abbildung 6-1 geht hervor, dass die relativen Erträgen zwischen den Düngervarianten um knapp 2 % von einander abweichen, während es Jahre und Flächen gab, bei denen die Mehr- oder Mindererträge gemessen am Gesamtmittel bei 50 % lagen.

Eine Varianzanalyse, deren Ergebnis hier exemplarisch dargestellt wird (Tabelle 6-1), zeigt, wie viel von der Gesamtvarianz durch den Düngerunterschied erklärt wird (erklärte Summe der Quadrate), wie viel unerklärt bleibt (zufällige Summe der Quadrate) und die sich daraus ergebende Wahrscheinlichkeit, dass der Unterschied Zufall ist. Unterschiede werden im naturwissenschaftlichen Bereich konventionsgemäß erst bei einer Zufallswahrscheinlichkeit  $< 5\%$  ( $p < 0,05$ ) als signifikant angesehen.

*Tabelle 6-1: Varianzanalyse zum Unterschied zwischen CULTAN- und KAS-Düngung bei der Ertragsbildung auf den Versuchsflächen*

<b>Summe der Quadrate erklärt</b>	<b>Summe der Quadrate zufällig</b>	<b>Zufallswahr- scheinlichkeit</b>
0,006	3,589	73%

Die Erträge wurden also im Versuch nicht durch die Düngung beeinflusst. Anders betrachtet macht es also für die Erträge keinen Unterschied, mit welchem Dünger gedüngt wurde. Es wurden auch Varianzanalysen für die Kulturen einzeln gerechnet, die alle nur in der Hinsicht signifikant waren, dass sich etwa die Erträge von Sommergerste von denen des Winterweizens unterscheiden.

Genauso gab es keine signifikanten Unterschiede bei den Qualitätsparametern Sedimentation, Vollgerstenanteil, Ölgehalt und N in der Trockensubstanz (s. Abbildungen und Tabellen in Kap. 5.1).

Auch die berechnete vereinfachte N-Flächenbilanz wurde überprüft (Abbildung 6-2). Die Unterschiede zwischen den Düngevarianten sind hier mit Unterschieden der Mittelwerte von bis zu 6 kg N/ha optisch deutlich.

Die Varianzanalyse in Tabelle 6-2 ergibt nur signifikante Unterschiede zwischen dem negativen Saldo der Sommergerste und den positiven Salden des Winterrapses

sowie dem CULTAN-Saldo beim Winterweizen. Jedoch gibt es keine Unterschiede zwischen den Düngevarianten derselben Kultur.

Tabelle 6-2: Ergebnis der Post hoc Analyse (Tukey HSD für ungleiche N) für die Abhängigkeit der RAPS, Weizen oder Gerstenerträge von der Düngung (signifikante Abweichung bei  $p < 0,05$ ,  $N = 66$ )

	W-Raps CUL	W-Raps KAS	W-Weizen CUL	W-Weizen KAS	S-Gerste CUL	S-Gerste KAS
Mittelw.kg N/ha:	33	29	15	9	-15	-15
W-Raps CUL		0,999	0,534	0,241	0,001	0,001
W-Raps KAS	0,999		0,782	0,458	0,002	0,002
W-Weizen CUL	0,534	0,782		0,991	0,027	0,030
W-Weizen KAS	0,241	0,458	0,991		0,121	0,131
S-Gerste CUL	0,001	0,002	0,027	0,121		1,000
S-Gerste KAS	0,001	0,002	0,030	0,131	1,000	

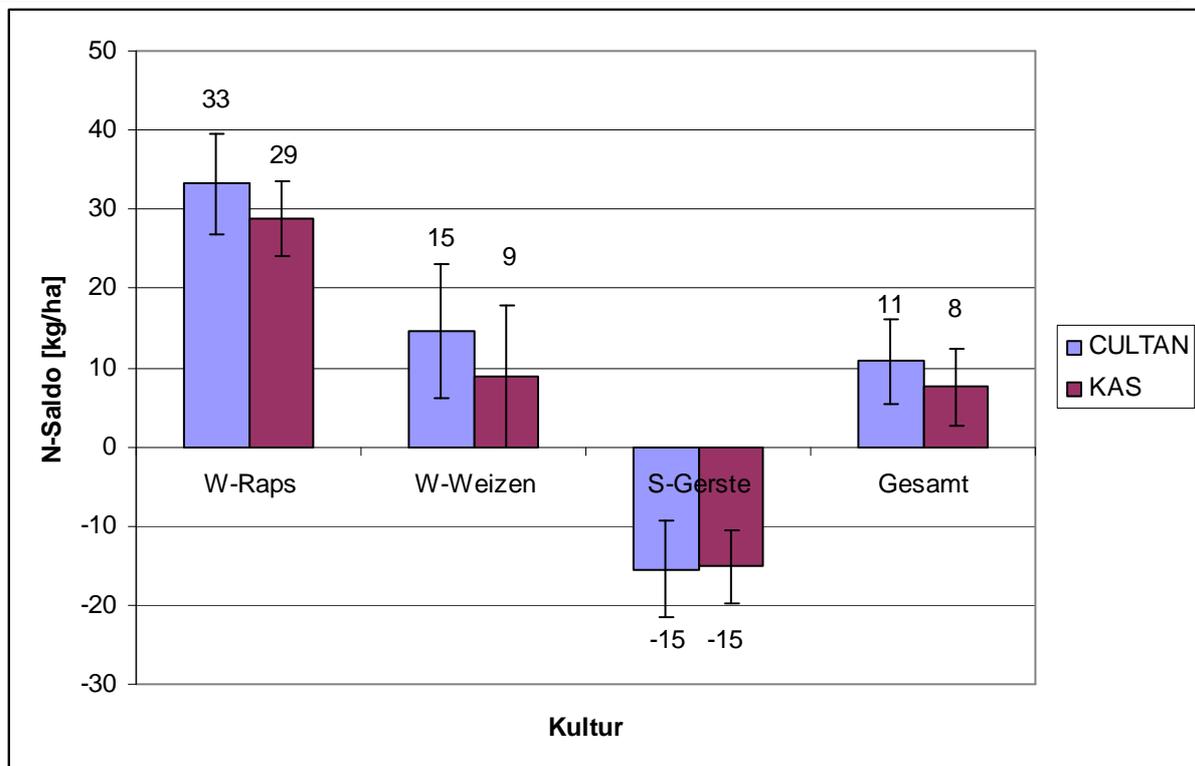


Abbildung 6-2: N-Bilanz der Kulturen Winterraps, Winterweizen, Sommergerste und der Gesamtrotation für die CULTAN und KAS Düngung (Fehlerbalken = Standardschätzfehler des Mittelwerts;  $N = 66$ )

Die in Abbildung 6-2 eingetragenen Standardfehler zeigen auch, dass die Schätzung der N-Salden mit einer großen statistischen Unsicherheit behaftet ist. Dabei sind andere Einflüsse wie Deposition, N-Fixierung etc. noch nicht berücksichtigt.

Die Unterschiede zwischen den Düngern vor allem beim Weizen liegen an den Ertragsergebnissen aus den beiden letzten Versuchsjahren, insbesondere 2006. Zwar sind die Unterschiede mit Abschluss des Versuchs nicht signifikant und beruhen daher wahrscheinlich auf Zufallseffekten. Dennoch sollte in der Praxis die Entwicklung der Erträge bei mehrjähriger CULTAN-Bewirtschaftung beobachtet werden.

Insgesamt ist jedoch klar festzustellen, dass eine fachgerechte Bewirtschaftung mit CULTAN im Untersuchungsgebiet kein größeres Ertragsrisiko als die konventionelle Bewirtschaftung für den Landwirt darstellt.

## **6.2 Einfluss der CULTAN- und KAS-Düngung auf die Nitrat-Belastung des Sickerwassers**

Der Gesamteffekt wurde in Abbildung 5-5 dargestellt. Die CULTAN-Düngung bedeutet insgesamt eine etwa 9 %ige Reduktion der Nitrat-Verluste. Der Vergleich der Gesamtverluste führt wegen der starken saisonalen Schwankungen der Austräge nicht zu einem signifikanten Ergebnis. Vergleicht man jedoch die Unterschiede zwischen CULTAN- und KAS-Düngung saisonweise, dann ist die Varianzanalyse hochsignifikant ( $p = 0,000$ ). Der post hoc-Test zeigt, dass sich die Nitrat-Auswaschungen im Herbst/Winter 2004/05 signifikant zwischen der CULTAN-Variante (N-Verlust 10 kg/ha) und der KAS-Variante (N-Verlust 18 kg/ha) unterscheidet ( $p = 0,012$ ). Auch in anderen Messperioden ist der Unterschied deutlich (Abbildung 6-3).

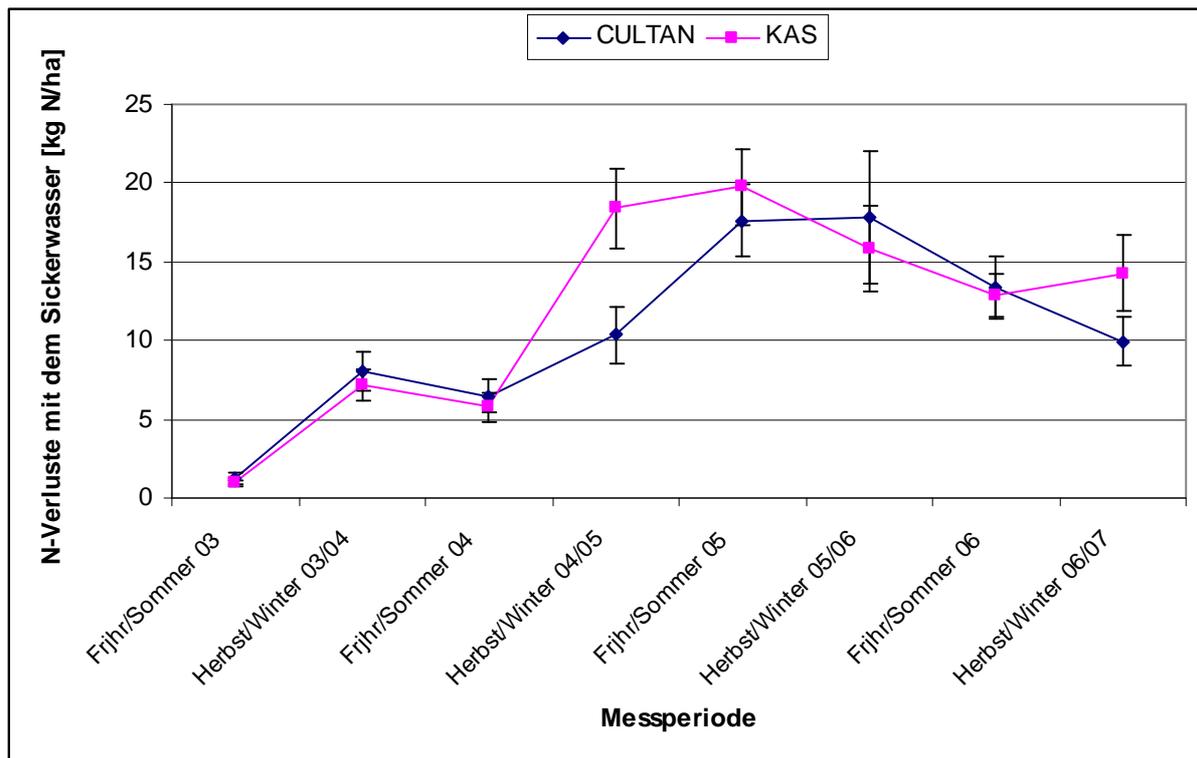


Abbildung 6-3: Verlauf der N-Auswaschungen im gesamten Messzeitraum 2003 – 2006. Kurven für CULTAN- und KAS-Düngung nach Messperiode (Fehlerbalken = Standardschätzfehler des Mittelwerts. N = 1255)

Auf dem relativ niedrigen Niveau der ersten anderthalb Jahre mit N-Austrägen von < 10 kg N/ha ergeben sich noch keine Unterschiede zwischen den Varianten. In den Wintern 04/05 und 06/07 überlappen sich die Fehlerbalken nicht. Es gibt einen signifikanten Unterschied.

Offensichtlich handelt es sich beim Unterschied der N-Verluste nicht um einen unmittelbaren Effekt der Auswaschung des leichter löslichen KAS im späten Frühjahr oder im Mai. Sonst müssten die Sommerausträge sich deutlicher unterscheiden. Aufgrund der recht trockenen Standortbedingungen und der hohen Feldkapazitäten der Löss im Versuch ist eine unmittelbare Gefahr für eine KAS-Auswaschung im April/Mai ohnehin nur in Ausnahmefällen zu erwarten.

Daraus ergibt sich, dass neben der kurzfristigen Stabilisierung des AHL-Düngerbändchens auch gesamtsystemische Effekte der Dünger eine Rolle spielen. So ist zu vermuten, dass KAS als breitwürfiger Dünger einen höheren Priming-Effekt verursacht, also die Netto-Mineralisierung von N aus dem Humus auf der Gesamtfläche erhöht. Im Gegenzug könnte das CULTAN-Verfahren auch eine höhere Festlegung von N im Humus bewirken. Dieser Mechanismus ist jedoch explizit für das CULTAN-Verfahren nicht untersucht.

In Abbildung 6-4 sind die Auswaschungen der vier Anbaujahre (September bis September) dargestellt. In Einzeljahren (2004/05; 2006/07) ist der Vorteil von CULTAN mit > 30 % besonders deutlich.

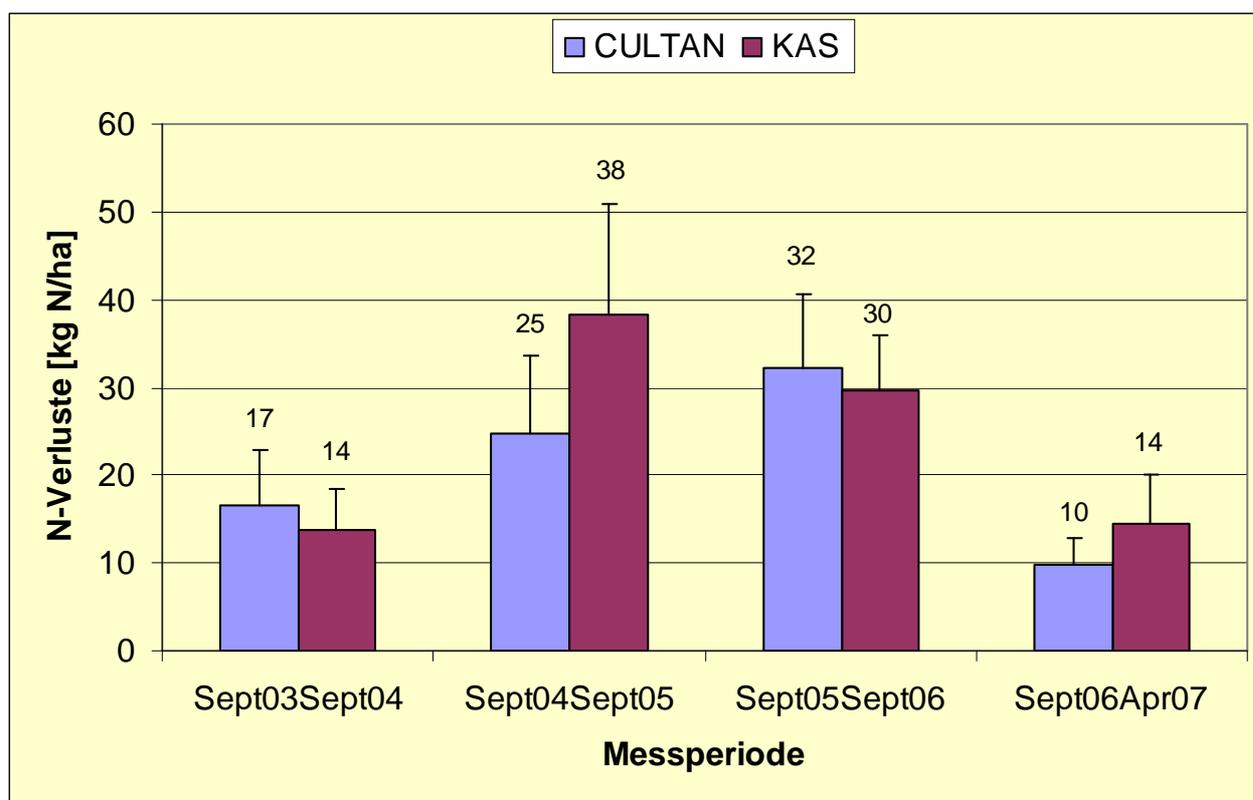


Abbildung 6-4: Vergleich von CULTAN und KAS: Jahreswerte der N-Auswaschungen im gesamten Messzeitraum 2003 – 2007 nach Anbaujahren (Sept. – Sept.) (Fehlerbalken = Standardschätzfehler des Mittelwerts. N = 1255)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bei mittleren Auswaschungen von 21 kg N/ha in der CULTAN-Variante und 23 kg N/ha in der KAS-Variante ein Unterschied von 9 % besteht. Der Vorteil von CULTAN kann dann signifikant werden, wenn die Nitrat-Verluste hoch sind. In diesen Jahren kann der N-Verlust um > 30 % reduziert werden.

Beide Verfahren wurden nach bester landwirtschaftlicher Praxis auch in Bezug auf den Grundwasserschutz betreut. Insofern ist es nicht erstaunlich, dass bei nahezu ausgeglichenen N-Bilanzen in den beiden 80 %-NID-Varianten nur noch ein kleiner Unterschied auftritt. Dass er auftritt, belegt aber die Güte des CULTAN-Verfahrens für einen Einsatz in Wasserschutzgebieten, zumal die Nachvollziehbarkeit dieser meist überbetrieblichen Düngung besser gewährleistet ist als bei reduzierten KAS-Gaben.

### **6.3 Einfluss des Standorts und der Witterung auf Erträge, Wasserhaushalt, Nitratverluste und $N_{\min}$ -Gehalte**

Die zu untersuchende Hauptfragestellung der Güte des CULTAN-Verfahrens ist in Kap. 6.1 und 6.2 beantwortet. So wichtig die Beantwortung dieser konkreten Fragen mit praktischen Konsequenzen ist, so wichtig ist es auch, die komplexen Interaktionen zwischen Naturraum, Witterung und Mensch und ihre Auswirkungen auf die Grundwasser- und Produktionsqualität zu verstehen. Ohne dieses Verständnis blieben die Versuchsergebnisse streng genommen auf die Versuchsstandorte beschränkt und man wüsste nicht, wie und wo sie übertragbar sind. Aufgrund der konsequenten Durchführung der Versuche durch alle Beteiligten ist ein Ergebnis zu Stande gekommen, das kaum durch Datenlücken oder krasse Abweichungen vom Konzept geschmälert ist. Damit enthalten die Daten sehr viele

implizite Informationen über die Versuchsfelder und ihre Standortsdynamik. Einige Aspekte sollen hier näher untersucht werden.

### 6.3.1 Einfluss der N-Dynamik auf die Erträge

Mit einfacher und multipler Regression wurde der Zusammenhang zwischen  $N_{\min}$ , N-Austrag und Ertrag untersucht. Die Abbildung 6-5 zeigt exemplarisch auch für andere aus den  $N_{\min}$ -Daten ableitbare Größen wie dem mittleren Gesamtgehalt der Standorte, dass zwischen  $N_{\min}$  und N-Verlusten im Untersuchungsgebiet keinerlei Zusammenhang besteht ( $p \gg 0,05$ ). Das 95 %-Konfidenzintervall zeigt, dass eine Prognose des N-Austrags über den ganzen Bereich mit einer Unsicherheit von +/- 40 kg N/ha behaftet wäre.

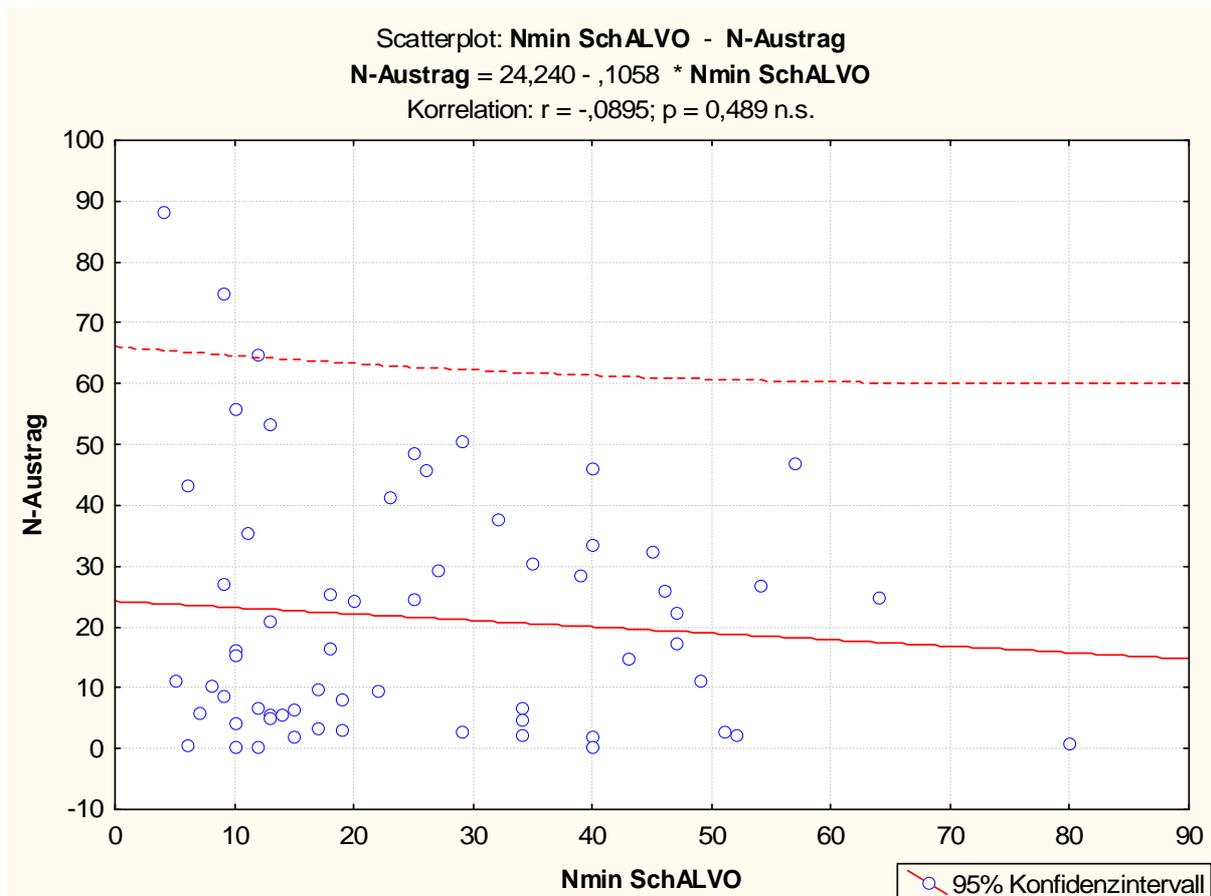


Abbildung 6-5: Regression zum Zusammenhang von  $N_{\min}$  zum SchALVO-Termin Ende Oktober und dem gemessenen N-Austrag ( $N = 62$ )

Es zeigt sich unter den stark lössgeprägten Standortsbedingungen auf den 9 Messflächen, dass die verfügbaren N-Gehalte, die mit der  $N_{\min}$ -Methode bestimmt werden, im Versuch zwar von standörtlicher, aber nicht von Grundwasserrelevanz sind.

Trotz dieser Unterschiede erklären beide einen Teil der Erträge. Dabei ist  $N_{\min}$  positiv mit den Erträgen korreliert, während die N-Verluste negativ korreliert sind (Abbildung 6-6).

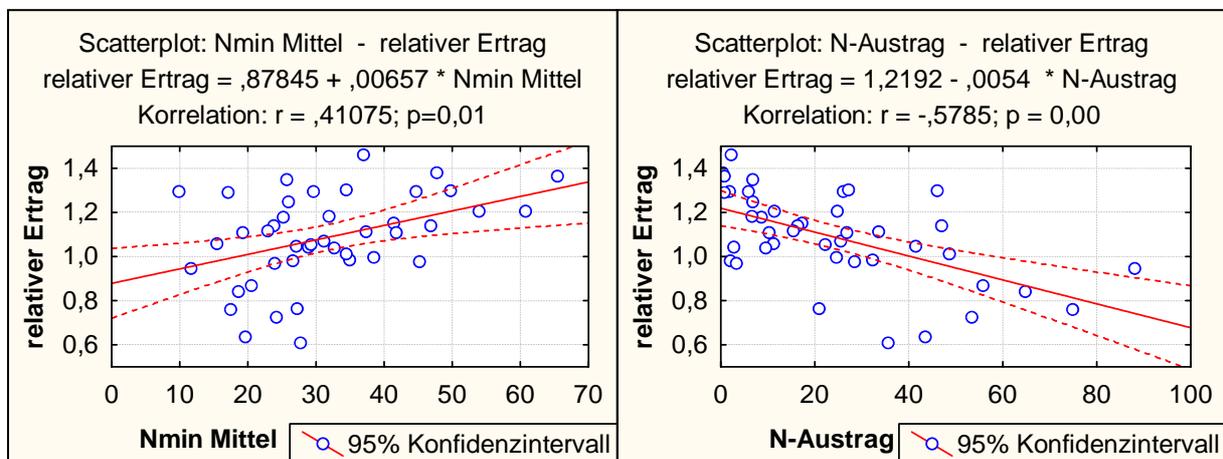


Abbildung 6-6: Regression des relativen Ertrags in Abhängigkeit vom mittleren  $N_{\min}$ -Wert (0 – 90 cm, links) und dem N-Austrag (rechts) im gleichen Zeitraum (N = 62)

Die Beziehung zwischen N-Austrag und relativem Ertrag ist etwas aussagekräftiger mit  $r = - 0,5785$  gegenüber  $r = 0,41075$ . Hier zeigt sich, dass zwei voneinander unabhängige Variablen trotzdem im Zusammenhang mit der Ertragsbildung stehen.

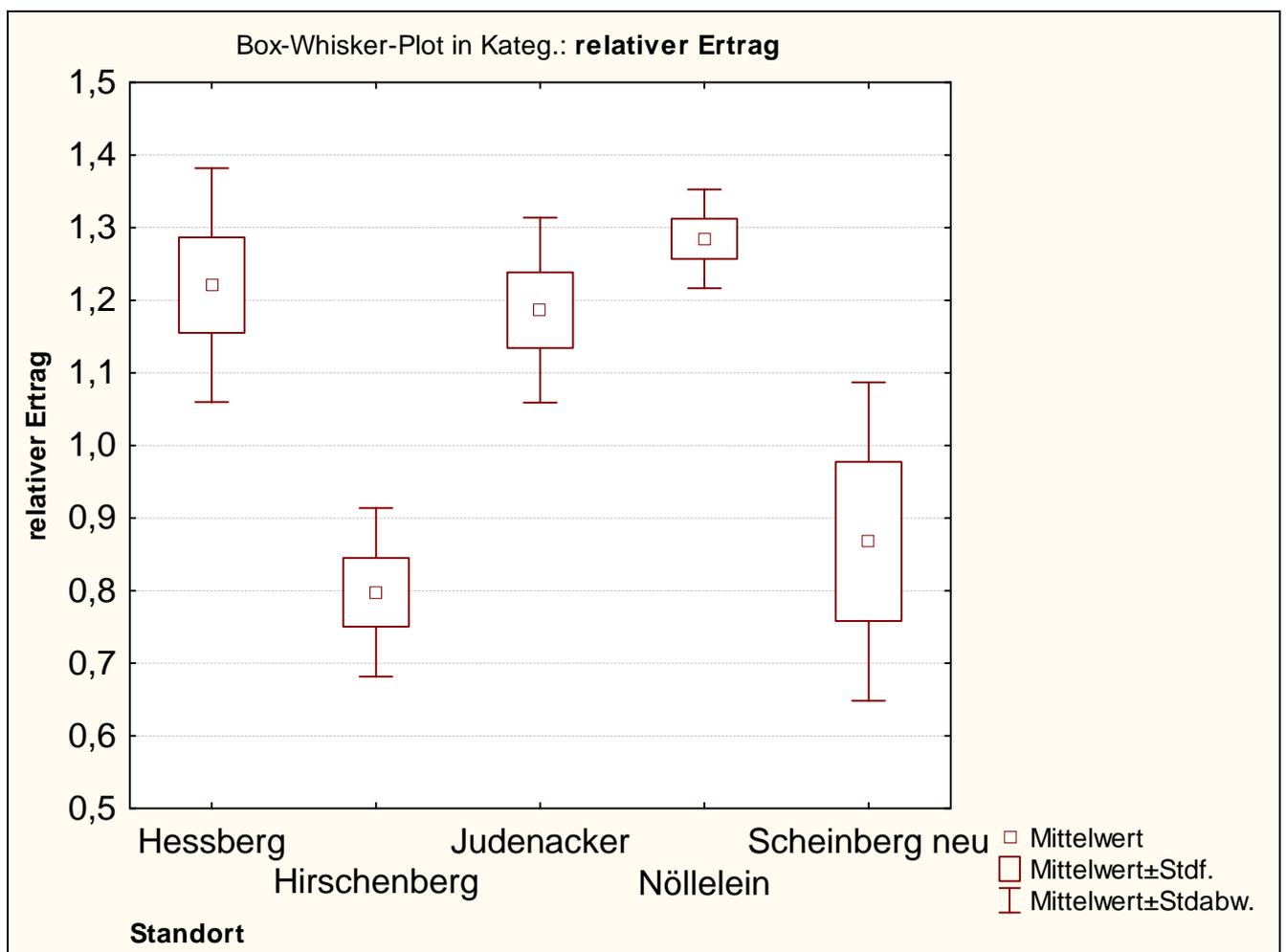
### 6.3.2 Einfluss der Standortseigenschaften auf die N-Dynamik

Mit einer Betrachtung der Standortabhängigkeit dieser Phänomene sieht man, dass auf guten Standorten (Heißberg, Judenacker, Nöllelein) die relativen Erträge und  $N_{\min}$ -Gehalte auch im Herbst hoch sind (Abbildung 6-7, Abbildung 6-8). Dagegen ist die N-Bilanz fast ausgeglichen und die Nitrat-Auswaschungen sind gering (Tabelle

6-3, Abbildung 6-8). Auf den Standorten mit geringem Ertrag (Hirschenberg, Scheinberg alt) verhält es sich fast spiegelverkehrt.

*Tabelle 6-3: N-Bilanz von Schlägen mit besonders guten und schlechten Erträgen*

Standort	N-Bilanz Mittelw.	N-Bilanz N	N-Bilanz Stdabw.	N-Bilanz Stdf.	N-Bilanz Minimum	N-Bilanz Maximum
Heßberg	4	6	34	14	-24	52
Hirschenberg	37	8	21	8	4	61
Judenacker	7	6	33	13	-36	46
Scheinberg alt	17	8	22	8	-8	49
Nöllelein	-9	8	40	14	-66	37



*Abbildung 6-7: Relativer Ertrag von guten und schlechten Standorten*

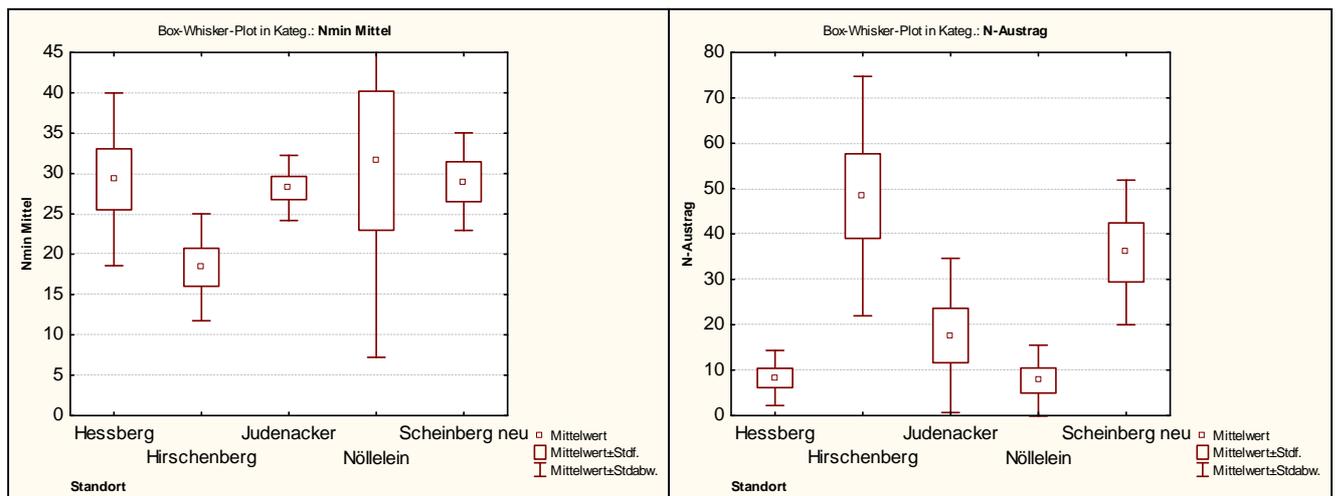


Abbildung 6-8: Mittlere  $N_{min}$ -Werte (links) in kg N/(ha\*90 cm Tiefe) und mittlere N-Verluste mit dem Sickerwasser (rechts) in kg N/(ha\*Jahr)

Worin unterscheiden sich die Standorte? Zum einen werden die drei Standorte mit den höchsten N-Austrägen von anderen Landwirten als der Rest der Felder bewirtschaftet. Zum anderen stellen der Scheinberg und vor allem der Hirschenberg eine Ausnahme in Bezug auf die Textur und die Exposition dar (Tabelle 4-2). Diese Unterschiede wirken sich insbesondere auf die Wasserdynamik aus.

### 6.3.3 Grundwasserneubildung und Nitrat-Konzentrationen

Zum Verständnis der Wasserdynamik auf den Standorten konnten die Wetterdaten der Stationen Großrinderfeld (so weit verfügbar) und Würzburg hinzugezogen werden. Aus den Niederschlägen und Standortseigenschaften kann mit dem TUB-BGR-Verfahren die jährliche Grundwasserneubildung / Wassersickerung in einer bestimmten Tiefe berechnet werden.

Die Berechnung der Nettosickerung (Abbildung 5-8) zeigt einen großen standörtlichen Unterschied. Während auf dem Nöllelein in 60 cm in einem Jahr gar keine Sickerung stattfindet, flossen am Hirschenberg berechnete 100 L/m<sup>2</sup> selbst im trockensten Jahr. Obwohl eine solche Abschätzung fehlerbehaftet ist, zeigt sie doch das für das Gesamtverständnis fehlende Glied in der Kette:

Auf Standorten mit hoher nutzbarer Feldkapazität und hohem Rückhaltevermögen wird Nitrat nicht verlagert, weil kein Wasserfluss stattfindet. Es reichert sich in der Tendenz an. Damit sind auf solchen Standorten, die vom schluffigen Ausgangslöss dominiert sind (z.B. Nöllelein, Heßberg) die  $N_{\min}$ -Gehalte hoch. Dagegen wird fast kein Nitrat ausgewaschen, weil kein Wasser versickert. Die SIA bleiben teilweise trocken.

Damit stehen am Standort sowohl mehr Nährstoffe als auch möglicherweise mehr pflanzenverfügbares Wasser zur Verfügung. Dies führt unabhängig vom Bewirtschafter zu besseren Erträgen. Durch die hohen  $N_{\min}$ -Werte wird in der Tendenz auf diesen Standorten weniger gedüngt, während die Entzüge höher sind. Dies erklärt die ausgezeichneten N-Bilanzen dieser Standorte.

Eine geringere Grundwasserbelastung ist aber sehr wohl auch vom Bewirtschafter abhängig. Werden solche Flächen beständig im Überschuss gefahren, kann das Nitrat nur teilweise in den Bodenvorrat eingebaut oder durch Luxuskonsum von der Pflanze aufgenommen werden. In Jahren mit Nettosickerung liefern diese Standorte dann plötzlich einen sehr großen Beitrag zu den Nitratfrachten. Ein indirekter Beleg dafür ist, dass in Trockenjahren die Nitrat-Konzentrationen in den Brunnen des WZG sinken, während in nassen Jahren trotz der zu erwartenden Verdünnungseffekte ein Anstieg beobachtet wird. Der Beitrag kommt dann vermutlich von den ertragsstarken und überversorgten Flächen im Gebiet.

Aus der Übertragung dieser Erkenntnisse ergeben sich auch Konsequenzen für die Anwendung von  $N_{\min}$  bei der Düngemengenberatung und als Herbstkontrollwert in den eher trockenen Gäulandschaften, die alle eine mehr oder weniger ausgeprägte und mächtige Lössüberdeckung haben.

Bei der Düngeberatung ist zu beachten, dass auf den Standorten mit geringer Lössüberdeckung und/oder Beimengung von tonigem Zersatz aus den Kalklösungsrückständen und Tonsteinen vor allem die N-Auswaschung zu den niedrigen  $N_{\min}$ -Gehalten führt, während der Standort selbst eventuell ein gutes Nachlieferungsvermögen hat und seine Ertragserwartungen unter denen der reinen Lösslehme und Löss liegen. Die Beratung auf den ertragsstarken Standorten muss im Prinzip nicht verändert werden, solange auf Entzug gedüngt wird. N-Überschüsse auf den ertragsstarken Flächen führen jedoch mittelfristig zu den gleichen Problemen wie auf den ertragschwächeren Standorten.

Für die Herbstkontrollen heißt dies, dass ohne Kenntnis der mittleren standortsabhängigen Grundwasserneubildung eine Beurteilung von hohen oder niedrigen  $N_{\min}$ -Werten nur eine sehr geringe Aussagekraft hat. Dies liegt daran, dass die  $N_{\min}$ -Werte wie gezeigt in diesem Gebiet nicht mit den N-Auswaschungen zusammenhängen. Optimal wäre eine an die Grundwasserneubildung gekoppelte Beurteilung, die auf auswaschungsgefährdeten Standorten weniger Toleranz zulässt. Mit dem TUB-BGR-Verfahren steht ein geeignetes Werkzeug zur Verfügung, um in Ergänzung zur Ackerzahl eine Art Grundwasserschutzzahl pro Fläche zu ermitteln.

In einem Sanierungsgebiet sollten die Wasserschutzbemühungen nachhaltigen Charakter haben. Unter diesem Gesichtspunkt muss das Flächenziel in Abhängigkeit von der Grundwasserneubildung bekannt sein. Als mittlere Grundwasserneubildung werden 110 mm/a angegeben. Dies bedeutet, dass rechnerisch im Gesamtgebiet durchschnittlich nicht mehr als  $12,4 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$  mit dem Sickerwasser verloren gehen dürfen, um den Grenzwert von 50 mg/L Nitrat einzuhalten.

Vor diesem Hintergrund wären beide untersuchten Düngevarianten in Bezug auf ihre berechnete N-Bilanz nachhaltig. Die gemessenen N-Austräge auf den Flächen liegen

jedoch im Mittel mit über 20 kg N/ha deutlich über diesem Ziel. Dabei konnten auf den ertragsstarken Flächen mit Ausnahme des Standorts 4 (Pfarracker) Auswaschungen so minimiert werden, dass zumindest die CULTAN-Variante deutlich unter 20 kg N/ha, teils unter 12 kg N/ha im Jahr verlor (Abbildung 5-6).

Der Unterschied von etwa 10 kg N/ha zwischen den berechneten N-Bilanzen und den gemessenen Austrägen lässt sich im übrigen gut mit dem in der Bilanz nicht berücksichtigten atmosphärischen N-Eintrag erklären. Eine Abweichung in dieser Größenordnung könnte aber ebenso gut durch die kombinierten Unsicherheiten in den Berechnungen und der Messungen erklärt werden.

## 7 Schlussfolgerungen und Bewertung

Zur Hauptfragestellung der Eignung des CULTAN-Verfahrens im betrachteten Nitrat-Sanierungsgebiet können folgende Schlüsse gezogen werden:

Im Vergleich mit einer ortsüblichen, optimierten Kalkammonsalpeter (KAS)- Düngung auf 80 % Düngenniveau ist die Nitratauswaschung in der CULTAN-Variante um ca. 9 % geringer. In einzelnen Jahren mit hoher N-Auswaschung kann der Unterschied zugunsten des CULTAN > 30 % betragen. Die fast ausgeglichene N-Flächenbilanz in beiden Dünger-Varianten über die gesamte Rotation aus Winterraps, Winterweizen und Zwischenfrucht + Sommergerste zeigt, dass im Versuch bei einem ohnehin schon niedrigen N-Überschuss die CULTAN-Variante noch einen weiteren Verbesserungseffekt erzielen konnte.

Die Erträge und die Qualität des Ernteguts unterscheiden sich in den untersuchten Parametern Erntemenge, Rohprotein, Ölgehalt (Raps), Sedimentation (Weizen) und Vollgerste (Gerste) zwischen CULTAN und KAS nur marginal. Die Erträge aller drei Kulturen lagen auf den meisten Flächen auf einem für die Region absolut konkurrenzfähigen und zufrieden stellenden Niveau trotz der 20 % N-Reduktion. Die immer noch etwas positive N-Gesamtbilanz zeigt, dass dies nicht auf Kosten der langfristigen Standortfruchtbarkeit durch Abbau von organischen N-Vorräten geschieht.

Die CULTAN-Düngung in der 80 % - Düngervariante stellt damit bei guter fachlicher Praxis eine empfehlenswerte grundwasserschonendere und ertragssichere Alternative zu einer reduzierten KAS-Düngung dar. Hinzu kommt, dass die 20 %-Reduktion des N-Einsatzes durch die meist überbetriebliche Düngung anhand der

ausgebrachten AHL/HAS-Mengen besser nachvollziehbar ist als beim betriebseigenen KAS.

Neben der Klärung dieser Frage konnten noch einige weitergehende Erkenntnisse zu den Zusammenhängen zwischen Ertrag, Nitrat-Dynamik und Standortseigenschaften gewonnen werden. Auf den recht trockenen, stark löss- oder lösslehmbeeinflussten Böden einer typischen Gäulandschaft und bei einem versuchsbedingt geringen N-Überschuss in der Bewirtschaftung kann daher gefolgert werden:

Dass es unter diesen Umständen keinen Zusammenhang zwischen den  $N_{\min}$ -Gehalten im Boden und den N-Verlusten aus dem Boden gibt, ist im Wasserhaushalt der Standorte begründet. Standorte mit höherer Grundwasserneubildung verlieren nicht nur mehr Wasser, sondern es transportiert auch mineralisierten Stickstoff in größeren Mengen ab. Dadurch sind diese Standorte doppelt benachteiligt. Es steht weniger Wasser zur Pflanzenaufnahme in den Sommermonaten zur Verfügung. Die N-Nachmineralisierung aus dem Boden wird in warmen Wintern und im Frühjahr nicht im Boden gehalten.

Hohe  $N_{\min}$ -Gehalte waren also ein Indikator der Standortfruchtbarkeit und Wasserhaltefähigkeit, aber nicht der Auswaschungsgefährdung.

Die Erträge und N-Verluste an zwei Standorten zeigen, dass auch auf potenziell guten Flächen ein mangelnder Auflauf der Kulturen aufgrund von Schwächen in der Bewirtschaftung, der das Potenzial nicht ausschöpft, ebenfalls ein wichtiger Faktor ist. Die Kenntnisse und die Sorgfalt der Landwirte spielen eine mindestens ebenso große Rolle wie die Beachtung der naturräumlichen Gegebenheiten.

Eine Berechnung der im Sinne des Grundwasserschutzes tolerierbaren N-Überschüsse ergibt, dass diese im Gebietsdurchschnitt der Gesamtfläche bei einer

Grundwasserneubildung von 110 mm nicht über 12,4 kg N/ha liegen sollten. Diese aufgrund der ungünstigen natürlichen Verhältnisse sehr harte Anforderung konnte in der CULTAN-Variante auf drei Standorten über den gesamten Versuchszeitraum gemittelt erreicht werden, in der KAS-Variante immerhin auf zwei Standorten.

Dabei ist zu beachten, dass die 12,4 kg N/ha N-Verlust pro Jahr nicht als absoluter Grenzwert zu sehen sind. Waldanteile, Grünland, Auen, Flächenstilllegungen etc. sorgen für Verdünnungseffekte, so dass für das Ackerland auch um einige kg höhere Nitrat austräge tolerabel wären.

Um die Grundwassergefährdung durch einzelne Flächen abzuschätzen und eine flächenbezogene verbesserte Beratung anbieten zu können, ist es in diesem Gebiet sinnvoller, die N-Austräge direkt zu messen oder die Gefährdung aus der Wasser- und Schlagbilanz abzuleiten statt aus den  $N_{\min}$ -Herbstkontrollen. Diese liefern jedoch bei vergleichbaren Standorten und unterschiedlichem Bewirtschafter immer noch eine relative Information.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass die CULTAN-Düngung eine sinnvolle Maßnahme in diesem Sanierungsgebiet ist.

### ***Dank***

Ein deutsches Sprichwort sagt, der Erfolg hat viele Väter, während der Misserfolg ein Waisenkind ist. Ein Feldversuch unter Praxisbedingungen über vier Jahre mit teils großer Entfernung zwischen den zahlreichen Beteiligten sind sicher eine Herausforderung gewesen. Deshalb freue ich mich besonders, die Menschen zu nennen, die an der erfolgreichen Durchführung mit sehr unterschiedlichen Beiträgen beteiligt waren. Alle, auch die namentlich vielleicht nicht Genannten, haben mit Engagement das Projekt unterstützt und begleitet.

Zunächst möchte ich mich bei den beteiligten Landwirten Herrn Banzer, Herrn Reinhart, Herrn Baumann und Herrn Baier herzlich bedanken, dass sie nicht nur ihre Flächen zur Verfügung gestellt haben, sondern mit größtenteils besonderer Sorgfalt, dem praktischen Vermögen und wichtigen Anregungen die Versuchsgrundlage geschaffen haben, auf der überhaupt nur eine vernünftige Auswertung möglich ist.

Intensiv wurden sie dabei zunächst von Herrn Walter, der auch maßgeblich an der Konzeption des Versuchs beteiligt war, und danach von Herrn Dr. Ehrmann bei der Absprache der Bewirtschaftung, den praktischen Problemen und den Probenahmen während der Ernte betreut. Ihre fachliche Güte gewährleistete über den gesamten Zeitraum, dass allfällige kurzfristige Entscheidungen immer im Sinne der Versuchsfragestellung fielen.

Herr Maag und Frau Dressel haben immer auf unkomplizierte und konstruktive Weise den Versuch von Zweckverbandsseite mitverfolgt.

Herr Baumeister hat sich auch unter schwierigen Bedingungen um die Nmin-Beprobungen verdient gemacht.

Herr Weiblen hat einen Teil der bereits vorhandenen Daten in einer schwierigen Zeit wieder zugänglich gemacht.

Herr Köhler, Frau Kopsch und Herr Schwarz haben sich bei unseren zahlreichen Geländeeinsätzen und im Labor um die Nitrat-Austragsmessungen verdient gemacht und auch sonst so manches im Hintergrund geregelt.

Zu guter Letzt möchte ich den beiden Auftraggebern danken:

Herrn Hug vom Regierungspräsidium Stuttgart und Herrn Dr. Hafner vom Landratsamt Main-Tauber, der die fachlichen Diskussionen schätzt wie ich, für die kritische fachliche Begleitung über den gesamten Zeitraum, von der Konzeptionierung angefangen.

Herrn Bürgermeister Beetz vom Wasserzweckverband Grünbachgruppe, der auch in schwierigen Zeiten immer deutlich gezeigt hat, dass ihm dieser Versuch wichtig ist, und von dem wir die Unterstützung erfahren haben, die notwendig war, um den Versuch beenden zu können.

### **Abbildungsverzeichnis**

ABBILDUNG 4-1: LAGE DER VERSUCHSFLÄCHEN ZUM VERGLEICH VON CULTAN- UND KAS-DÜNGUNG UND DES UNTERSUCHTEN WASSERSCHUTZGEBIETS.....	9
ABBILDUNG 4-2: SCHEMATISCHE ZEICHNUNG ZUM EINBAU VON SIA .....	17
ABBILDUNG 5-1: MITTLERE ERTRÄGE VON WINTERRAPS, WINTERWEIZEN UND SOMMERGERSTE BEI CULTAN- UND KAS-DÜNGUNG (FEHLERBALKEN = STANDARDSCHÄTZFEHLER DES MITTELWERTS; N = 70) .....	20
ABBILDUNG 5-2: RELATIVE ERTRÄGE [%] IN ABHÄNGIGKEIT VOM STANDORT (FEHLERBALKEN = STANDARDSCHÄTZFEHLER DES MITTELWERTS; N = 70) .....	21
ABBILDUNG 5-3: VERGLEICH DER DÜNGEVARIANTEN IN BEZUG AUF DIE QUALITÄTSPARAMETER VOLLGERSTE BEI SOMMERGERSTE, SEDIMENTATION BEI WINTERWEIZEN UND ÖLGEHALT BEI WINTERRAPS. ALLE ANGABEN IN %. (FEHLERBALKEN = STANDARDSCHÄTZFEHLER DES MITTELWERTS; N = 70).....	22
ABBILDUNG 5-4: N-BILANZEN DER EINZELNEN STANDORTE N = 64 .....	25
ABBILDUNG 5-5: GESAMTMITTELWERTE DER JÄHRLICHEN N-VERLUSTE UNTER CULTAN- UND KAS- GEDÜNGTEN FLÄCHEN MIT DEM SICKERWASSER IN KG N/HA. (FEHLERBALKEN = STANDARDSCHÄTZFEHLER DES MITTELWERTS; N = 1255) .....	27
ABBILDUNG 5-6: STANDORTSABHÄNGIGE MITTLERE JÄHRLICHE N-VERLUSTE MIT DEM SICKERWASSER IN KG N/HA FÜR CULTAN- UND KAS-DÜNGUNG. (FEHLERBALKEN = STANDARDSCHÄTZFEHLER DES MITTELWERTS; N = 1255) .....	28
ABBILDUNG 5-7: AKTUELLE MONATLICHE NIEDERSCHLÄGE WÄHREND DER MESSPERIODE 2003 –2007 UND MONATSWERTE DES 30-JÄHRIGEN MITTELS ZUM VERGLEICH (WETTERSTATION WZG; KLIMASTATION WÜRZBURG, DATEN: DWD) .....	29
ABBILDUNG 5-8: JÄHRLICHE SICKERRATE IN 60 CM TIEFE AUF DEN VERSUCHSSTANDORTEN BERECHNET NACH TUB-BGR-VERFAHREN AUS DEN AKTUELLEN DATEN DER WETTERSTATION BEUNTH UND DATEN DER KLIMASTATION WÜRZBURG.....	30
ABBILDUNG 5-9: GESAMTMITTELWERT, STANDARDFEHLER UND STANDARDABWEICHUNG DER SUMMEN- $N_{\text{MIN}}$ - WERTE VON 0 – 90 CM ALLER STANDORTE. (N = 484) .....	31
ABBILDUNG 5-10: ZEITLICHER VERLAUF DER $N_{\text{MIN}}$ -GEHALTE (0 - 90 CM) AM STANDORT 3 (HIRSCHENBERG, BLAUE KURVEN) UND STANDORT 7 (NÖLLELEIN, ROTE KURVEN) FÜR DIE KAS- UND CULTAN- PARZELLEN. (N = 112) .....	33
ABBILDUNG 5-11: $N_{\text{MIN}}$ -MITTELWERTE ALLER VERSUCHSSTANDORTE. (N = 484) .....	34
ABBILDUNG 6-1: RELATIVE ERTRÄGE DES GESAMTVERSUCHS AUS VIER ERNTEJAHREN MIT DREI KULTUREN IN ABHÄNGIGKEIT VON DER DÜNGERVARIANTE. FEHLERBALKEN = MINIMALE UND MAXIMALE ERTRÄGE IN %. N = 70 .....	35

ABBILDUNG 6-2: N-BILANZ DER KULTUREN WINTERRAPS, WINTERWEIZEN, SOMMERGERSTE UND DER GESAMTROTATION FÜR DIE CULTAN UND KAS DÜNGUNG (FEHLERBALKEN = STANDARDSCHÄTZFEHLER DES MITTELWERTS; N = 66) .....	37
ABBILDUNG 6-3: VERLAUF DER N-AUSWASCHUNGEN IM GESAMTEN MESSZEITRAUM 2003 – 2006. KURVEN FÜR CULTAN- UND KAS-DÜNGUNG NACH MESSPERIODE (FEHLERBALKEN = STANDARDSCHÄTZFEHLER DES MITTELWERTS. N = 1255) .....	39
ABBILDUNG 6-4: VERGLEICH VON CULTAN UND KAS: JAHRESWERTE DER N-AUSWASCHUNGEN IM GESAMTEN MESSZEITRAUM 2003 – 2007 NACH ANBAUJAHREN (SEPT. – SEPT.) (FEHLERBALKEN = STANDARDSCHÄTZFEHLER DES MITTELWERTS. N = 1255) .....	40
ABBILDUNG 6-5: REGRESSION ZUM ZUSAMMENHANG VON $N_{\text{MIN}}$ ZUM SCHALVO-TERMIN ENDE OKTOBER UND DEM GEMESSENEN N-AUSTRAG (N = 62) .....	42
ABBILDUNG 6-6: REGRESSION DES RELATIVEN ERTRAGS IN ABHÄNGIGKEIT VOM MITTLEREN $N_{\text{MIN}}$ -WERT (0 – 90 CM, LINKS) UND DEM N-AUSTRAG (RECHTS) IM GLEICHEN ZEITRAUM (N = 62) .....	43
ABBILDUNG 6-7: RELATIVER ERTRAG VON GUTEN UND SCHLECHTEN STANDORTEN .....	44
ABBILDUNG 6-8: MITTLERE $N_{\text{MIN}}$ -WERTE (LINKS) IN KG N/(HA*90 CM TIEFE) UND MITTLERE N-VERLUSTE MIT DEM SICKERWASSER (RECHTS) IN KG N/(HA* JAHR).....	45
ABBILDUNG 8-1: GEOLOGIE DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES.....	59

## **Tabellenverzeichnis**

TABELLE 4-1: ACKER- / BODENZAHL, GEOLOGIE UND BODENTYP DER VERSUCHSSTANDORTE .....	11
TABELLE 4-2: HÖHE, CHEMISCHE BODENEIGENSCHAFTEN UND TEXTUR DER VERSUCHSSTANDORTE .....	12
TABELLE 4-3: TATSÄCHLICHE N-DÜNGEMENGEN 2003 – 2006 BEI WINTERRAPS, WINTERWEIZEN UND SOMMERGERSTE .....	15
TABELLE 5-1: STICKSTOFFGEHALTE [%] IN DER TROCKENSUBSTANZ VON WINTERRAPS, WINTERWEIZEN UND SOMMERGERSTE IN ABHÄNGIGKEIT VOM DÜNGER. MITTELWERTE 2003 – 2006. N = 66 .....	22
TABELLE 5-2: N-ABFUHR VON DER FLÄCHE DURCH DIE ERNTE [KG N/HA] BEI WINTERRAPS, WINTERWEIZEN, SOMMERGERSTE IN ABHÄNGIGKEIT VOM DÜNGER, 2003 – 2006. N = 66.....	23
TABELLE 5-3: ZUSAMMENFASSUNG VON N-ENTZUG, DÜNGER-N UND N-BILANZ FÜR WINTERRAPS, WINTERWEIZEN, SOMMERGERSTE IN ABHÄNGIGKEIT VOM DÜNGER. ALLE ANGABEN IN [KG N/HA]. N = 66. ....	24
TABELLE 6-1: VARIANZANALYSE ZUM UNTERSCHIED ZWISCHEN CULTAN- UND KAS-DÜNGUNG BEI DER ERTRAGSBILDUNG AUF DEN VERSUCHSFLÄCHEN .....	36
TABELLE 6-2: ERGEBNIS DER POST HOC ANALYSE (TUKEY HSD FÜR UNGLEICHE N) FÜR DIE ABHÄNGIGKEIT DER RAPS, WEIZEN ODER GERSTENERTRÄGE VON DER DÜNGUNG (SIGNIFIKANTE ABWEICHUNG BEI $P < 0,05$ , N = 66) .....	37
TABELLE 6-3: N-BILANZ VON SCHLÄGEN MIT BESONDERS GUTEN UND SCHLECHTEN ERTRÄGEN .....	44
TABELLE 8-1: CHARAKTERISIERUNG DER STANDORTE .....	60
TABELLE 8-2: ERGEBNISSE DER GRUNDUNTERSUCHUNG DER EINZELNEN STANDORTE (LUFA AUGUSTENBERG, 21.05.03): .....	61
TABELLE 8-3: BODENBEARBEITUNG, DÜNGUNG, PFLANZENSCHUTZ, ANBAUPERIODE 2003.....	62
TABELLE 8-4: BODENBEARBEITUNG, DÜNGUNG, PFLANZENSCHUTZ, ANBAUPERIODE 2003/2004. ....	63
TABELLE 8-5: BODENBEARBEITUNG, DÜNGUNG, PFLANZENSCHUTZ, ANBAUPERIODE 2004/2005. ....	64
TABELLE 8-6: BODENBEARBEITUNG, DÜNGUNG, PFLANZENSCHUTZ, ANBAUPERIODE 2005/2006. ....	65
TABELLE 8-6: BODENBEARBEITUNG, DÜNGUNG, PFLANZENSCHUTZ, ANBAUPERIODE 2005/2006 (CONT.) ....	66
TABELLE 8-7: ERTRÄGE, QUALITÄTEN, BERECHNETE N-ENTZÜGE, DÜNGER-N UND N-BILANZ FÜR 2003 UND 2004.....	67
TABELLE 8-8: ERTRÄGE, QUALITÄTEN, BERECHNETE N-ENTZÜGE, DÜNGER-N UND N-BILANZ FÜR 2005 UND 2006.....	68
TABELLE 8-9: N-AUSWASCHUNG FRÜHJAHR/SOMMER 2003: MITTELWERTE DER STANDORTE.....	69
TABELLE 8-10: N-AUSWASCHUNG FRÜHJAHR/SOMMER 2003: EINZELWERTE .....	69

TABELLE 8-11: N-AUSWASCHUNG HERBST/WINTER 2003/04: MITTELWERTE DER STANDORTE .....	71
TABELLE 8-12: N-AUSWASCHUNG HERBST/WINTER 2003/04: EINZELWERTE .....	71
TABELLE 8-13: N-AUSWASCHUNG FRÜHJAHR/SOMMER 2004: MITTELWERTE DER STANDORTE .....	73
TABELLE 8-14: N-AUSWASCHUNG FRÜHJAHR/SOMMER 2004: EINZELWERTE .....	73
TABELLE 8-15: N-AUSWASCHUNG HERBST/WINTER 2004/05: MITTELWERTE DER STANDORTE .....	75
TABELLE 8-16: N-AUSWASCHUNG HERBST/WINTER 2004/05: EINZELWERTE .....	75
TABELLE 8-17: N-AUSWASCHUNG FRÜHJAHR/SOMMER 2005: MITTELWERTE DER STANDORTE .....	77
TABELLE 8-18: N-AUSWASCHUNG FRÜHJAHR/SOMMER 2005: EINZELWERTE .....	77
TABELLE 8-19: N-AUSWASCHUNG HERBST/WINTER 2005/06: MITTELWERTE DER STANDORTE .....	79
TABELLE 8-20: N-AUSWASCHUNG HERBST/WINTER 2005/06: EINZELWERTE .....	79
TABELLE 8-21: N-AUSWASCHUNG FRÜHJAHR/SOMMER 2006: MITTELWERTE DER STANDORTE .....	81
TABELLE 8-22: N-AUSWASCHUNG FRÜHJAHR/SOMMER 2006: EINZELWERTE .....	81
TABELLE 8-23: N-AUSWASCHUNG HERBST/WINTER 2006/07: MITTELWERTE DER STANDORTE .....	83
TABELLE 8-24: N-AUSWASCHUNG HERBST/WINTER 2006/07: EINZELWERTE .....	83
TABELLE 8-25: DATEN DER WETTERSTATION BEUNTH (MONATLICH AGGREGIERT).....	86
TABELLE 8-26: TÄGLICHE NIEDERSCHLAGSSUMMEN AN DER WETTERSTATION BEUNTH.....	87
TABELLE 8-27: LUFTTEMPERATUR (MONATLICHES MITTEL) UND NIEDERSCHLAG (MONATSSUMME) DER WETTERSTATION WÜRZBURG DES DWD.....	90
TABELLE 8-28: BERECHNUNG DER JÄHRLICHEN SICKERWASSERHÖHE AUS DEM BODEN MIT DEM TUB-BGR- VERFAHREN (WESSOLEK, TRINKS & DUIJNISVELD, 2004) FÜR DIE STANDORTE DER WZG AUS DEN VORLIEGENDEN WITTERUNGSDATEN UND DEM LANGJÄHRIGEN MITTEL (DWD, STATION WÜRZBURG) (BETRACHTETE ZEITINTERVALLE: APRIL – MÄRZ). .....	90
TABELLE 8-29: N <sub>MIN</sub> -WERTE HERBST 2003 BIS FRÜHJAHR 2004 [KG N/HA].....	91
TABELLE 8-30: N <sub>MIN</sub> -WERTE HERBST 2004 BIS HERBST 2005 [KG N/HA] .....	92
TABELLE 8-31: N <sub>MIN</sub> -WERTE HERBST 2005 BIS FRÜHJAHR 2006 [KG N/HA].....	93
TABELLE 8-32: N <sub>MIN</sub> -WERTE HERBST 2006 BIS FRÜHJAHR 2007 [KG N/HA].....	94



## 8 Anhang

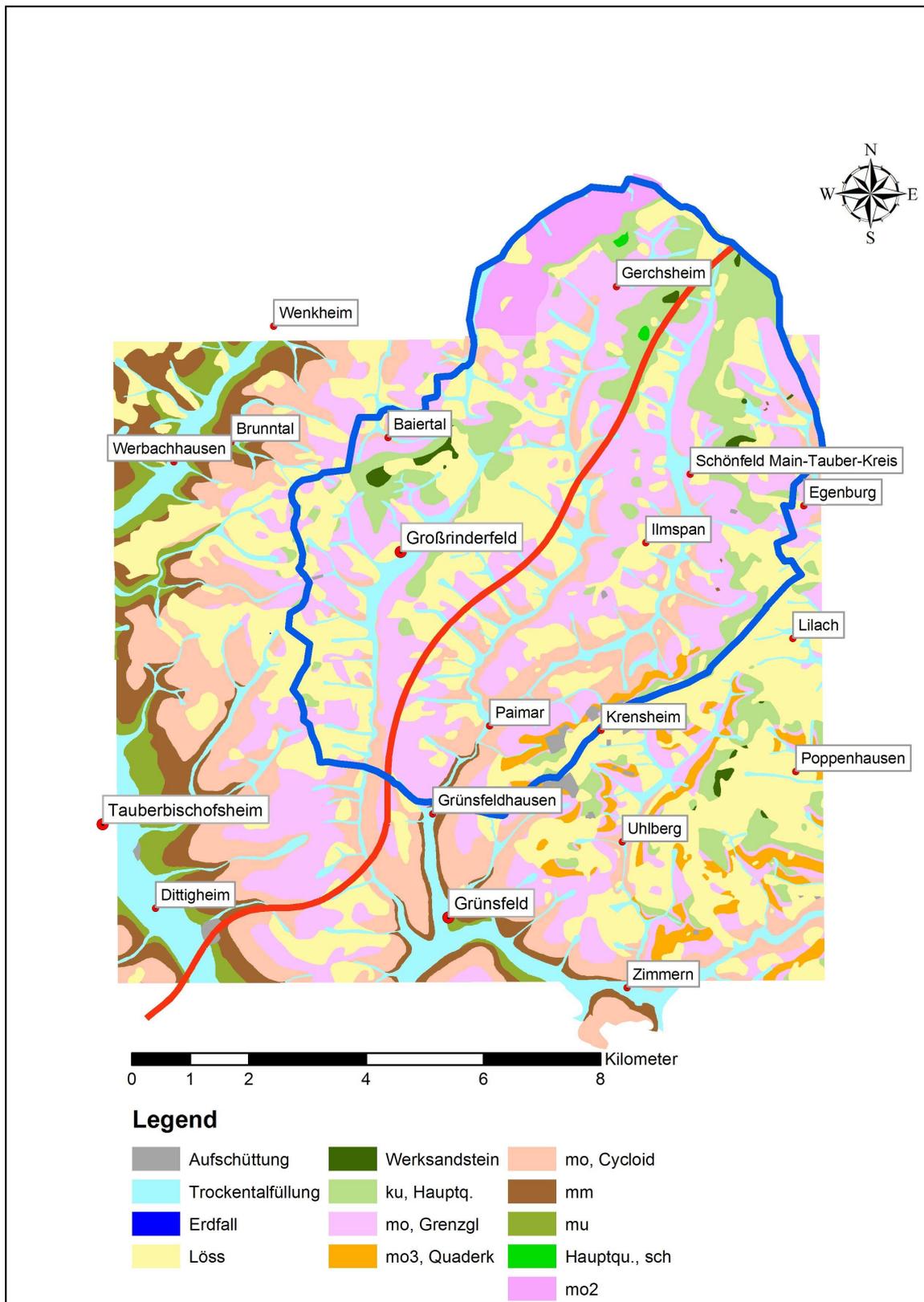


Abbildung 8-1: Geologie des Untersuchungsgebietes

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

---

*Tabelle 8-1: Charakterisierung der Standorte*

<b>Standort</b>	<b>Fläche</b>	<b>Schlag-Nr.</b>	<b>Acker/ Bodenzahl</b>	<b>Geologie</b>	<b>Bodentyp</b>	<b>Höhe [m ü NN]</b>	<b>Textur</b>
<b>Scheinberg neu</b>	1	8538 (51)	68/65	Lö über ku	Pseudovergleyte Parabraunerde	390	Ut4
<b>Scheinberg alt</b>	2	8541 (51)	72/66	Lö über ku	Pseudovergleyte Parabraunerde	380	Ut4
<b>Hirschenberg</b>	3	8006 (51)	70/63	Lö über ku	Terra fusca-Parabraunerde	340	Tu3
<b>Pfarracker</b>	4	18628 (50)	69/65	Lö über ku	Pseudovergleyte Parabraunerde	350	Ut4
<b>Judenacker</b>	5	17304 (50)	70/69	Lö über mo	Braunerde	345	Ut4
<b>Heßberg</b>	6	17409	72/68	Lö über mo	Braunerde	355	Ut3
<b>Nöllelein</b>	7	18389 (50)	71/71	Lö über mo	Pararendzina	300	Ut2
<b>Gewannacker</b>	8	18187 (50)	70/69	Lö über mo	Parabraunerde	320	Ut4
<b>Untere Unz</b>	9 alt	18307 (50)	72/72	Lö über mo	Pseudovergleyte Parabraunerde	280	Ut4
<b>Schlag</b>	9	18716 (50)	65/62	Lö über mo	Pseudovergleyte Parabraunerde	290	Ut4

Erläuterungen: Lö = Löss; ku = Unterer Keuper; mo = Oberer Muschelkalk

Tabelle 8-2: Ergebnisse der Grunduntersuchung der einzelnen Standorte (LUFA Augustenberg, 21.05.03):

Standort	Dünger	Fläche	pH	Bedarf CaO [dt/ha]	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [mg/100g]	K <sub>2</sub> O [mg/100g]	Mg [mg/100g]	Humus [%]	Gesamt-N [%]	C/N
<b>Scheinberg neu</b>	CULTAN	1/1	6,3	17	6	14	12	2,0	0,12	9,8
	KAS	1/2	6,0	30	7	15	12	2,0	0,13	9,0
<b>Scheinberg alt</b>	CULTAN	2/1	6,9	17	11	18	10	2,1	0,13	9,5
	KAS	2/2	6,6	17	10	16	12	2,1	0,13	9,5
<b>Hirschenberg</b>	CULTAN	3/1	5,9	52	6	14	11	2,1	0,12	10,3
	KAS	3/2	6,2	36	7	16	13	2,2	0,14	9,2
<b>Pfarracker</b>	CULTAN	4/1	6,6	17	26	33	11	2,2	0,14	9,2
	KAS	4/2	7,1	0	41	39	8	2,2	0,15	8,6
<b>Judenacker</b>	CULTAN	5/1	7,1	0	39	23	8	2,1	0,14	8,8
	KAS	5/2	7,1	0	28	27	12	2,3	0,15	9,0
<b>Heßberg</b>	CULTAN	6/1	7,0	17	35	28	12	2,3	0,15	9,0
	KAS	6/2	7,0	20	41	24	11	2,3	0,14	9,7
<b>Nöllelein</b>	CULTAN	7/1	6,7	17	15	25	11	2,0	0,13	9,0
	KAS	7/2	6,8	17	21	29	10	2,0	0,13	9,0
<b>Gewannacker</b>	CULTAN	8/1	6,8	17	17	27	12	2,0	0,15	7,8
	KAS	8/2	7,1	0	19	29	13	2,1	0,15	8,2
<b>Untere Unz</b>	CULTAN	9/1 alt	7,3	0	20	25	10	2,0	0,14	8,4
	KAS	9/2 alt	7,4	0	27	25	11	1,9	0,14	8,0
<b>Schlag</b>	CULTAN	9/1	7,0	17	23	27	13	2,3	0,15	9,0
	KAS	9/2	7,2	0	25	23	10	2,3	0,16	8,5

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

*Tabelle 8-3: Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Anbauperiode 2003.*

		Bodenbearbeitung Frühjahr 03		Düngung				Ernte	Bodenbearbeitung Herbst 03	
		Verfahren	Woche	Mittel	kg N/ha	Datum	Woche	Woche	Verfahren	Woche
Scheinberg neu	CULTAN			AHL	125	20.03.03	12	28	Roundup	39?
1 W-Raps	KAS			KAS	70 66 (statt 55)	06.03.03 28.03.03	13		Direktsaat Winterweizen	42
Scheinberg alt	CULTAN			AHL	120	15.04.03	16	30	Grubber	34?
2 W-Weizen	KAS			KAS	60 60	21.03.03 16.04.03	12 16		Kreiselegge + Sämaschine	37?
Hirschenberg	CULTAN			AHL	120	15.04.03	16	30	Roundup	36
3 W-Weizen	KAS			KAS	70 50	20.03.03 08.05.03	12 19		Direktsaat Zwischenfrucht	37
Pfarracker	CULTAN			AHL	65	15.04.03	16	29	Grubber	30
4 S-Gerste	KAS			KAS	65	31.03.03	14		Grubber Kreiselegge+Säm.	32 33
Judenacker	CULTAN			AHL	140	20.03.03	12	28	Grubber	38
5 W-Raps	KAS			KAS	70 70	06.03.03 28.03.03	10 13		Saat ohne Bodenbearbeitung	42
Heßberg	CULTAN	Grubber	36/02	AHL	140	20.03.03	12	28	Roundup	34
6 W-Raps	KAS	Kreiselegge+Säm.	11	KAS	70 70	06.03.03 28.03.03	10 13		Kreiselegge+Säm.	42
Nöllelein	CULTAN			AHL	140	15.04.03	16	30	Pflug	31
7 W-Weizen	KAS			KAS	70 40 30	20.03.03 16.03.03	12 16 23		Kreiselegge + Sämaschine Zwischen-fruchtsaat	34
Gewannacker	CULTAN	Pflug	Ca. 1.	AHL	65	15.04.03	16	29	Grubber 2x	30/32
8 S-Gerste	KAS		11	KAS	65	31.03.03	14		Kreiselegge+Säm.	33
Schlag	CULTAN	Pflug	33/02?	AHL	65	15.04.03	16	29	Pflug	31
9 S-Gerste	KAS	Kreiselegge+Säm.	12	KAS	65	31.03.03	14		Kreiseleg.+ Säm.Zwfru.	34

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Tabelle 8-4: Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Anbauperiode 2003/2004.

		Bodenbearbeitung vor Saat		Düngung*		Pflanzenschutz		Ernte	Bodenbearbeitung Herbst 04	
Standort/Kultur		Datum	Verfahren	Datum	kg N/ha	Datum	Pestizid/Menge		Datum	Verfahren
<b>Scheinberg neu</b> 1 W-Weizen	Cultan	7.10.	Direktsaat	14.4.04	<b>130</b>	13.9.	1,5l Roundup Turbo	9.8.	ca. 26. 8. 8.12.	Direktsaat Sarepta-Senf Pflug
	konv.			17.3.	<b>50</b>	31.3.	0,8l Ralon, 1l IPU			
				15.4.	<b>50</b>	15.4.	2,5l Basagran			
				24.5.	<b>30</b>	7.6.	1,5l Opus Top			
<b>Scheinberg alt</b> 2 S-Gerste	Cultan	KW 34	Grubber	21.4.04	<b>60</b>	vor Bestockung 8 Tage später Grannenspitzen	0,8l Starane, 25g Pointer 0,75l Ralon super Harvesan	9.8.	kurz nach Ernte Mitte /Ende 8?	Grubber Kreiselegge+Sämasch.?
	konv.	KW 37 März? März	Grubber Kreiselegge+Sämasch.	15.4.	<b>65</b>					
<b>Hirschenberg</b> 3 S-Gerste	Cultan	KW 37	Direktsaat ZwFrucht	21.4.04	<b>60</b>	14.5.	0,8l Ralon+1l Orkan	3.8.	10.8. 24.8.	Grubber Kreiselegge+Sämasch.
	konv.	19.3.	Kreiselegge+Sämasch.	15.4.	<b>60</b>	9.6.	0,5l Amistar+0,5l Harvesan			
<b>Pfarracker</b> 4 W-Raps	Cultan	KW 30	Grubber	18.3.	<b>160?</b>	18.8.	1,8l Elancolan	29.7.	ca. 29.9. 13.10.	Grubber Horsch Airseeder
	konv.	4.8.	Grubber	26.4.	<b>18 AHL**</b>	20.8.	1,8l Brasan			
		18.8.	Kreiselegge+Sämasch.	21.2./2.4. 26.4.	<b>80/80</b> <b>18 AHL**</b>	27.2. 26.4.	0,1l Fastac SC 0,4 kg Cantus, 0,1l Fast.			
<b>Judenacker</b> 5 W-Weizen	Cultan	KW38	Grubber	13.4	<b>165</b>	29.10.	0,8l Bacara	7.8.	sofort nach Ernte ca. 26.8. erste Woche Dez.	Grubber Direktsaat Sarepta-Senf Pflug
	konv.	KW 42	Mulchsaat	17.3.	<b>45</b>	7.6.	Opus Top			
				15.4.	<b>60</b>					
				24.5.	<b>60</b>					
<b>Heßberg</b> 6 W-Weizen	Cultan	25.9.	Grubber		<b>140</b>	29.3.	0,08 Primus + 1l Fox	5.8.	ca. 26. 8. 20.12. 15.1.2005	Direktsaat Sarepta-Senf Pflug Einebnen mit Grubber
	konv.	13.10.	Kreiselegge+Sämasch.	17.3.	<b>55</b>	21.4.	0,5 l Juwel Top			
				15.4.	<b>50</b>	25.5.	0,75l Opera+ 0,5l Opus			
				24.5.	<b>35</b>	23.8.	4l Roundup			
<b>Nöllelein</b> 7 S-Gerste	Cultan	KW31	Pflug	23.4.	<b>50</b>	29.4.	40g Artus+0,75l Ralon super+ 0,1l Frigate	2.8.	4.8. 20.8.	Grubber Kreiselegge+Sämasch.
	konv.	KW 34. 18.3.	Kreiselegge+Sämasch. Kreiselegge+Sämasch.	15.4.	<b>65</b>	7.6.	0,8l Input-Set			
<b>Gewannacker</b> 8 W-Raps	Cultan	KW30	Grubber	18.3.	<b>155</b>	15.8.	1,8l Elancolan	31.7.	29.9. 6.10.	Grubber Horsch Airseeder
	konv.	KW32	Grubber	26.4.	<b>18 AHL</b>	18.8.	1,8l Brasan			
		15.8.	Kreiselegge+Sämasch.	23.2./10.4.. 26.4.	<b>80/75</b> <b>18 AHL**</b>	27.2. 26.4.	0,1l Fastac SC 0,4 kg Cantus, 0,1l Fast.			
<b>Schlag</b> 9 W-Raps	Cultan	KW31	Pflug	18.3.	<b>170</b>	22.8.	2,5l Elancolan	29.7	13.10.	Direktsaat
	konv.	22.8.	Mulchsaat	27.2.	<b>80</b>	23.9.	0,8l Fusilade Max			
				2.4.	<b>80</b>	19.3. 23.4.	0,1l Fastac SC 0,5 kg Cantus			

\*(Cultan: AHL, konventionell: KAS), \*\*mit Pestizidausbringung, Angabe in kg Rein-N, ? begründete Annahme, aber nicht genau belegt

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Tabelle 8-5: Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Anbauperiode 2004/2005.

Standort/Kultur		Bodenbearbeitung vor Saat		Düngung*		Pflanzenschutz		Ernte	Bodenbearbeitung Herbst 05	
		Datum	Verfahren	Datum	kgN/ha	Datum	Pestizid/Menge		Datum	Verfahren
<b>Scheinberg neu</b> 1 S Gerste	Cultan	8.12.04 22.3.05	Pflug Kreiselegge+Sämasch	16.4.	60	2.5.05 24.8.05	Artus 50g Deurinol 2l + Treflan 2l		9.8.05 23.8.05 24.8.05	Grubber Grubber Kreiselegge+Sämasch.
	konv.			15.4.	62					
<b>Scheinberg alt</b> 2 WRaps/SRaps	Cultan	26.8.04 26.8.04	Grubber Kreiselegge+Sämasch.	16.4.	80	27.8.2004 ca. 15.4.05	Nimbus 3l Fastac SC 0,1l Clinic 4l		2.8.05 27.10.05	Grubber Kreiselegge+Sämasch.
	kov.			15.4.	80	13.10.05				
<b>Hirschenberg</b> 3 WRaps	Cultan	10.8.04 24.8.04	Grubber Kreiselegge+Sämasch.	21.3.	140*	24.8.04 30.9.04	Deurinol 2l + Treflan 2l Galant 0,5l		6.8.05 Anfang Okt.	Grubber Kreiselegge+Sämasch.
	konv.			24.3.	75	1.4.05	Karate Zeon 0,075l			
				15.4.	65	16.4.05	Karate Zeon 0,075l			
<b>Pfarracker</b> 4 WWeizen	Cultan	ca. 29.9.04 13.10.04	Grubber Horsch Airseeder	14.4.	150	20.10.04	Herold 0,6 kg		214.8.05	Grubber
	konv.			2.04.	52	2.4.05	Attribut 80 g		8.9.05	Grubber+Senfsaat mit Streuer auf Grubber
				29.4.	50	23.4.05	Juwel Top 0,45l			
				13.6.	47	28.5.05 26.8.05	Input Set 1,2l+Tristar 0,2l +Starane 0,3l Round Up 4l			
<b>Judenacker</b> 5 S Gerste	Cultan	1. Wo Dez 04 24.3.05	Pflug Kreiselegge+Sämasch.	16.4.	65	12.5.05 6.6.05	Biathlon 70g Harvesan 0,8l + Bittersalz 7kg		2 Wo nach Ernte	Grubber
	konv.			15.4.	70	24.8.05 25.8.05	Elancolan 2,2l Schneckenkorn 4kg		ca. 20.8.05 24.8.05	Grubber Kreiselegge+Sämasch.
<b>Hessberg</b> 6 S Gerste	Cultan	24.03.05	Horsch Airseeder	16.4.	65	31.4.05 3.6.05	Biathlon 35g+Concert 35g+Ralon 0,7l Input Set 1,2l		9.8.05 17.8.05	Grubber Horsch Airseeder
	konv.			15.4..	65	18.8.05	Nimbus 2,2l			
<b>Nöllelein</b> 7 WRaps	Cultan	4.8.04 20.8.04	Grubber Kreiselegge+Sämasch.	21.3.	165*	20.8.04 23.8.04	Elancolan 1,8l Brasan 1,8l		22.9.05 11.10.05	Grubber Horsch Airseeder
	konv.			24.3.	91	30.4.05	Cantus 0,5kg+Fastac SC 0,1l+Bor 3 kg			
				15.4.	75	29.8.05	Round Up 4,5l			
Gewannacker 8 WWeizen	Cultan	29.9.04	Grubber	14.4.	150	27.8.04	Round up 4l		24.8.05	Grubber
	konv.	6.10.04	Horsch Airseeder	2.4.	48	20.10.04	Herold 0,6 kg		8.9.05	Grubber+Senfsaat mit Streuer auf Grubber
				29.4.	50	2.4.05	Attribut 80 g			
				13.6.	51	23.4.05	Juwel Top 0,5l			
<b>Schlag</b> 9 WWeizen	Cultan	13.10.04	Direktsaat	14.4.	150	30.9.04	Glyfos 5l		2 Wo n. Ernte	Grubber
	konv.			2.4.	55	6.10.04	Frigate 0,4l		3.9.05	Grubber
				29.4.	50	6.4.05	Azur 2l + IPU 2l + Hoestar 20g			

Tabelle 8-6: Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Anbauperiode 2005/2006.

Standort/Kultur		Bodenbearbeitung vor Saat		Düngung*		Pflanzenschutz		Ernte	Bodenbearbeitung Herbst 06	
		Datum	Verfahren	Datum	kgN/ha	Datum	Pestizid/Menge		Datum	Verfahren
Scheinberg neu 1a WRaps/SRaps	Cultan	9.8.05	Grubber	3.5.	90	24.8.05	Devrinol + Treflan 2+2l	1.9.	12.9. 12.10	Pflug Saat Winterweizen mit Kreiselegge+Säma sch.
	konv.	23.8.05	Grubber	8.4.	64	21.9.05	Galant 0,5l			
		24.8.05	Saat Winterrops mit Kreiselegge+Säma sch.			11.5.06	Bulldock 0,3l			
		8.4.06	Saat Sommerraps mit Kreiselegge+Säma sch.			15.5.06 17.6.06	Fusilade 1l Bulldock 0,3l			
Nöllelein neu 1b WRaps	Cultan	ca. 15.8.05	Flügelschargrubbe	28.3.	156	19.8.05	Treflan 2,5l	22.7.	29.9.06 11.10.06	Flügelschargrubbe er Direktsaat WWeizen
	konv	19.8.05	r Saat Winterrops mit Kreiselegge+Säma sch.	24.3.	82	25.8.05	Schneckenkorn 4kg			
				19.4.	79	6.4.06	Fastac SC 0,1l			
						3.5.06 3.5.06 19.9.06	Optileader Bor 3l, Karate Zeon 0,075l Cantus 0,5 kg Glyphos 5l, Frigate 0,4l			
Scheinberg alt 2 WWeizen	Cultan	2.8.05	Grubber	24.4.	140	21.4.06	StaraneXL 1,5l, Loreda 1l,	17.8.	Mitte 9	Zwischenfrucht direkt auf Stoppel
	konv.	27.10.05	Saat Winterweizen mit Kreiselegge+Säma sch.	7.4.	53		Ralon Super 1l			
				3.5.	51	15.5.06	Ralon Super 1l			
				8.6.	36	28.6.06	Taspa 0,5l, Amistar 0,5l			
Hirschenberg 3 WWeizen	Cultan	6.8.05	Grubber	24.4.	140	27.10.05	Fennikan 2l+ IPU 2l	23.8.	1.9.06	Senf Direktsaat
	konv.	1.10.05.	Saat Winterweizen mit Kreiselegge+Säma sch.	7.4.	42	22.4.06	U46 M 1,5l			
				3.5.	48	8.6.06	Opus Top 1,5l			
				24.5.	49					
	konv.			8.4.	62					

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

*Tabelle 8-6: Bodenbearbeitung, Düngung, Pflanzenschutz, Anbauperiode 2005/2006 (cont.)*

		Bodenbearbeitung vor Saat		Düngung*		Pflanzenschutz		Ernte	Bodenbearbeitung Herbst 06	
Standort/Kultur		Datum	Verfahren	Datum	kgN/ha	Datum	Pestizid/Menge		Datum	Verfahren
<b>Pfarracker</b> 4 SGerste	Cultan	24.2.06 24.3.06	Grubber Saat Sommergerste mit Horsch Airseeder	24.4.	65	3.5.06 9.6.06 4.8.06 23.8.06 25.8.06	Husar 150g Input 1l Elanco (mit Einarbeitung) 2l Nimbus 2l Schneckenkorn 2kg	26.7.	31.07.06 21.8.06 13.09.06	Grubber Saat Winterrips mit Horsch Airseeder Nachsaat Raps
	Cultan	ca. 15.8.05 24.8.05	Flügelschargrubber Saat Winterrips mit Kreiselegge+Sämasch.	28.3.	160	15.8.05 25.8.05 6.4.06 3.5.06 3.5.06 14.9.06	Treflan 2,5l Schneckenkorn 4kg Bulldock 0,3l Optileader Bor 3l, Karate Zeon 0,075l Cantus 0,5 kg Glyphos 5l, Frigate 0,4l	22.7.	29.9.06 11.10.06	Flügelschargrubber Direktsaat WWeizen
<b>Heßberg</b> 6 WRaps	Cultan	9.8.05	Grubber	28.3.	166	22.8.05	Schneckenkorn 3,5 kg	22.7.	9.10.06 12.10.06	Grubber Saat Winterweizen mit Horsch Airseeder
	konv.	17.8.05	Saat Winterrips mit Horsch Airseeder	24.3. 19.4.	78 86	19.8.05 6.4.06 8.5.06 1.9.06	Nimbus 2l Bulldock 0,3l Cantus 0,5 kg, Fastac SC 0,1l, Bor 3kg Round up 4l			
<b>Nöllelein</b> 7 WWeizen	Cultan	22.9.05	Grubber	19.4.	140	30.8.05	Roundup 4l	19.8.	25.8.06 5.9.06	Grubber Grubber u. Senfsaat mit Streuer auf Grubber
	konv.	11.10.05	Saat Winterweizen mit Horsch Airseeder	7.4. 3.5. 8.6.	49 44 45	20.4.06 2.5.06 6.6.06 24.5.06	Hoestar super 115g, Loredo 1l Juwel Top 0,5l Input 1l, Twist 0,2l MCPA 1,2l			
	Cultan	24.8.05	Grubber	24.4.	60	25.4.06	Husar 150g			
	konv.	8.9.05 12.12.05 21.3.06	Grubber+Senfsaat mit Streuer auf Grubber Grubber Saat Sommergerste mit Horsch Airseeder	8.4.	60	9.6.06 3.8.06 19.8.06 21.08.06	Input 1l Elanco (mit Einarbeitung) 2l Nimbus 2l Schneckenkorn 2kg			
<b>Schlag</b> 9 SGerste	Cultan	ca. 19.8.05	Grubber	24.4.	60	12.5.06	Biathlon 70g, Duplosan 1l	26.7.	11.8.06 22.8.06	Grubber Federzahnegge (Kultivator), sofort danach WRaps-Saat nur mit Sämaschine
	konv.	3.9.05	Grubber	8.4.	59	12.6.06	Gladio 0,8l			
		15.2.06	Grubber			22.8.06	Treflan 2,2l			
		5.4.06	Federzahnegge (Kultivator)							
		7.4.06	Saat Sommergerste nur mit Sämaschine							

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

*Tabelle 8-7: Erträge, Qualitäten, berechnete N-Entzüge, Dünger-N und N-Bilanz für 2003 und 2004.*

Standort	Fläche	Kultur	Jahr	Dünger	Ertrag [dt/ha]	relativer Ertrag	N in TS [%]	Vollgerste [%]	Sedimentation [%]	Ölgehalt [%]	N-Entzug [kg/(ha a)]	Dünger-N [kg/(ha a)]	N-Bilanz [kg/(ha a)]
Scheinberg neu	1	W-Raps	2003	CULTAN	n.b.	–	n.b.			n.b.	–	125	–
Scheinberg neu	1	W-Raps	2003	KAS	n.b.	–	n.b.			n.b.	–	136	–
Scheinberg alt	2	W-Weizen	2003	CULTAN	46,8	0,646	2,14		32		88	120	32
Scheinberg alt	2	W-Weizen	2003	KAS	46,3	0,640	2,07		32		84	120	36
Hirschenberg	3	W-Weizen	2003	CULTAN	35,6	0,492	1,91		23		59	120	61
Hirschenberg	3	W-Weizen	2003	KAS	38,0	0,525	1,77		21		59	120	61
Pfarracker	4	S-Gerste	2003	CULTAN	55,4	0,996	1,65	90,10			80	65	-15
Pfarracker	4	S-Gerste	2003	KAS	51,9	0,933	1,65	89,80			75	65	-10
Judenacker	5	W-Raps	2003	CULTAN	35,3	0,876	n.b.			47,32	–	140	–
Judenacker	5	W-Raps	2003	KAS	34,3	0,851	n.b.			46,65	–	140	–
Heßberg	6	W-Raps	2003	CULTAN	35,1	0,871	n.b.			47,61	–	140	–
Heßberg	6	W-Raps	2003	KAS	32,8	0,814	n.b.			48,28	–	140	–
Nöllelein	7	W-Weizen	2003	CULTAN	53,3	0,736	2,28		47		106	140	34
Nöllelein	7	W-Weizen	2003	KAS	52,9	0,731	2,23		46		103	140	37
Gewannacker	8	S-Gerste	2003	CULTAN	55,4	0,996	1,96	83,60			95	65	-30
Gewannacker	8	S-Gerste	2003	KAS	58,0	1,043	1,68	85,00			85	65	-20
Schlag	9	S-Gerste	2003	CULTAN	52,9	0,951	1,73	94,70			80	65	-15
Schlag	9	S-Gerste	2003	KAS	53,3	0,959	1,70	93,20			79	65	-14
Scheinberg neu	1	W-Weizen	2004	CULTAN	77,4	1,069	1,77		18		120	130	10
Scheinberg neu	1	W-Weizen	2004	KAS	75,3	1,040	1,96		23		129	129	0
Scheinberg alt	2	S-Gerste	2004	CULTAN	39,1	0,702	1,77	86,3			61	60	-1
Scheinberg alt	2	S-Gerste	2004	KAS	49,0	0,881	1,70	91,0			73	65	-8
Hirschenberg	3	S-Gerste	2004	CULTAN	42,6	0,765	1,49	96,4			56	60	4
Hirschenberg	3	S-Gerste	2004	KAS	33,7	0,607	1,67	95,5			49	60	11
Pfarracker	4	W-Raps	2004	CULTAN	39,7	0,986	3,58			48,06	131	178	47
Pfarracker	4	W-Raps	2004	KAS	42,4	1,053	3,63			47,57	142	178	36
Judenacker	5	W-Weizen	2004	CULTAN	93,8	1,295	1,79		24		147	165	18
Judenacker	5	W-Weizen	2004	KAS	90,4	1,249	1,88		27		149	165	16
Heßberg	6	W-Weizen	2004	CULTAN	105,7	1,461	1,67		21		154	140	-14
Heßberg	6	W-Weizen	2004	KAS	99,8	1,378	1,74		23		152	141	-11
Nöllelein	7	S-Gerste	2004	CULTAN	75,8	1,364	1,75	98,0			116	50	-66
Nöllelein	7	S-Gerste	2004	KAS	74,9	1,348	1,72	98,0			113	65	-48
Gewannacker	8	W-Raps	2004	CULTAN	39,5	0,981	3,62			47,58	132	173	41
Gewannacker	8	W-Raps	2004	KAS	42,1	1,044	3,47			48,90	134	173	39
Schlag	9	W-Raps	2004	CULTAN	46,0	1,141	3,58			47,62	152	170	18
Schlag	9	W-Raps	2004	KAS	44,6	1,107	3,46			48,50	142	160	18

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

*Tabelle 8-8: Erträge, Qualitäten, berechnete N-Entzüge, Dünger-N und N-Bilanz für 2005 und 2006.*

Standort	Fläche	Kultur	Jahr	Dünger	Ertrag [dt/ha]	relativer Ertrag	N in TS [%]	Vollgerste [%]	Sedimentation [%]	Ölgehalt [%]	N-Entzug [kg/(ha a)]	Dünger-N [kg/(ha a)]	N-Bilanz [kg/(ha a)]
Scheinberg neu	1	S-Gerste	2005	CULTAN	35,4	0,637	1,57	97,5			48	60	12
Scheinberg neu	1	S-Gerste	2005	KAS	40,3	0,725	1,61	96,6			57	62	5
Scheinberg alt	2	W-Raps	2005	CULTAN	29,9	0,742	3,05			48,66	84	80	-4
Scheinberg alt	2	W-Raps	2005	KAS	28,3	0,702	3,10			48,35	81	80	-1
Hirschenberg	3	W-Raps	2005	CULTAN	35,0	0,868	2,86			48,79	92	140	48
Hirschenberg	3	W-Raps	2005	KAS	38,1	0,945	2,82			49,15	99	140	41
Pfarracker	4	W-Weizen	2005	CULTAN	93,0	1,285	2,14		40		174	150	-24
Pfarracker	4	W-Weizen	2005	KAS	95,8	1,323	2,05		39		172	149	-23
Judenacker	5	S-Gerste	2005	CULTAN	65,8	1,183	1,64	98,1			94	65	-29
Judenacker	5	S-Gerste	2005	KAS	72,5	1,304	1,68	97,3			106	70	-36
Heßberg	6	S-Gerste	2005	CULTAN	63,4	1,140	1,59	98,4			88	65	-23
Heßberg	6	S-Gerste	2005	KAS	65,6	1,180	1,55	98,6			89	65	-24
Nöllelein	7	W-Raps	2005	CULTAN	52,0	1,290	3,14			47,31	150	165	15
Nöllelein	7	W-Raps	2005	KAS	52,2	1,295	3,08			47,76	148	166	18
Gewannacker	8	W-Weizen	2005	CULTAN	93,7	1,294	2,05		37		168	150	-18
Gewannacker	8	W-Weizen	2005	KAS	93,9	1,297	2,12		38		174	149	-25
Schlag	9	W-Weizen	2005	CULTAN	75,0	1,036	2,25		43		148	150	2
Schlag	9	W-Weizen	2005	KAS	76,1	1,051	2,32		45		154	150	-4
Scheinberg alt	2	W-Weizen	2006	CULTAN	50,7	0,700	2,05		28		91	140	49
Scheinberg alt	2	W-Weizen	2006	KAS	54,8	0,757	2,23		35		107	139	32
Hirschenberg	3	W-Weizen	2006	CULTAN	55,1	0,761	1,97		26		95	140	45
Hirschenberg	3	W-Weizen	2006	KAS	60,8	0,840	2,11		31		112	139	27
Pfarracker	4	S-Gerste	2006	CULTAN	56,3	1,013	1,25	91,8			62	65	3
Pfarracker	4	S-Gerste	2006	KAS	58,3	1,049	1,36	91,9			69	62	-7
Judenacker	5	W-Raps	2006	CULTAN	39,1	0,970	3,18			48,90	114	160	46
Judenacker	5	W-Raps	2006	KAS	45,0	1,117	3,22			48,70	133	162	29
Heßberg	6	W-Raps	2006	CULTAN	42,6	1,057	2,92			49,70	114	166	52
Heßberg	6	W-Raps	2006	KAS	44,7	1,109	2,95			49,60	121	165	44
Nöllelein	7	W-Weizen	2006	CULTAN	87,2	1,204	2,09		33		159	140	-19
Nöllelein	7	W-Weizen	2006	KAS	87,3	1,206	2,33		41		178	138	-40
Gewannacker	8	S-Gerste	2006	CULTAN	61,9	1,113	1,38	91,5			75	60	-15
Gewannacker	8	S-Gerste	2006	KAS	64,0	1,151	1,36	91,9			76	60	-16
Schlag	9	S-Gerste	2006	CULTAN	54,3	0,977	1,49	88,3			71	60	-11
Schlag	9	S-Gerste	2006	KAS	55,5	0,998	1,49	83,3			72	59	-13
Nöllelein neu	11	W-Raps	2006	CULTAN	43,9	1,089	2,97			50,00	120	156	36
Nöllelein neu	11	W-Raps	2006	KAS	44,9	1,114	3,04			49,50	126	161	35

Tabelle 8-9: N-Auswaschung  
Frühjahr/Sommer 2003: Mittelwerte der  
Standorte

Messzeitraum: 01.03.03 – 27.09.03

Standort	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
<b>Scheinberg neu</b>	Cultan	1
F1: W-Raps	KAS	1
<b>Scheinberg alt</b>	Cultan	1
F2: W-Weizen	KAS	2
<b>Hirschenberg</b>	Cultan	6
F3: W-Weizen	KAS	2
<b>Pfarracker</b>	Cultan	1
F4: S-Gerste	KAS	0
<b>Judenacker</b>	Cultan	1
F5: W-Raps	KAS	2
<b>Heßberg</b>	Cultan	1
F6: W-Raps	KAS	0
<b>Nöllelein</b>	Cultan	0
F7: W-Weizen	KAS	0
<b>Gewannacker</b>	Cultan	0
F8: S-Gerste	KAS	0
<b>Untere Unz</b>	Cultan	0
F9: S-Gerste	KAS	0
<b>Gesamt</b>	<b>Cultan</b>	<b>1</b>
	<b>KAS</b>	<b>1</b>

Tabelle 8-10: N-Auswaschung  
Frühjahr/Sommer 2003: Einzelwerte

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg neu	1	1	1	Cultan	1
Scheinberg neu	1	1	2	Cultan	1
Scheinberg neu	1	1	3	Cultan	1
Scheinberg neu	1	2	4	Cultan	1
Scheinberg neu	1	2	5	Cultan	0
Scheinberg neu	1	2	6	Cultan	0
Scheinberg neu	1	2	7	Cultan	0
Scheinberg neu	1	3	8	Cultan	1
Scheinberg neu	1	3	9	Cultan	1
Scheinberg neu	1	3	10	Cultan	1
Scheinberg neu	1	4	11	KAS	0
Scheinberg neu	1	4	12	KAS	0
Scheinberg neu	1	4	13	KAS	0
Scheinberg neu	1	5	14	KAS	0
Scheinberg neu	1	5	15	KAS	1
Scheinberg neu	1	5	16	KAS	1
Scheinberg neu	1	5	17	KAS	1
Scheinberg neu	1	6	18	KAS	0
Scheinberg neu	1	6	19	KAS	2
Scheinberg neu	1	6	20	KAS	1

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg alt	2	1	1	Cultan	1
Scheinberg alt	2	1	2	Cultan	3
Scheinberg alt	2	1	3	Cultan	2
Scheinberg alt	2	2	4	Cultan	0
Scheinberg alt	2	2	5	Cultan	2
Scheinberg alt	2	2	6	Cultan	0
Scheinberg alt	2	2	7	Cultan	0
Scheinberg alt	2	3	8	Cultan	0
Scheinberg alt	2	3	9	Cultan	0
Scheinberg alt	2	3	10	Cultan	0
Scheinberg alt	2	4	11	KAS	1
Scheinberg alt	2	4	12	KAS	2
Scheinberg alt	2	4	13	KAS	0
Scheinberg alt	2	5	14	KAS	11
Scheinberg alt	2	5	15	KAS	1
Scheinberg alt	2	5	16	KAS	0
Scheinberg alt	2	5	17	KAS	0
Scheinberg alt	2	6	18	KAS	0
Scheinberg alt	2	6	19	KAS	1
Scheinberg alt	2	6	20	KAS	0
Hirschenberg	3	1	1	Cultan	25
Hirschenberg	3	1	2	Cultan	4
Hirschenberg	3	1	3	Cultan	16
Hirschenberg	3	2	4	Cultan	2
Hirschenberg	3	2	5	Cultan	2
Hirschenberg	3	2	6	Cultan	2
Hirschenberg	3	2	7	Cultan	1
Hirschenberg	3	3	8	Cultan	2
Hirschenberg	3	3	9	Cultan	2
Hirschenberg	3	3	10	Cultan	3
Hirschenberg	3	4	11	KAS	4
Hirschenberg	3	4	12	KAS	4
Hirschenberg	3	4	13	KAS	1
Hirschenberg	3	5	14	KAS	2
Hirschenberg	3	5	15	KAS	2
Hirschenberg	3	5	16	KAS	2
Hirschenberg	3	5	17	KAS	1
Hirschenberg	3	6	18	KAS	6
Hirschenberg	3	6	19	KAS	2
Hirschenberg	3	6	20	KAS	1
Pfarracker	4	1	1	KAS	0
Pfarracker	4	1	2	KAS	0
Pfarracker	4	1	3	KAS	0
Pfarracker	4	2	4	KAS	1
Pfarracker	4	2	5	KAS	1
Pfarracker	4	2	6	KAS	0
Pfarracker	4	2	7	KAS	1
Pfarracker	4	3	8	KAS	1
Pfarracker	4	3	9	KAS	0
Pfarracker	4	3	10	KAS	0
Pfarracker	4	4	11	Cultan	1
Pfarracker	4	4	12	Cultan	0
Pfarracker	4	4	13	Cultan	0
Pfarracker	4	5	14	Cultan	0
Pfarracker	4	5	15	Cultan	0
Pfarracker	4	5	16	Cultan	1
Pfarracker	4	5	17	Cultan	1
Pfarracker	4	6	18	Cultan	1
Pfarracker	4	6	19	Cultan	0

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Pfarracker	4	6	20	Cultan	1
Judenacker	5	1	1	Cultan	5
Judenacker	5	1	2	Cultan	0
Judenacker	5	1	3	Cultan	0
Judenacker	5	2	4	Cultan	1
Judenacker	5	2	5	Cultan	1
Judenacker	5	2	6	Cultan	0
Judenacker	5	2	7	Cultan	0
Judenacker	5	3	8	Cultan	0
Judenacker	5	3	9	Cultan	0
Judenacker	5	3	10	Cultan	0
Judenacker	5	4	11	KAS	0
Judenacker	5	4	12	KAS	1
Judenacker	5	4	13	KAS	3
Judenacker	5	5	14	KAS	2
Judenacker	5	5	15	KAS	1
Judenacker	5	5	16	KAS	5
Judenacker	5	5	17	KAS	1
Judenacker	5	6	18	KAS	1
Judenacker	5	6	19	KAS	4
Judenacker	5	6	20	KAS	7
Heißberg	6	1	1	Cultan	0
Heißberg	6	1	2	Cultan	0
Heißberg	6	1	3	Cultan	3
Heißberg	6	2	4	Cultan	0
Heißberg	6	2	5	Cultan	0
Heißberg	6	2	6	Cultan	0
Heißberg	6	2	7	Cultan	0
Heißberg	6	3	8	Cultan	0
Heißberg	6	3	9	Cultan	1
Heißberg	6	3	10	Cultan	1
Heißberg	6	4	11	KAS	0
Heißberg	6	4	12	KAS	0
Heißberg	6	4	13	KAS	0
Heißberg	6	5	14	KAS	0
Heißberg	6	5	15	KAS	0
Heißberg	6	5	16	KAS	0
Heißberg	6	5	17	KAS	0
Heißberg	6	6	18	KAS	0
Heißberg	6	6	19	KAS	0
Heißberg	6	6	20	KAS	0
Nöllelein	7	1	1	Cultan	1
Nöllelein	7	1	2	Cultan	0
Nöllelein	7	1	3	Cultan	0
Nöllelein	7	2	4	Cultan	1
Nöllelein	7	2	5	Cultan	0
Nöllelein	7	2	6	Cultan	0
Nöllelein	7	2	7	Cultan	0
Nöllelein	7	3	8	Cultan	0
Nöllelein	7	3	9	Cultan	0
Nöllelein	7	3	10	Cultan	0
Nöllelein	7	4	11	KAS	0
Nöllelein	7	4	12	KAS	0
Nöllelein	7	4	13	KAS	0
Nöllelein	7	5	14	KAS	0
Nöllelein	7	5	15	KAS	0
Nöllelein	7	5	16	KAS	0
Nöllelein	7	5	17	KAS	0
Nöllelein	7	6	18	KAS	0

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Nöllelein	7	6	19	KAS	0
Nöllelein	7	6	20	KAS	0
Gewannacker	8	1	1	Cultan	0
Gewannacker	8	1	2	Cultan	0
Gewannacker	8	1	3	Cultan	0
Gewannacker	8	2	4	Cultan	0
Gewannacker	8	2	5	Cultan	1
Gewannacker	8	2	6	Cultan	0
Gewannacker	8	2	7	Cultan	0
Gewannacker	8	3	8	Cultan	2
Gewannacker	8	3	9	Cultan	1
Gewannacker	8	3	10	Cultan	0
Gewannacker	8	4	11	KAS	0
Gewannacker	8	4	12	KAS	0
Gewannacker	8	4	13	KAS	0
Gewannacker	8	5	14	KAS	0
Gewannacker	8	5	15	KAS	0
Gewannacker	8	5	16	KAS	2
Gewannacker	8	5	17	KAS	0
Gewannacker	8	6	18	KAS	1
Gewannacker	8	6	19	KAS	0
Gewannacker	8	6	20	KAS	1
Untere Unz	9	1	1	Cultan	0
Untere Unz	9	1	2	Cultan	0
Untere Unz	9	1	3	Cultan	0
Untere Unz	9	2	4	Cultan	0
Untere Unz	9	2	5	Cultan	1
Untere Unz	9	2	6	Cultan	0
Untere Unz	9	2	7	Cultan	0
Untere Unz	9	3	8	Cultan	0
Untere Unz	9	3	9	Cultan	1
Untere Unz	9	3	10	Cultan	1
Untere Unz	9	4	11	KAS	0
Untere Unz	9	4	12	KAS	0
Untere Unz	9	4	13	KAS	1
Untere Unz	9	5	14	KAS	1
Untere Unz	9	5	15	KAS	2
Untere Unz	9	5	16	KAS	0
Untere Unz	9	5	17	KAS	0
Untere Unz	9	6	18	KAS	0
Untere Unz	9	6	19	KAS	0
Untere Unz	9	6	20	KAS	0

Tabelle 8-11: N-Auswaschung  
Herbst/Winter 2003/04: Mittelwerte der  
Standorte

Messzeitraum: 27.09.03 - 27.03.04

Standort	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
<b>Scheinberg neu</b>	Cultan	16
F1: W-Weizen	KAS	8
<b>Scheinberg alt</b>	Cultan	52
F2: Begrünung	KAS	45
<b>Hirschenberg</b>	Cultan	5
F3: Begrünung	KAS	22
<b>Pfarracker</b>	Cultan	23
F4: W-Raps	KAS	8
<b>Judenacker</b>	Cultan	2
F5: W-Weizen	KAS	6
<b>Heßberg</b>	Cultan	2
F6: W-Weizen	KAS	0
<b>Nöllelein</b>	Cultan	1
F7: Begrünung	KAS	7
<b>Gewannacker</b>	Cultan	2
F8: W-Raps	KAS	3
<b>Schlag</b>	Cultan	12
F9: W-Raps	KAS	4
<b>Gesamt</b>	<b>Cultan</b>	13
	<b>KAS</b>	11

Tabelle 8-12: N-Auswaschung  
Herbst/Winter 2003/04: Einzelwerte

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg neu	1	1	1	Cultan	17
Scheinberg neu	1	1	2	Cultan	7
Scheinberg neu	1	1	3	Cultan	8
Scheinberg neu	1	2	4	Cultan	14
Scheinberg neu	1	2	5	Cultan	16
Scheinberg neu	1	2	6	Cultan	15
Scheinberg neu	1	2	7	Cultan	31
Scheinberg neu	1	3	8	Cultan	17
Scheinberg neu	1	3	9	Cultan	4
Scheinberg neu	1	3	10	Cultan	34
Scheinberg neu	1	4	11	KAS	2
Scheinberg neu	1	4	12	KAS	2
Scheinberg neu	1	4	13	KAS	2
Scheinberg neu	1	5	14	KAS	16
Scheinberg neu	1	5	15	KAS	9
Scheinberg neu	1	5	16	KAS	2
Scheinberg neu	1	5	17	KAS	2
Scheinberg neu	1	6	18	KAS	17
Scheinberg neu	1	6	19	KAS	10
Scheinberg neu	1	6	20	KAS	14

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg alt	2	1	1	Cultan	37
Scheinberg alt	2	1	2	Cultan	31
Scheinberg alt	2	1	3	Cultan	63
Scheinberg alt	2	2	4	Cultan	52
Scheinberg alt	2	2	5	Cultan	118
Scheinberg alt	2	2	6	Cultan	47
Scheinberg alt	2	2	7	Cultan	22
Scheinberg alt	2	3	8	Cultan	7
Scheinberg alt	2	3	9	Cultan	87
Scheinberg alt	2	3	10	Cultan	55
Scheinberg alt	2	4	11	KAS	11
Scheinberg alt	2	4	12	KAS	6
Scheinberg alt	2	4	13	KAS	4
Scheinberg alt	2	5	14	KAS	33
Scheinberg alt	2	5	15	KAS	43
Scheinberg alt	2	5	16	KAS	43
Scheinberg alt	2	5	17	KAS	55
Scheinberg alt	2	6	18	KAS	110
Scheinberg alt	2	6	19	KAS	59
Scheinberg alt	2	6	20	KAS	80
Hirschenberg	3	1	1	Cultan	6
Hirschenberg	3	1	2	Cultan	5
Hirschenberg	3	1	3	Cultan	4
Hirschenberg	3	2	4	Cultan	12
Hirschenberg	3	2	6	Cultan	6
Hirschenberg	3	2	7	Cultan	2
Hirschenberg	3	3	8	Cultan	5
Hirschenberg	3	3	9	Cultan	4
Hirschenberg	3	3	10	Cultan	4
Hirschenberg	3	4	12	KAS	12
Hirschenberg	3	4	13	KAS	7
Hirschenberg	3	5	14	KAS	21
Hirschenberg	3	5	15	KAS	26
Hirschenberg	3	5	16	KAS	32
Hirschenberg	3	5	17	KAS	22
Hirschenberg	3	6	18	KAS	6
Hirschenberg	3	6	19	KAS	35
Hirschenberg	3	6	20	KAS	34
Pfarracker	4	1	1	KAS	10
Pfarracker	4	1	2	KAS	6
Pfarracker	4	1	3	KAS	4
Pfarracker	4	2	4	KAS	11
Pfarracker	4	2	5	KAS	9
Pfarracker	4	2	6	KAS	6
Pfarracker	4	2	7	KAS	13
Pfarracker	4	3	8	KAS	12
Pfarracker	4	3	9	KAS	8
Pfarracker	4	3	10	KAS	4
Pfarracker	4	4	11	Cultan	4
Pfarracker	4	4	12	Cultan	5
Pfarracker	4	4	13	Cultan	14
Pfarracker	4	5	14	Cultan	60
Pfarracker	4	5	15	Cultan	45
Pfarracker	4	5	16	Cultan	32
Pfarracker	4	5	17	Cultan	15
Pfarracker	4	6	18	Cultan	18
Pfarracker	4	6	19	Cultan	18
Pfarracker	4	6	20	Cultan	18

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Judenacker	5	1	1	Cultan	1
Judenacker	5	1	2	Cultan	4
Judenacker	5	1	3	Cultan	2
Judenacker	5	2	4	Cultan	1
Judenacker	5	2	5	Cultan	1
Judenacker	5	2	6	Cultan	2
Judenacker	5	2	7	Cultan	2
Judenacker	5	3	8	Cultan	1
Judenacker	5	3	9	Cultan	1
Judenacker	5	3	10	Cultan	1
Judenacker	5	4	11	KAS	4
Judenacker	5	4	12	KAS	8
Judenacker	5	4	13	KAS	21
Judenacker	5	5	14	KAS	5
Judenacker	5	5	15	KAS	16
Judenacker	5	5	16	KAS	1
Judenacker	5	5	17	KAS	1
Judenacker	5	6	18	KAS	1
Judenacker	5	6	19	KAS	1
Judenacker	5	6	20	KAS	1
Heßberg	6	1	1	Cultan	0
Heßberg	6	1	2	Cultan	0
Heßberg	6	1	3	Cultan	0
Heßberg	6	2	4	Cultan	0
Heßberg	6	2	5	Cultan	0
Heßberg	6	2	6	Cultan	0
Heßberg	6	2	7	Cultan	2
Heßberg	6	3	8	Cultan	5
Heßberg	6	3	9	Cultan	7
Heßberg	6	3	10	Cultan	9
Heßberg	6	4	11	KAS	0
Heßberg	6	4	12	KAS	0
Heßberg	6	4	13	KAS	1
Heßberg	6	5	16	KAS	1
Heßberg	6	5	17	KAS	0
Heßberg	6	6	18	KAS	0
Heßberg	6	6	19	KAS	1
Heßberg	6	6	20	KAS	0
Nöllelein	7	1	1	Cultan	1
Nöllelein	7	1	2	Cultan	1
Nöllelein	7	1	3	Cultan	2
Nöllelein	7	2	4	Cultan	0
Nöllelein	7	2	5	Cultan	0
Nöllelein	7	2	6	Cultan	1
Nöllelein	7	2	7	Cultan	1
Nöllelein	7	3	8	Cultan	1
Nöllelein	7	3	9	Cultan	0
Nöllelein	7	3	10	Cultan	1
Nöllelein	7	4	11	KAS	24
Nöllelein	7	4	12	KAS	7
Nöllelein	7	4	13	KAS	11
Nöllelein	7	5	14	KAS	8
Nöllelein	7	5	15	KAS	9
Nöllelein	7	5	16	KAS	2
Nöllelein	7	5	17	KAS	6
Nöllelein	7	6	18	KAS	2
Nöllelein	7	6	19	KAS	0
Nöllelein	7	6	20	KAS	0

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Gewannacker	8	1	1	Cultan	4
Gewannacker	8	1	2	Cultan	2
Gewannacker	8	1	3	Cultan	1
Gewannacker	8	2	4	Cultan	2
Gewannacker	8	2	5	Cultan	2
Gewannacker	8	2	6	Cultan	1
Gewannacker	8	2	7	Cultan	1
Gewannacker	8	3	8	Cultan	4
Gewannacker	8	3	9	Cultan	2
Gewannacker	8	3	10	Cultan	1
Gewannacker	8	4	11	KAS	0
Gewannacker	8	4	12	KAS	1
Gewannacker	8	4	13	KAS	1
Gewannacker	8	5	14	KAS	3
Gewannacker	8	5	15	KAS	4
Gewannacker	8	5	16	KAS	4
Gewannacker	8	5	17	KAS	2
Gewannacker	8	6	18	KAS	7
Gewannacker	8	6	19	KAS	1
Gewannacker	8	6	20	KAS	2
Schlag	10	1	1	Cultan	9
Schlag	10	1	2	Cultan	17
Schlag	10	1	3	Cultan	27
Schlag	10	2	4	Cultan	7
Schlag	10	2	5	Cultan	7
Schlag	10	2	6	Cultan	22
Schlag	10	2	7	Cultan	14
Schlag	10	3	8	Cultan	4
Schlag	10	3	9	Cultan	9
Schlag	10	3	10	Cultan	8
Schlag	10	4	11	KAS	1
Schlag	10	4	12	KAS	0
Schlag	10	4	13	KAS	0
Schlag	10	5	14	KAS	5
Schlag	10	5	15	KAS	7
Schlag	10	5	16	KAS	17
Schlag	10	5	17	KAS	9
Schlag	10	6	18	KAS	1
Schlag	10	6	19	KAS	4
Schlag	10	6	20	KAS	1

Tabelle 8-13: N-Auswaschung  
Frühjahr/Sommer 2004: Mittelwerte der  
Standorte

Messzeitraum: 27.03.04 - 08.11.04

Standort	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
<b>Scheinberg neu</b>	Cultan	9
F1: W-Weizen	KAS	2
<b>Scheinberg alt</b>	Cultan	22
F2: S-Gerste	KAS	20
<b>Hirschenberg</b>	Cultan	15
F3: S-Gerste	KAS	14
<b>Pfarracker</b>	Cultan	9
F4: W-Raps	KAS	27
<b>Judenacker</b>	Cultan	0
F5: W-Weizen	KAS	1
<b>Heßberg</b>	Cultan	0
F6: W-Weizen	KAS	0
<b>Nöllelein</b>	Cultan	0
F7: S-Gerste	KAS	0
<b>Gewannacker</b>	Cultan	0
F8: W-Raps	KAS	0
<b>Schlag</b>	Cultan	0
F9: W-Raps	KAS	0
<b>Gesamt</b>	<b>Cultan</b>	<b>6</b>
	<b>KAS</b>	<b>7</b>

Tabelle 8-14: N-Auswaschung  
Frühjahr/Sommer 2004: Einzelwerte

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg neu	1	1	1	Cultan	7
Scheinberg neu	1	1	2	Cultan	10
Scheinberg neu	1	1	3	Cultan	4
Scheinberg neu	1	2	4	Cultan	6
Scheinberg neu	1	2	5	Cultan	3
Scheinberg neu	1	2	6	Cultan	4
Scheinberg neu	1	2	7	Cultan	21
Scheinberg neu	1	3	8	Cultan	22
Scheinberg neu	1	3	9	Cultan	4
Scheinberg neu	1	3	10	Cultan	10
Scheinberg neu	1	4	11	KAS	2
Scheinberg neu	1	4	12	KAS	0
Scheinberg neu	1	5	14	KAS	2
Scheinberg neu	1	5	15	KAS	1
Scheinberg neu	1	5	16	KAS	9
Scheinberg neu	1	5	17	KAS	1
Scheinberg neu	1	6	18	KAS	0
Scheinberg neu	1	6	19	KAS	2
Scheinberg neu	1	6	20	KAS	2

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg alt	2	1	1	Cultan	22
Scheinberg alt	2	1	2	Cultan	14
Scheinberg alt	2	1	3	Cultan	10
Scheinberg alt	2	2	4	Cultan	48
Scheinberg alt	2	2	5	Cultan	18
Scheinberg alt	2	2	6	Cultan	29
Scheinberg alt	2	2	7	Cultan	36
Scheinberg alt	2	3	8	Cultan	25
Scheinberg alt	2	3	9	Cultan	9
Scheinberg alt	2	3	10	Cultan	7
Scheinberg alt	2	4	11	KAS	15
Scheinberg alt	2	4	12	KAS	23
Scheinberg alt	2	4	13	KAS	10
Scheinberg alt	2	5	14	KAS	20
Scheinberg alt	2	5	15	KAS	18
Scheinberg alt	2	5	16	KAS	27
Scheinberg alt	2	5	17	KAS	23
Scheinberg alt	2	6	18	KAS	25
Scheinberg alt	2	6	19	KAS	13
Scheinberg alt	2	6	20	KAS	27
Hirschenberg	3	1	1	Cultan	7
Hirschenberg	3	1	2	Cultan	7
Hirschenberg	3	1	3	Cultan	18
Hirschenberg	3	2	4	Cultan	37
Hirschenberg	3	2	5	Cultan	9
Hirschenberg	3	2	6	Cultan	7
Hirschenberg	3	2	7	Cultan	9
Hirschenberg	3	3	8	Cultan	33
Hirschenberg	3	3	9	Cultan	13
Hirschenberg	3	3	10	Cultan	14
Hirschenberg	3	4	11	KAS	29
Hirschenberg	3	4	12	KAS	22
Hirschenberg	3	4	13	KAS	10
Hirschenberg	3	5	14	KAS	15
Hirschenberg	3	5	15	KAS	17
Hirschenberg	3	5	16	KAS	13
Hirschenberg	3	5	17	KAS	4
Hirschenberg	3	6	18	KAS	11
Hirschenberg	3	6	19	KAS	8
Hirschenberg	3	6	20	KAS	10
Pfarracker	4	1	1	KAS	11
Pfarracker	4	1	2	KAS	8
Pfarracker	4	1	3	KAS	7
Pfarracker	4	2	4	KAS	145
Pfarracker	4	2	5	KAS	27
Pfarracker	4	2	6	KAS	9
Pfarracker	4	2	7	KAS	5
Pfarracker	4	3	8	KAS	42
Pfarracker	4	3	9	KAS	8
Pfarracker	4	3	10	KAS	9
Pfarracker	4	4	11	Cultan	3
Pfarracker	4	4	12	Cultan	3
Pfarracker	4	4	13	Cultan	22
Pfarracker	4	5	14	Cultan	2
Pfarracker	4	5	15	Cultan	6
Pfarracker	4	5	16	Cultan	5
Pfarracker	4	5	17	Cultan	0
Pfarracker	4	6	18	Cultan	17

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Pfarracker	4	6	19	Cultan	20
Pfarracker	4	6	20	Cultan	17
Judenacker	5	1	1	Cultan	1
Judenacker	5	1	2	Cultan	0
Judenacker	5	1	3	Cultan	1
Judenacker	5	2	4	Cultan	0
Judenacker	5	2	5	Cultan	0
Judenacker	5	2	6	Cultan	0
Judenacker	5	2	7	Cultan	0
Judenacker	5	3	8	Cultan	0
Judenacker	5	3	9	Cultan	0
Judenacker	5	3	10	Cultan	0
Judenacker	5	4	11	KAS	2
Judenacker	5	4	12	KAS	2
Judenacker	5	4	13	KAS	1
Judenacker	5	5	14	KAS	2
Judenacker	5	5	16	KAS	0
Judenacker	5	5	17	KAS	0
Judenacker	5	6	18	KAS	0
Judenacker	5	6	19	KAS	0
Judenacker	5	6	20	KAS	0
Heißberg	6	1	1	Cultan	0
Heißberg	6	1	2	Cultan	0
Heißberg	6	1	3	Cultan	0
Heißberg	6	2	4	Cultan	0
Heißberg	6	2	5	Cultan	0
Heißberg	6	2	6	Cultan	0
Heißberg	6	2	7	Cultan	0
Heißberg	6	3	8	Cultan	0
Heißberg	6	3	9	Cultan	0
Heißberg	6	4	12	KAS	0
Heißberg	6	4	13	KAS	0
Heißberg	6	5	14	KAS	0
Heißberg	6	5	15	KAS	0
Heißberg	6	5	16	KAS	0
Heißberg	6	5	17	KAS	0
Heißberg	6	6	18	KAS	0
Heißberg	6	6	19	KAS	0
Heißberg	6	6	20	KAS	0
Nöllelein	7	1	1	Cultan	0
Nöllelein	7	1	2	Cultan	0
Nöllelein	7	1	3	Cultan	0
Nöllelein	7	2	4	Cultan	0
Nöllelein	7	2	6	Cultan	0
Nöllelein	7	2	7	Cultan	0
Nöllelein	7	3	8	Cultan	0
Nöllelein	7	3	9	Cultan	0
Nöllelein	7	3	10	Cultan	0
Nöllelein	7	4	11	KAS	0
Nöllelein	7	4	12	KAS	0
Nöllelein	7	4	13	KAS	0
Nöllelein	7	5	14	KAS	0
Nöllelein	7	5	15	KAS	0
Nöllelein	7	5	16	KAS	0
Nöllelein	7	5	17	KAS	0
Nöllelein	7	6	18	KAS	0
Nöllelein	7	6	19	KAS	0
Nöllelein	7	6	20	KAS	0

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Gewannacker	8	1	1	Cultan	0
Gewannacker	8	1	2	Cultan	0
Gewannacker	8	1	3	Cultan	0
Gewannacker	8	2	5	Cultan	0
Gewannacker	8	2	6	Cultan	0
Gewannacker	8	2	7	Cultan	0
Gewannacker	8	3	8	Cultan	0
Gewannacker	8	3	9	Cultan	0
Gewannacker	8	3	10	Cultan	0
Gewannacker	8	4	11	KAS	0
Gewannacker	8	4	12	KAS	0
Gewannacker	8	4	13	KAS	1
Gewannacker	8	5	14	KAS	0
Gewannacker	8	5	15	KAS	0
Gewannacker	8	5	16	KAS	0
Gewannacker	8	5	17	KAS	0
Gewannacker	8	6	18	KAS	1
Gewannacker	8	6	19	KAS	0
Gewannacker	8	6	20	KAS	0
Schlag	10	1	1	Cultan	0
Schlag	10	1	2	Cultan	1
Schlag	10	1	3	Cultan	2
Schlag	10	2	4	Cultan	0
Schlag	10	2	5	Cultan	0
Schlag	10	2	6	Cultan	0
Schlag	10	2	7	Cultan	0
Schlag	10	3	8	Cultan	0
Schlag	10	3	9	Cultan	1
Schlag	10	3	10	Cultan	0
Schlag	10	4	11	KAS	0
Schlag	10	4	12	KAS	0
Schlag	10	4	13	KAS	0
Schlag	10	5	14	KAS	0
Schlag	10	5	15	KAS	1
Schlag	10	5	16	KAS	0
Schlag	10	5	17	KAS	2
Schlag	10	6	18	KAS	0
Schlag	10	6	19	KAS	0
Schlag	10	6	20	KAS	0

Tabelle 8-15: N-Auswaschung  
Herbst/Winter 2004/05: Mittelwerte der  
Standorte

Messzeiträume:

F1 – F3 und F5 – F7: 08.11.04 – 26.01.05

F4, F8, F9: 08.11.04 - 08.03.05

Standort	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
<b>Scheinberg neu</b>	Cultan	21
F1: Begrünung	KAS	30
<b>Scheinberg alt</b>	Cultan	81 <sup>1</sup>
F2: W-Raps	KAS	73 <sup>1</sup>
<b>Hirschenberg</b>	Cultan	27
F3: W-Raps	KAS	37
<b>Pfarracker</b>	Cultan	137 <sup>1</sup>
F4: W-Weizen	KAS	135 <sup>1,2</sup>
<b>Judenacker</b>	Cultan	4
F5: Begrünung	KAS	19
<b>Heßberg</b>	Cultan	2
F6: Begrünung	KAS	0
<b>Nöllelein</b>	Cultan	0
F7: W-Raps	KAS	1
<b>Gewannacker</b>	Cultan	28
F8: W-Weizen	KAS	25
<b>Schlag</b>	Cultan	120 <sup>1</sup>
F9: W-Weizen	KAS	58 <sup>1</sup>
<b>Gesamt</b>	<b>Cultan</b>	<b>14</b>
	<b>KAS</b>	<b>20</b>

<sup>1</sup>: F2, F4 und F9 wurden wegen Bewirtschaftungs-  
fehlern bzw. Stauflüsse aus der Mittelwertbildung  
herausgenommen

<sup>2</sup>: Mittelwert aus nur 3 SIA gebildet, da in B1-B7  
hohe Nitratgehalte in B- und C-Schichten

Tabelle 8-16: N-Auswaschung  
Herbst/Winter 2004/05: Einzelwerte

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswa- schung [kg N/ha]
Scheinberg neu	1	1	1	Cultan	23
Scheinberg neu	1	1	2	Cultan	28
Scheinberg neu	1	1	3	Cultan	17
Scheinberg neu	1	2	4	Cultan	11
Scheinberg neu	1	2	5	Cultan	12
Scheinberg neu	1	2	6	Cultan	24
Scheinberg neu	1	2	7	Cultan	14
Scheinberg neu	1	3	8	Cultan	15
Scheinberg neu	1	3	9	Cultan	10
Scheinberg neu	1	3	10	Cultan	52
Scheinberg neu	1	4	11	KAS	21
Scheinberg neu	1	4	12	KAS	6
Scheinberg neu	1	4	13	KAS	18
Scheinberg neu	1	5	14	KAS	28

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswa- schung [kg N/ha]
Scheinberg neu	1	5	15	KAS	39
Scheinberg neu	1	5	16	KAS	17
Scheinberg neu	1	6	18	KAS	48
Scheinberg neu	1	6	19	KAS	66
Scheinberg neu	1	6	20	KAS	26
Scheinberg alt	2	1	1	Cultan	118
Scheinberg alt	2	1	2	Cultan	73
Scheinberg alt	2	1	3	Cultan	11
Scheinberg alt	2	2	4	Cultan	58
Scheinberg alt	2	2	5	Cultan	156
Scheinberg alt	2	2	6	Cultan	135
Scheinberg alt	2	2	7	Cultan	87
Scheinberg alt	2	3	8	Cultan	72
Scheinberg alt	2	3	9	Cultan	78
Scheinberg alt	2	3	10	Cultan	22
Scheinberg alt	2	4	11	KAS	60
Scheinberg alt	2	4	12	KAS	41
Scheinberg alt	2	4	13	KAS	15
Scheinberg alt	2	5	14	KAS	0
Scheinberg alt	2	5	15	KAS	57
Scheinberg alt	2	5	16	KAS	78
Scheinberg alt	2	5	17	KAS	58
Scheinberg alt	2	6	18	KAS	165
Scheinberg alt	2	6	19	KAS	83
Scheinberg alt	2	6	20	KAS	170
Hirschenberg	3	1	1	Cultan	63
Hirschenberg	3	1	2	Cultan	24
Hirschenberg	3	1	3	Cultan	36
Hirschenberg	3	2	4	Cultan	10
Hirschenberg	3	2	5	Cultan	44
Hirschenberg	3	2	6	Cultan	16
Hirschenberg	3	2	7	Cultan	21
Hirschenberg	3	3	8	Cultan	23
Hirschenberg	3	3	9	Cultan	22
Hirschenberg	3	3	10	Cultan	14
Hirschenberg	3	4	11	KAS	31
Hirschenberg	3	4	12	KAS	63
Hirschenberg	3	4	13	KAS	59
Hirschenberg	3	5	14	KAS	54
Hirschenberg	3	5	15	KAS	44
Hirschenberg	3	5	16	KAS	30
Hirschenberg	3	5	17	KAS	65
Hirschenberg	3	6	18	KAS	11
Hirschenberg	3	6	19	KAS	5
Hirschenberg	3	6	20	KAS	4
<i>Pfarracker</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>KAS</i>	<i>338<sup>1</sup></i>
<i>Pfarracker</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>KAS</i>	<i>556<sup>1</sup></i>
<i>Pfarracker</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>KAS</i>	<i>474<sup>1</sup></i>
<i>Pfarracker</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>KAS</i>	<i>262<sup>1</sup></i>
<i>Pfarracker</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>KAS</i>	<i>202<sup>1</sup></i>
<i>Pfarracker</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>6</i>	<i>KAS</i>	<i>470<sup>1</sup></i>
<i>Pfarracker</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>7</i>	<i>KAS</i>	<i>183<sup>1</sup></i>
Pfarracker	4	3	8	KAS	157
Pfarracker	4	3	9	KAS	96
Pfarracker	4	3	10	KAS	152

<sup>1</sup>: Hohe Nitratgehalte in B- und C-Schichten, daher  
aus Mittelwertbildung herausgenommen

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Pfarracker	4	4	11	Cultan	152
Pfarracker	4	4	12	Cultan	157
Pfarracker	4	4	13	Cultan	120
Pfarracker	4	5	14	Cultan	143
Pfarracker	4	5	15	Cultan	127
Pfarracker	4	5	16	Cultan	79
Pfarracker	4	5	17	Cultan	38
Pfarracker	4	6	18	Cultan	141
Pfarracker	4	6	19	Cultan	62
Pfarracker	4	6	20	Cultan	353
Judenacker	5	1	1	Cultan	7
Judenacker	5	1	2	Cultan	6
Judenacker	5	1	3	Cultan	7
Judenacker	5	2	4	Cultan	2
Judenacker	5	2	5	Cultan	2
Judenacker	5	2	6	Cultan	7
Judenacker	5	2	7	Cultan	2
Judenacker	5	3	8	Cultan	3
Judenacker	5	3	9	Cultan	2
Judenacker	5	3	10	Cultan	2
Judenacker	5	4	11	KAS	37
Judenacker	5	4	12	KAS	27
Judenacker	5	4	13	KAS	31
Judenacker	5	5	14	KAS	12
Judenacker	5	5	15	KAS	28
Judenacker	5	5	16	KAS	16
Judenacker	5	5	17	KAS	30
Judenacker	5	6	18	KAS	3
Judenacker	5	6	19	KAS	8
Judenacker	5	6	20	KAS	1
Hessberg	6	1	1	Cultan	0
Hessberg	6	1	2	Cultan	0
Hessberg	6	1	3	Cultan	0
Hessberg	6	2	4	Cultan	0
Hessberg	6	2	5	Cultan	0
Hessberg	6	2	6	Cultan	1
Hessberg	6	2	7	Cultan	0
Hessberg	6	3	8	Cultan	3
Hessberg	6	3	9	Cultan	13
Hessberg	6	3	10	Cultan	7
Hessberg	6	4	11	KAS	0
Hessberg	6	4	12	KAS	0
Hessberg	6	4	13	KAS	0
Hessberg	6	5	14	KAS	0
Hessberg	6	5	15	KAS	0
Hessberg	6	5	16	KAS	0
Hessberg	6	5	17	KAS	0
Hessberg	6	6	18	KAS	0
Hessberg	6	6	19	KAS	0
Hessberg	6	6	20	KAS	0
Nöllelein	7	1	1	Cultan	1
Nöllelein	7	1	2	Cultan	0
Nöllelein	7	1	3	Cultan	0
Nöllelein	7	2	4	Cultan	3
Nöllelein	7	2	5	Cultan	0
Nöllelein	7	2	6	Cultan	0
Nöllelein	7	2	7	Cultan	0
Nöllelein	7	3	8	Cultan	0

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Nöllelein	7	3	9	Cultan	0
Nöllelein	7	3	10	Cultan	0
Nöllelein	7	4	11	KAS	2
Nöllelein	7	4	12	KAS	2
Nöllelein	7	4	13	KAS	1
Nöllelein	7	5	14	KAS	1
Nöllelein	7	5	15	KAS	0
Nöllelein	7	5	16	KAS	0
Nöllelein	7	5	17	KAS	0
Nöllelein	7	6	18	KAS	0
Nöllelein	7	6	19	KAS	0
Nöllelein	7	6	20	KAS	0
Gewannacker	8	1	1	Cultan	3
Gewannacker	8	1	2	Cultan	2
Gewannacker	8	1	3	Cultan	2
Gewannacker	8	2	4	Cultan	2
Gewannacker	8	2	5	Cultan	4
Gewannacker	8	2	6	Cultan	3
Gewannacker	8	2	7	Cultan	3
Gewannacker	8	3	8	Cultan	12
Gewannacker	8	3	9	Cultan	220
Gewannacker	8	3	10	Cultan	35
Gewannacker	8	4	11	KAS	57
Gewannacker	8	4	12	KAS	34
Gewannacker	8	4	13	KAS	26
Gewannacker	8	5	14	KAS	27
Gewannacker	8	5	15	KAS	13
Gewannacker	8	5	16	KAS	18
Gewannacker	8	5	17	KAS	12
Gewannacker	8	6	18	KAS	21
Gewannacker	8	6	19	KAS	25
Gewannacker	8	6	20	KAS	17
Schlag	9	1	1	Cultan	88
Schlag	9	1	2	Cultan	182
Schlag	9	1	3	Cultan	192
Schlag	9	2	4	Cultan	96
Schlag	9	2	5	Cultan	217
Schlag	9	2	6	Cultan	99
Schlag	9	2	7	Cultan	97
Schlag	9	3	8	Cultan	78
Schlag	9	3	9	Cultan	71
Schlag	9	3	10	Cultan	84
Schlag	9	4	11	KAS	59
Schlag	9	4	12	KAS	37
Schlag	9	4	13	KAS	34
Schlag	9	5	14	KAS	64
Schlag	9	5	15	KAS	62
Schlag	9	5	16	KAS	79
Schlag	9	5	17	KAS	52
Schlag	9	6	18	KAS	59
Schlag	9	6	19	KAS	72
Schlag	9	6	20	KAS	59

Tabelle 8-17: N-Auswaschung  
Frühjahr/Sommer 2005: Mittelwerte der  
Standorte

Messzeiträume:

F1, F5, F6: 26.01.05 – 09.08.05

F2, F3, F7: 26.01.05 – 17.08.05

F4, F8, F9: 08.03.05 – 17.08.05

Standort	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
<b>Scheinberg neu</b>	Cultan	23
F1: S-Gerste	KAS	24
<b>Scheinberg alt</b>	Cultan	135 <sup>1</sup>
F2: W-Raps	KAS	61 <sup>1</sup>
<b>Hirschenberg</b>	Cultan	29
F3: W-Raps	KAS	52
<b>Pfarracker</b>	Cultan	50
F4: W-Weizen	KAS	62
<b>Judenacker</b>	Cultan	3
F5: S-Gerste	KAS	8
<b>Heßberg</b>	Cultan	14
F6: S-Gerste	KAS	9
<b>Nöllelein</b>	Cultan	0
F7: W-Raps	KAS	5
<b>Gewannacker</b>	Cultan	19
F8: W-Weizen	KAS	21
<b>Schlag</b>	Cultan	35
F9: W-Weizen	KAS	22
<b>Gesamt</b>	<b>Cultan</b>	<b>34</b>
	<b>KAS</b>	<b>29</b>
<b>Gesamt (ohne F2)</b>	<b>Cultan</b>	<b>21</b>
	<b>KAS</b>	<b>26</b>

<sup>1</sup>: F2 wegen Bewirtschaftungsfehlern aus der Mittelwertbildung herausgenommen.

Tabelle 8-18: N-Auswaschung  
Frühjahr/Sommer 2005: Einzelwerte

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg neu	1	1	1	Cultan	17
Scheinberg neu	1	1	2	Cultan	41
Scheinberg neu	1	1	3	Cultan	36
Scheinberg neu	1	2	4	Cultan	7
Scheinberg neu	1	2	5	Cultan	19
Scheinberg neu	1	2	6	Cultan	13
Scheinberg neu	1	2	7	Cultan	48
Scheinberg neu	1	3	8	Cultan	12
Scheinberg neu	1	3	9	Cultan	17
Scheinberg neu	1	3	10	Cultan	17

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg neu	1	4	11	KAS	31
Scheinberg neu	1	4	12	KAS	24
Scheinberg neu	1	4	13	KAS	28
Scheinberg neu	1	5	14	KAS	40
Scheinberg neu	1	5	15	KAS	14
Scheinberg neu	1	5	16	KAS	7
Scheinberg neu	1	5	17	KAS	30
Scheinberg neu	1	6	18	KAS	24
Scheinberg neu	1	6	19	KAS	19
Scheinberg neu	1	6	20	KAS	19
Scheinberg alt	2	1	1	Cultan	105
Scheinberg alt	2	1	2	Cultan	108
Scheinberg alt	2	1	3	Cultan	83
Scheinberg alt	2	2	4	Cultan	79
Scheinberg alt	2	2	5	Cultan	89
Scheinberg alt	2	2	6	Cultan	220
Scheinberg alt	2	2	7	Cultan	315
Scheinberg alt	2	3	8	Cultan	65
Scheinberg alt	2	3	9	Cultan	123
Scheinberg alt	2	3	10	Cultan	164
Scheinberg alt	2	4	11	KAS	54
Scheinberg alt	2	4	13	KAS	46
Scheinberg alt	2	5	14	KAS	41
Scheinberg alt	2	5	15	KAS	90
Scheinberg alt	2	5	16	KAS	58
Scheinberg alt	2	5	17	KAS	28
Scheinberg alt	2	6	18	KAS	50
Scheinberg alt	2	6	19	KAS	67
Scheinberg alt	2	6	20	KAS	112
Hirschenberg	3	1	1	Cultan	46
Hirschenberg	3	1	2	Cultan	102
Hirschenberg	3	1	3	Cultan	19
Hirschenberg	3	2	4	Cultan	6
Hirschenberg	3	2	5	Cultan	19
Hirschenberg	3	2	6	Cultan	16
Hirschenberg	3	2	7	Cultan	3
Hirschenberg	3	3	8	Cultan	11
Hirschenberg	3	3	9	Cultan	58
Hirschenberg	3	3	10	Cultan	5
Hirschenberg	3	4	11	KAS	101
Hirschenberg	3	4	12	KAS	47
Hirschenberg	3	5	14	KAS	30
Hirschenberg	3	5	15	KAS	52
Hirschenberg	3	5	16	KAS	79
Hirschenberg	3	5	17	KAS	29
Hirschenberg	3	6	18	KAS	87
Hirschenberg	3	6	19	KAS	16
Hirschenberg	3	6	20	KAS	23
Pfarracker	4	1	1	KAS	91
Pfarracker	4	1	2	KAS	79
Pfarracker	4	1	3	KAS	36
Pfarracker	4	2	4	KAS	181
Pfarracker	4	2	5	KAS	70
Pfarracker	4	2	6	KAS	61
Pfarracker	4	2	7	KAS	43
Pfarracker	4	3	8	KAS	36
Pfarracker	4	3	9	KAS	9
Pfarracker	4	3	10	KAS	20

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Pfarracker	4	4	11	Cultan	108
Pfarracker	4	4	12	Cultan	20
Pfarracker	4	4	13	Cultan	109
Pfarracker	4	5	14	Cultan	42
Pfarracker	4	5	15	Cultan	34
Pfarracker	4	5	16	Cultan	26
Pfarracker	4	5	17	Cultan	33
Pfarracker	4	6	18	Cultan	48
Pfarracker	4	6	19	Cultan	29
Judenacker	5	1	1	Cultan	6
Judenacker	5	1	2	Cultan	2
Judenacker	5	1	3	Cultan	2
Judenacker	5	2	4	Cultan	2
Judenacker	5	2	6	Cultan	3
Judenacker	5	2	7	Cultan	1
Judenacker	5	3	8	Cultan	2
Judenacker	5	3	9	Cultan	2
Judenacker	5	3	10	Cultan	3
Judenacker	5	4	11	KAS	19
Judenacker	5	4	12	KAS	4
Judenacker	5	4	13	KAS	3
Judenacker	5	5	14	KAS	10
Judenacker	5	5	16	KAS	17
Judenacker	5	5	17	KAS	5
Judenacker	5	6	18	KAS	3
Judenacker	5	6	19	KAS	6
Judenacker	5	6	20	KAS	3
Hessberg	6	1	1	Cultan	19
Hessberg	6	1	2	Cultan	4
Hessberg	6	1	3	Cultan	3
Hessberg	6	2	4	Cultan	13
Hessberg	6	2	5	Cultan	9
Hessberg	6	2	6	Cultan	6
Hessberg	6	2	7	Cultan	1
Hessberg	6	3	8	Cultan	12
Hessberg	6	3	9	Cultan	46
Hessberg	6	3	10	Cultan	25
Hessberg	6	4	11	KAS	22
Hessberg	6	4	12	KAS	12
Hessberg	6	4	13	KAS	4
Hessberg	6	5	14	KAS	11
Hessberg	6	5	15	KAS	10
Hessberg	6	5	16	KAS	7
Hessberg	6	5	17	KAS	3
Hessberg	6	6	18	KAS	4
Hessberg	6	6	19	KAS	8
Hessberg	6	6	20	KAS	5
Nöllelein	7	1	1	Cultan	0
Nöllelein	7	1	2	Cultan	2
Nöllelein	7	1	3	Cultan	0
Nöllelein	7	2	4	Cultan	1
Nöllelein	7	2	5	Cultan	0
Nöllelein	7	2	6	Cultan	0
Nöllelein	7	2	7	Cultan	0
Nöllelein	7	3	8	Cultan	0
Nöllelein	7	3	9	Cultan	0

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Nöllelein	7	3	10	Cultan	0
Nöllelein	7	4	11	KAS	8
Nöllelein	7	4	12	KAS	4
Nöllelein	7	4	13	KAS	3
Nöllelein	7	5	14	KAS	3
Nöllelein	7	5	15	KAS	2
Nöllelein	7	5	16	KAS	2
Nöllelein	7	5	17	KAS	2
Nöllelein	7	6	18	KAS	13
Nöllelein	7	6	19	KAS	8
Nöllelein	7	6	20	KAS	9
Gewannacker	8	1	1	Cultan	5
Gewannacker	8	1	2	Cultan	10
Gewannacker	8	1	3	Cultan	2
Gewannacker	8	2	4	Cultan	34
Gewannacker	8	2	5	Cultan	22
Gewannacker	8	2	6	Cultan	15
Gewannacker	8	2	7	Cultan	10
Gewannacker	8	3	8	Cultan	27
Gewannacker	8	3	9	Cultan	49
Gewannacker	8	3	10	Cultan	14
Gewannacker	8	4	11	KAS	12
Gewannacker	8	4	12	KAS	11
Gewannacker	8	4	13	KAS	17
Gewannacker	8	5	14	KAS	13
Gewannacker	8	5	15	KAS	14
Gewannacker	8	5	16	KAS	10
Gewannacker	8	5	17	KAS	12
Gewannacker	8	6	18	KAS	19
Gewannacker	8	6	19	KAS	52
Gewannacker	8	6	20	KAS	51
Schlag	10	1	1	Cultan	35
Schlag	10	1	2	Cultan	44
Schlag	10	1	3	Cultan	58
Schlag	10	2	4	Cultan	46
Schlag	10	2	5	Cultan	39
Schlag	10	2	6	Cultan	27
Schlag	10	2	7	Cultan	18
Schlag	10	3	8	Cultan	26
Schlag	10	3	9	Cultan	24
Schlag	10	3	10	Cultan	29
Schlag	10	4	11	KAS	13
Schlag	10	4	12	KAS	42
Schlag	10	4	13	KAS	27
Schlag	10	5	14	KAS	34
Schlag	10	5	15	KAS	21
Schlag	10	5	16	KAS	15
Schlag	10	5	17	KAS	20
Schlag	10	6	18	KAS	13
Schlag	10	6	19	KAS	29
Schlag	10	6	20	KAS	10

Tabelle 8-19: N-Auswaschung  
Herbst/Winter 2005/06: Mittelwerte der  
Standorte

Messzeiträume:

F1: 09.08.05 – 06.03.06  
F5: 09.08.05 – 24.01.06  
F6: 09.08.05 – 02.02.06  
F2, F3, F7: 17.08.05 – 08.04.06  
F4, F8, F9: 17.08.05 – 24.01.06

Standort	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
<b>Scheinberg neu</b>	Cultan	46
F1: W-Raps	KAS	38
<b>Scheinberg alt</b>	Cultan	54 <sup>1</sup>
F2: W-Weizen	KAS	177 <sup>1</sup>
<b>Hirschenberg</b>	Cultan	68
F3: W-Weizen	KAS	52
<b>Pfarracker</b>	Cultan	4
F4: Begrünung	KAS	4
<b>Judenacker</b>	Cultan	1
F5: W-Raps	KAS	2
<b>Heßberg</b>	Cultan	1
F6: W-Raps	KAS	0
<b>Nöllelein</b>	Cultan	10
F7: W-Weizen	KAS	23
<b>Gewannacker</b>	Cultan	2
F8: Begrünung	KAS	1
<b>Schlag</b>	Cultan	8
F9: Begrünung	KAS	6
<b>Gesamt</b>	<b>Cultan</b>	22
	<b>KAS</b>	34
<b>Gesamt (ohne F2)</b>	<b>Cultan</b>	18
	<b>KAS</b>	16

<sup>1</sup>: F2 wegen Bewirtschaftungsfehlern aus der Mittelwertbildung herausgenommen.

Tabelle 8-20: N-Auswaschung  
Herbst/Winter 2005/06: Einzelwerte

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg neu	1	1	1	Cultan	93
Scheinberg neu	1	1	2	Cultan	16
Scheinberg neu	1	1	3	Cultan	74
Scheinberg neu	1	2	4	Cultan	54
Scheinberg neu	1	2	5	Cultan	37
Scheinberg neu	1	2	6	Cultan	52
Scheinberg neu	1	2	7	Cultan	88
Scheinberg neu	1	3	8	Cultan	9
Scheinberg neu	1	3	9	Cultan	25
Scheinberg neu	1	3	10	Cultan	11

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg neu	1	4	11	KAS	55
Scheinberg neu	1	4	12	KAS	32
Scheinberg neu	1	4	13	KAS	41
Scheinberg neu	1	5	14	KAS	37
Scheinberg neu	1	5	15	KAS	26
Scheinberg neu	1	5	16	KAS	14
Scheinberg neu	1	5	17	KAS	25
Scheinberg neu	1	6	18	KAS	76
Scheinberg neu	1	6	19	KAS	47
Scheinberg neu	1	6	20	KAS	23
Scheinberg alt	2	1	1	Cultan	137
Scheinberg alt	2	1	2	Cultan	81
Scheinberg alt	2	1	3	Cultan	101
Scheinberg alt	2	2	4	Cultan	28
Scheinberg alt	2	2	5	Cultan	14
Scheinberg alt	2	2	6	Cultan	62
Scheinberg alt	2	2	7	Cultan	57
Scheinberg alt	2	3	8	Cultan	20
Scheinberg alt	2	3	9	Cultan	24
Scheinberg alt	2	3	10	Cultan	16
Scheinberg alt	2	4	11	KAS	336
Scheinberg alt	2	4	12	KAS	74
Scheinberg alt	2	4	13	KAS	112
Scheinberg alt	2	5	14	KAS	322
Scheinberg alt	2	5	15	KAS	87
Scheinberg alt	2	5	16	KAS	192
Scheinberg alt	2	5	17	KAS	131
Scheinberg alt	2	6	18	KAS	179
Scheinberg alt	2	6	19	KAS	118
Scheinberg alt	2	6	20	KAS	219
Hirschenberg	3	1	1	Cultan	220
Hirschenberg	3	1	2	Cultan	130
Hirschenberg	3	1	3	Cultan	169
Hirschenberg	3	2	4	Cultan	41
Hirschenberg	3	2	5	Cultan	17
Hirschenberg	3	2	6	Cultan	9
Hirschenberg	3	2	7	Cultan	5
Hirschenberg	3	3	8	Cultan	59
Hirschenberg	3	3	9	Cultan	9
Hirschenberg	3	3	10	Cultan	23
Hirschenberg	3	4	11	KAS	64
Hirschenberg	3	4	12	KAS	21
Hirschenberg	3	4	13	KAS	23
Hirschenberg	3	5	14	KAS	25
Hirschenberg	3	5	15	KAS	25
Hirschenberg	3	5	16	KAS	51
Hirschenberg	3	5	17	KAS	12
Hirschenberg	3	6	18	KAS	132
Hirschenberg	3	6	19	KAS	77
Hirschenberg	3	6	20	KAS	86
Pfarracker	4	4	11	Cultan	1
Pfarracker	4	4	12	Cultan	1
Pfarracker	4	4	13	Cultan	3
Pfarracker	4	5	14	Cultan	1
Pfarracker	4	5	15	Cultan	7
Pfarracker	4	5	16	Cultan	2
Pfarracker	4	5	17	Cultan	11

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Pfarracker	4	6	18	Cultan	1
Pfarracker	4	6	19	Cultan	8
Pfarracker	4	6	20	Cultan	6
Pfarracker	4	1	1	KAS	1
Pfarracker	4	1	2	KAS	1
Pfarracker	4	1	3	KAS	1
Pfarracker	4	2	4	KAS	5
Pfarracker	4	2	5	KAS	2
Pfarracker	4	2	6	KAS	3
Pfarracker	4	2	7	KAS	12
Pfarracker	4	3	8	KAS	4
Pfarracker	4	3	9	KAS	4
Pfarracker	4	3	10	KAS	2
Judenacker	5	1	1	Cultan	0
Judenacker	5	1	2	Cultan	2
Judenacker	5	1	3	Cultan	1
Judenacker	5	2	4	Cultan	0
Judenacker	5	2	5	Cultan	0
Judenacker	5	2	6	Cultan	1
Judenacker	5	2	7	Cultan	0
Judenacker	5	3	8	Cultan	1
Judenacker	5	3	9	Cultan	1
Judenacker	5	3	10	Cultan	0
Judenacker	5	4	12	KAS	2
Judenacker	5	4	13	KAS	7
Judenacker	5	5	14	KAS	0
Judenacker	5	5	15	KAS	1
Judenacker	5	5	16	KAS	2
Judenacker	5	5	17	KAS	0
Judenacker	5	6	18	KAS	2
Judenacker	5	6	19	KAS	0
Judenacker	5	6	20	KAS	0
Hessberg	6	1	1	Cultan	0
Hessberg	6	1	2	Cultan	0
Hessberg	6	1	3	Cultan	0
Hessberg	6	2	4	Cultan	0
Hessberg	6	2	5	Cultan	0
Hessberg	6	2	6	Cultan	0
Hessberg	6	2	7	Cultan	0
Hessberg	6	3	8	Cultan	2
Hessberg	6	3	9	Cultan	3
Hessberg	6	3	10	Cultan	5
Hessberg	6	4	11	KAS	0
Hessberg	6	4	12	KAS	0
Hessberg	6	4	13	KAS	0
Hessberg	6	5	14	KAS	0
Hessberg	6	5	15	KAS	0
Hessberg	6	5	16	KAS	0
Hessberg	6	5	17	KAS	0
Hessberg	6	6	18	KAS	0
Hessberg	6	6	19	KAS	0
Hessberg	6	6	20	KAS	0
Nöllelein	7	1	1	Cultan	4
Nöllelein	7	1	2	Cultan	45
Nöllelein	7	1	3	Cultan	2

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Nöllelein	7	2	4	Cultan	0
Nöllelein	7	2	5	Cultan	2
Nöllelein	7	2	6	Cultan	14
Nöllelein	7	2	7	Cultan	15
Nöllelein	7	3	8	Cultan	20
Nöllelein	7	3	9	Cultan	1
Nöllelein	7	3	10	Cultan	1
Nöllelein	7	4	11	KAS	27
Nöllelein	7	4	12	KAS	34
Nöllelein	7	4	13	KAS	37
Nöllelein	7	5	14	KAS	48
Nöllelein	7	5	15	KAS	26
Nöllelein	7	5	16	KAS	17
Nöllelein	7	5	17	KAS	16
Nöllelein	7	6	18	KAS	4
Nöllelein	7	6	19	KAS	18
Nöllelein	7	6	20	KAS	6
Gewannacker	8	1	1	Cultan	2
Gewannacker	8	1	2	Cultan	1
Gewannacker	8	2	4	Cultan	2
Gewannacker	8	2	5	Cultan	2
Gewannacker	8	2	6	Cultan	1
Gewannacker	8	2	7	Cultan	1
Gewannacker	8	3	8	Cultan	4
Gewannacker	8	3	9	Cultan	7
Gewannacker	8	3	10	Cultan	3
Gewannacker	8	4	11	KAS	1
Gewannacker	8	4	12	KAS	1
Gewannacker	8	4	13	KAS	1
Gewannacker	8	5	14	KAS	1
Gewannacker	8	5	15	KAS	1
Gewannacker	8	5	16	KAS	0
Gewannacker	8	5	17	KAS	0
Gewannacker	8	6	18	KAS	3
Gewannacker	8	6	19	KAS	3
Gewannacker	8	6	20	KAS	2
Schlag	9	1	1	Cultan	12
Schlag	9	1	2	Cultan	12
Schlag	9	1	3	Cultan	23
Schlag	9	2	4	Cultan	5
Schlag	9	2	5	Cultan	13
Schlag	9	2	6	Cultan	5
Schlag	9	2	7	Cultan	3
Schlag	9	3	8	Cultan	1
Schlag	9	3	9	Cultan	1
Schlag	9	3	10	Cultan	2
Schlag	9	4	11	KAS	8
Schlag	9	4	12	KAS	18
Schlag	9	4	13	KAS	8
Schlag	9	5	14	KAS	4
Schlag	9	5	15	KAS	6
Schlag	9	5	16	KAS	4
Schlag	9	5	17	KAS	4
Schlag	9	6	18	KAS	2
Schlag	9	6	19	KAS	2
Schlag	9	6	20	KAS	4

Tabelle 8-21: N-Auswaschung  
Frühjahr/Sommer 2006: Mittelwerte der  
Standorte

Messzeiträume:

F11: 06.03.06 – 02.08.06

F5: 24.01.06 – 02.08.06

F6: 02.02.06 – 02.08.06

F2, F3, F7: 08.04.06 – 04.09.06

F4, F8, F9: 24.01.06 – 02.08.06

Standort	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
<b>Scheinberg alt</b>	Cultan	3
F2: W-Weizen	KAS	5
<b>Hirschenberg</b>	Cultan	7
F3: W-Weizen	KAS	13
<b>Pfarracker</b>	Cultan	40
F4: S-Gerste	KAS	38
<b>Judenacker</b>	Cultan	3
F5: W-Raps	KAS	14
<b>Heßberg</b>	Cultan	10
F6: W-Raps	KAS	9
<b>Nöllelein</b>	Cultan	1
F7: W-Weizen	KAS	1
<b>Gewannacker</b>	Cultan	31
F8: S-Gerste	KAS	16
<b>Schlag</b>	Cultan	21
F9: S-Gerste	KAS	19
<b>Nöllelein (neu)</b>	Cultan	7
F11: W-Raps	KAS	2
<b>Gesamt</b>	<b>Cultan</b>	<b>14</b>
	<b>KAS</b>	<b>13</b>

Tabelle 8-22: N-Auswaschung  
Frühjahr/Sommer 2006: Einzelwerte

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg alt	2	1	1	Cultan	2
Scheinberg alt	2	1	2	Cultan	4
Scheinberg alt	2	1	3	Cultan	0
Scheinberg alt	2	2	4	Cultan	6
Scheinberg alt	2	2	5	Cultan	3
Scheinberg alt	2	2	6	Cultan	10
Scheinberg alt	2	2	7	Cultan	4
Scheinberg alt	2	3	8	Cultan	1
Scheinberg alt	2	3	9	Cultan	0
Scheinberg alt	2	3	10	Cultan	2

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg alt	2	4	11	KAS	2
Scheinberg alt	2	4	12	KAS	4
Scheinberg alt	2	4	13	KAS	2
Scheinberg alt	2	5	14	KAS	2
Scheinberg alt	2	5	15	KAS	5
Scheinberg alt	2	5	16	KAS	6
Scheinberg alt	2	5	17	KAS	21
Scheinberg alt	2	6	18	KAS	2
Scheinberg alt	2	6	19	KAS	2
Scheinberg alt	2	6	20	KAS	3
Hirschenberg	3	1	1	Cultan	10
Hirschenberg	3	1	2	Cultan	21
Hirschenberg	3	1	3	Cultan	11
Hirschenberg	3	2	4	Cultan	8
Hirschenberg	3	2	5	Cultan	2
Hirschenberg	3	2	6	Cultan	0
Hirschenberg	3	2	7	Cultan	0
Hirschenberg	3	3	8	Cultan	4
Hirschenberg	3	3	9	Cultan	2
Hirschenberg	3	3	10	Cultan	7
Hirschenberg	3	4	11	KAS	10
Hirschenberg	3	4	12	KAS	12
Hirschenberg	3	4	13	KAS	3
Hirschenberg	3	5	14	KAS	9
Hirschenberg	3	5	15	KAS	10
Hirschenberg	3	5	16	KAS	12
Hirschenberg	3	5	17	KAS	13
Hirschenberg	3	6	18	KAS	25
Hirschenberg	3	6	19	KAS	18
Hirschenberg	3	6	20	KAS	19
Pfarracker	4	4	11	Cultan	17
Pfarracker	4	4	13	Cultan	76
Pfarracker	4	5	14	Cultan	11
Pfarracker	4	5	15	Cultan	44
Pfarracker	4	5	16	Cultan	99
Pfarracker	4	5	17	Cultan	62
Pfarracker	4	6	18	Cultan	25
Pfarracker	4	6	19	Cultan	52
Pfarracker	4	6	20	Cultan	14
Pfarracker	4	1	1	KAS	245
Pfarracker	4	1	2	KAS	30
Pfarracker	4	1	3	KAS	50
Pfarracker	4	2	4	KAS	51
Pfarracker	4	2	5	KAS	22
Pfarracker	4	2	6	KAS	32
Pfarracker	4	2	7	KAS	33
Pfarracker	4	3	8	KAS	42
Pfarracker	4	3	9	KAS	57
Pfarracker	4	3	10	KAS	24
Judenacker	5	1	1	Cultan	2
Judenacker	5	1	2	Cultan	1
Judenacker	5	1	3	Cultan	3
Judenacker	5	2	4	Cultan	6
Judenacker	5	2	5	Cultan	4
Judenacker	5	2	6	Cultan	3
Judenacker	5	2	7	Cultan	0

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Judenacker	5	3	8	Cultan	2
Judenacker	5	3	9	Cultan	5
Judenacker	5	3	10	Cultan	2
Judenacker	5	4	12	KAS	12
Judenacker	5	4	13	KAS	5
Judenacker	5	5	14	KAS	16
Judenacker	5	5	15	KAS	22
Judenacker	5	5	16	KAS	5
Judenacker	5	5	17	KAS	4
Judenacker	5	6	18	KAS	28
Judenacker	5	6	19	KAS	9
Judenacker	5	6	20	KAS	23
Hessberg	6	1	1	Cultan	0
Hessberg	6	1	2	Cultan	0
Hessberg	6	1	3	Cultan	0
Hessberg	6	2	4	Cultan	14
Hessberg	6	2	5	Cultan	29
Hessberg	6	2	6	Cultan	10
Hessberg	6	2	7	Cultan	4
Hessberg	6	3	8	Cultan	21
Hessberg	6	3	9	Cultan	16
Hessberg	6	3	10	Cultan	10
Hessberg	6	4	11	KAS	0
Hessberg	6	4	12	KAS	7
Hessberg	6	4	13	KAS	10
Hessberg	6	5	14	KAS	18
Hessberg	6	5	15	KAS	10
Hessberg	6	5	16	KAS	14
Hessberg	6	5	17	KAS	6
Hessberg	6	6	18	KAS	22
Hessberg	6	6	19	KAS	3
Hessberg	6	6	20	KAS	3
Nöllelein	7	1	1	Cultan	1
Nöllelein	7	1	2	Cultan	1
Nöllelein	7	1	3	Cultan	1
Nöllelein	7	2	4	Cultan	1
Nöllelein	7	2	5	Cultan	1
Nöllelein	7	2	6	Cultan	1
Nöllelein	7	2	7	Cultan	1
Nöllelein	7	3	8	Cultan	1
Nöllelein	7	3	9	Cultan	1
Nöllelein	7	3	10	Cultan	0
Nöllelein	7	4	11	KAS	1
Nöllelein	7	4	12	KAS	1
Nöllelein	7	4	13	KAS	1
Nöllelein	7	5	14	KAS	1
Nöllelein	7	5	15	KAS	1
Nöllelein	7	5	16	KAS	2
Nöllelein	7	5	17	KAS	1
Nöllelein	7	6	18	KAS	1
Nöllelein	7	6	19	KAS	1
Nöllelein	7	6	20	KAS	4
Gewannacker	8	1	1	Cultan	27
Gewannacker	8	1	2	Cultan	20
Gewannacker	8	2	4	Cultan	50
Gewannacker	8	2	5	Cultan	10
Gewannacker	8	2	6	Cultan	14
Gewannacker	8	2	7	Cultan	15

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Gewannacker	8	3	8	Cultan	238
Gewannacker	8	3	9	Cultan	49
Gewannacker	8	3	10	Cultan	64
Gewannacker	8	4	11	KAS	25
Gewannacker	8	4	12	KAS	11
Gewannacker	8	4	13	KAS	18
Gewannacker	8	5	14	KAS	50
Gewannacker	8	5	15	KAS	15
Gewannacker	8	5	16	KAS	10
Gewannacker	8	5	17	KAS	5
Gewannacker	8	6	18	KAS	12
Gewannacker	8	6	19	KAS	3
Gewannacker	8	6	20	KAS	10
Schlag	9	1	1	Cultan	26
Schlag	9	1	2	Cultan	41
Schlag	9	1	3	Cultan	0
Schlag	9	2	4	Cultan	22
Schlag	9	2	5	Cultan	20
Schlag	9	2	6	Cultan	21
Schlag	9	2	7	Cultan	32
Schlag	9	3	8	Cultan	13
Schlag	9	3	9	Cultan	8
Schlag	9	3	10	Cultan	23
Schlag	9	4	11	KAS	15
Schlag	9	4	12	KAS	36
Schlag	9	4	13	KAS	14
Schlag	9	5	14	KAS	16
Schlag	9	5	15	KAS	26
Schlag	9	5	16	KAS	26
Schlag	9	5	17	KAS	17
Schlag	9	6	18	KAS	13
Schlag	9	6	19	KAS	13
Schlag	9	6	20	KAS	12
Nöllelein neu	11	4	11	Cultan	1
Nöllelein neu	11	4	12	Cultan	2
Nöllelein neu	11	4	13	Cultan	1
Nöllelein neu	11	5	14	Cultan	12
Nöllelein neu	11	5	15	Cultan	12
Nöllelein neu	11	5	16	Cultan	9
Nöllelein neu	11	5	17	Cultan	24
Nöllelein neu	11	6	18	Cultan	0
Nöllelein neu	11	6	19	Cultan	10
Nöllelein neu	11	6	20	Cultan	3
Nöllelein neu	11	1	1	KAS	1
Nöllelein neu	11	1	2	KAS	2
Nöllelein neu	11	1	3	KAS	2
Nöllelein neu	11	2	4	KAS	1
Nöllelein neu	11	2	5	KAS	2
Nöllelein neu	11	2	6	KAS	2
Nöllelein neu	11	2	7	KAS	3
Nöllelein neu	11	3	8	KAS	1
Nöllelein neu	11	3	9	KAS	4
Nöllelein neu	11	3	10	KAS	2

Tabelle 8-23: N-Auswaschung  
Herbst/Winter 2006/07: Mittelwerte der  
Standorte

Messzeiträume:  
F2, F3, F7: 04.09.06 – 03.04.07  
F4 – F6, F8, F9, F11: 02.08.06 – 03.04.07  
F1 (ausgeschieden): 06.03.06 – 03.04.07

Standort	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
<b>Scheinberg alt</b>	Cultan	10
F2: Begrünung	KAS	24
<b>Hirschenberg</b>	Cultan	17
F3: Begrünung	KAS	30
<b>Pfarracker</b>	Cultan	4
F4: W-Raps	KAS	6
<b>Judenacker</b>	Cultan	29
F5: W-Weizen	KAS	51
<b>Heßberg</b>	Cultan	15
F6: W-Weizen	KAS	2
<b>Nöllelein</b>	Cultan	3
F7: Begrünung	KAS	8
<b>Gewannacker</b>	Cultan	0
F8: W-Raps	KAS	0
<b>Schlag</b>	Cultan	5
F9: W-Raps	KAS	3
<b>Nöllelein (neu)</b>	Cultan	6
F11: W-Weizen	KAS	5
<b>Scheinberg (neu)</b>	Cultan	69
F1: Ganzjahresmessung	KAS	135
<b>Gesamt</b>	<b>Cultan</b>	<b>10</b>
<b>(ohne F1)</b>	<b>KAS</b>	<b>14</b>

Tabelle 8-24: N-Auswaschung  
Herbst/Winter 2006/07: Einzelwerte

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg alt	2	1	1	Cultan	8
Scheinberg alt	2	1	2	Cultan	13
Scheinberg alt	2	1	3	Cultan	15
Scheinberg alt	2	2	4	Cultan	21
Scheinberg alt	2	2	5	Cultan	9
Scheinberg alt	2	2	6	Cultan	11
Scheinberg alt	2	2	7	Cultan	10
Scheinberg alt	2	3	8	Cultan	5
Scheinberg alt	2	3	9	Cultan	3
Scheinberg alt	2	3	10	Cultan	3
Scheinberg alt	2	4	11	KAS	11
Scheinberg alt	2	4	12	KAS	14
Scheinberg alt	2	4	13	KAS	1

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Scheinberg alt	2	5	14	KAS	4
Scheinberg alt	2	5	15	KAS	17
Scheinberg alt	2	5	16	KAS	95
Scheinberg alt	2	5	17	KAS	27
Scheinberg alt	2	6	18	KAS	39
Scheinberg alt	2	6	20	KAS	12
Hirschenberg	3	1	1	Cultan	8
Hirschenberg	3	1	2	Cultan	69
Hirschenberg	3	1	3	Cultan	19
Hirschenberg	3	2	4	Cultan	5
Hirschenberg	3	2	5	Cultan	13
Hirschenberg	3	2	6	Cultan	11
Hirschenberg	3	2	7	Cultan	5
Hirschenberg	3	3	8	Cultan	15
Hirschenberg	3	3	9	Cultan	13
Hirschenberg	3	3	10	Cultan	7
Hirschenberg	3	4	11	KAS	58
Hirschenberg	3	4	12	KAS	34
Hirschenberg	3	4	13	KAS	61
Hirschenberg	3	5	14	KAS	54
Hirschenberg	3	5	15	KAS	38
Hirschenberg	3	5	16	KAS	23
Hirschenberg	3	5	17	KAS	6
Hirschenberg	3	6	18	KAS	10
Hirschenberg	3	6	19	KAS	2
Hirschenberg	3	6	20	KAS	17
Pfarracker	4	4	11	Cultan	1
Pfarracker	4	4	12	Cultan	4
Pfarracker	4	4	13	Cultan	12
Pfarracker	4	5	14	Cultan	4
Pfarracker	4	5	15	Cultan	3
Pfarracker	4	5	16	Cultan	4
Pfarracker	4	5	17	Cultan	1
Pfarracker	4	6	18	Cultan	3
Pfarracker	4	6	19	Cultan	7
Pfarracker	4	6	20	Cultan	2
Pfarracker	4	1	1	KAS	0
Pfarracker	4	1	2	KAS	1
Pfarracker	4	1	3	KAS	0
Pfarracker	4	2	4	KAS	19
Pfarracker	4	2	5	KAS	13
Pfarracker	4	2	6	KAS	1
Pfarracker	4	2	7	KAS	0
Pfarracker	4	3	8	KAS	1
Pfarracker	4	3	9	KAS	13
Pfarracker	4	3	10	KAS	7
Judenacker	5	1	1	Cultan	38
Judenacker	5	1	2	Cultan	59
Judenacker	5	1	3	Cultan	1
Judenacker	5	2	4	Cultan	61
Judenacker	5	2	5	Cultan	40
Judenacker	5	2	6	Cultan	31
Judenacker	5	2	7	Cultan	26
Judenacker	5	3	8	Cultan	8
Judenacker	5	3	9	Cultan	24
Judenacker	5	3	10	Cultan	4

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Judenacker	5	4	11	KAS	29
Judenacker	5	4	12	KAS	51
Judenacker	5	4	13	KAS	87
Judenacker	5	5	14	KAS	31
Judenacker	5	5	15	KAS	134
Judenacker	5	5	16	KAS	39
Judenacker	5	5	17	KAS	39
Judenacker	5	6	18	KAS	40
Judenacker	5	6	19	KAS	22
Judenacker	5	6	20	KAS	34
Hessberg	6	1	1	Cultan	1
Hessberg	6	1	2	Cultan	4
Hessberg	6	1	3	Cultan	2
Hessberg	6	2	4	Cultan	3
Hessberg	6	2	5	Cultan	5
Hessberg	6	2	6	Cultan	4
Hessberg	6	2	7	Cultan	4
Hessberg	6	3	8	Cultan	55
Hessberg	6	3	9	Cultan	58
Hessberg	6	3	10	Cultan	11
Hessberg	6	4	11	KAS	2
Hessberg	6	4	12	KAS	3
Hessberg	6	4	13	KAS	2
Hessberg	6	5	14	KAS	1
Hessberg	6	5	15	KAS	2
Hessberg	6	5	16	KAS	2
Hessberg	6	5	17	KAS	1
Hessberg	6	6	18	KAS	4
Hessberg	6	6	19	KAS	3
Hessberg	6	6	20	KAS	2
Nöllelein	7	1	1	Cultan	1
Nöllelein	7	1	2	Cultan	1
Nöllelein	7	1	3	Cultan	0
Nöllelein	7	2	4	Cultan	0
Nöllelein	7	2	5	Cultan	2
Nöllelein	7	2	6	Cultan	1
Nöllelein	7	2	7	Cultan	24
Nöllelein	7	3	8	Cultan	1
Nöllelein	7	3	9	Cultan	1
Nöllelein	7	3	10	Cultan	1
Nöllelein	7	4	11	KAS	9
Nöllelein	7	4	12	KAS	1
Nöllelein	7	4	13	KAS	5
Nöllelein	7	5	14	KAS	18
Nöllelein	7	5	15	KAS	5
Nöllelein	7	5	16	KAS	4
Nöllelein	7	5	17	KAS	8
Nöllelein	7	6	18	KAS	27
Nöllelein	7	6	19	KAS	4
Nöllelein	7	6	20	KAS	2
Gewannacker	8	1	1	Cultan	1
Gewannacker	8	1	2	Cultan	0
Gewannacker	8	1	3	Cultan	0
Gewannacker	8	2	4	Cultan	0
Gewannacker	8	2	5	Cultan	0
Gewannacker	8	2	6	Cultan	1
Gewannacker	8	2	7	Cultan	0

Standort	Feld	Profil	SIA	Dünger	Auswaschung [kg N/ha]
Gewannacker	8	3	8	Cultan	0
Gewannacker	8	3	9	Cultan	1
Gewannacker	8	3	10	Cultan	1
Gewannacker	8	4	11	KAS	0
Gewannacker	8	4	12	KAS	0
Gewannacker	8	4	13	KAS	0
Gewannacker	8	5	14	KAS	0
Gewannacker	8	5	15	KAS	0
Gewannacker	8	5	16	KAS	0
Gewannacker	8	5	17	KAS	0
Gewannacker	8	6	18	KAS	1
Gewannacker	8	6	19	KAS	1
Gewannacker	8	6	20	KAS	0
Schlag	9	1	1	Cultan	1
Schlag	9	1	2	Cultan	1
Schlag	9	1	3	Cultan	1
Schlag	9	2	4	Cultan	6
Schlag	9	2	5	Cultan	4
Schlag	9	2	6	Cultan	3
Schlag	9	2	7	Cultan	14
Schlag	9	3	8	Cultan	9
Schlag	9	3	9	Cultan	6
Schlag	9	3	10	Cultan	4
Schlag	9	4	11	KAS	3
Schlag	9	4	12	KAS	11
Schlag	9	4	13	KAS	3
Schlag	9	5	14	KAS	2
Schlag	9	5	15	KAS	0
Schlag	9	5	16	KAS	1
Schlag	9	5	17	KAS	2
Schlag	9	6	18	KAS	1
Schlag	9	6	19	KAS	2
Schlag	9	6	20	KAS	3
Nöllelein neu	11	4	11	Cultan	5
Nöllelein neu	11	4	12	Cultan	4
Nöllelein neu	11	4	13	Cultan	10
Nöllelein neu	11	5	14	Cultan	4
Nöllelein neu	11	5	15	Cultan	2
Nöllelein neu	11	5	16	Cultan	4
Nöllelein neu	11	5	17	Cultan	13
Nöllelein neu	11	6	18	Cultan	6
Nöllelein neu	11	6	19	Cultan	6
Nöllelein neu	11	6	20	Cultan	3
Nöllelein neu	11	1	1	KAS	6
Nöllelein neu	11	1	2	KAS	6
Nöllelein neu	11	1	3	KAS	7
Nöllelein neu	11	2	4	KAS	9
Nöllelein neu	11	2	5	KAS	2
Nöllelein neu	11	2	6	KAS	3
Nöllelein neu	11	2	7	KAS	4
Nöllelein neu	11	3	8	KAS	7
Nöllelein neu	11	3	9	KAS	2
Nöllelein neu	11	3	10	KAS	3

<b>Standort</b>	<b>Feld</b>	<b>Profil</b>	<b>SIA</b>	<b>Dünger</b>	<b>Auswaschung [kg N/ha]</b>
Scheinberg neu	1	1	1	Cultan	17
Scheinberg neu	1	1	2	Cultan	55
Scheinberg neu	1	1	3	Cultan	74
Scheinberg neu	1	2	4	Cultan	130
Scheinberg neu	1	2	5	Cultan	60
Scheinberg neu	1	2	6	Cultan	44
Scheinberg neu	1	2	7	Cultan	43
Scheinberg neu	1	3	8	Cultan	112
Scheinberg neu	1	3	9	Cultan	83
Scheinberg neu	1	3	10	Cultan	74
Scheinberg neu	1	4	11	KAS	113
Scheinberg neu	1	4	12	KAS	114
Scheinberg neu	1	4	13	KAS	147
Scheinberg neu	1	5	14	KAS	374
Scheinberg neu	1	5	15	KAS	77
Scheinberg neu	1	5	16	KAS	92
Scheinberg neu	1	5	17	KAS	85
Scheinberg neu	1	6	18	KAS	118
Scheinberg neu	1	6	19	KAS	135
Scheinberg neu	1	6	20	KAS	93

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

*Tabelle 8-25: Daten der Wetterstation Beunth (monatlich aggregiert)*

Monat	Strahlung [W/m <sup>2</sup> ] Mittelwert	Relative Luftfeuchte [%] Mittelwert	Lufttemperatur [°C]			Niederschlag [mm] Summe	Windgeschwindigkeit [m/sec]		Taupunkt [°C]	
			Mittelwert	Minimum	Maximum		Mittelwert	Maximum	Mittelwert	Minimum
Mai 05 <sup>1</sup>	310	71	15,6	3,7	30,1		1,6	8,6		
Juni 05	339	63	17,1	4,8	32,0	50,6	1,7	11,1		
Juli 05	295	70	18,2	7,9	33,3	27,5 <sup>2</sup>	2,2	9,3		
August 05	240	75	16,1	6,5	28,5	50,0	2,4	9,6		
September 05	191	76	15,5	4,5	28,6	87,4	1,9	9,4		
Oktober 05	116	89	10,6	0,6	20,2	32,6	2,4	8,1		
November 05	50	96	3,2	-5,7	17,7	32,6	2,0	8,2		
Dezember 05	32	97	0,0	-12,1	7,3	39,6	2,8	16,0		
Januar 06	46	93	-2,6	-11,5	4,5	17,6	2,5	10,4		
Februar 06	72	93	-0,7	-12,6	8,3	21,2	2,6	11,8		
März 06	125	89	1,8	-8,0	17,3	42,8	3,2	10,2		
April 06	189	76	8,5	-1,6	21,1	63,8	2,4	10,1		
Mai 06	270	74	13,0	2,5	22,8	78,8	3,0	16,8	9,0	1,6
Juni 06	333	75	16,8	2,3	29,2	68,8	1,6	8,3	12,0	2,3
Juli 06	314	67	22,2	12,8	34,1	45,6	1,7	10,1	15,1	7,0
August 06	140	85	14,7	8,2	26,1	111,2	2,5	8,3	11,9	7,1
September 06	139	77	17,0	6,9	26,3	17,8	2,2	9,0	12,6	6,2
Oktober 06	73	91	11,7	1,2	19,8	89,4	2,4	12,2	10,2	1,2
November 06	34	93	6,5	-3,6	15,6	30,6	3,0	12,2	5,5	-4,9
Dezember 06	24	93	3,5	-4,1	14,2	23,8	2,4	11,8	2,5	-4,0
Januar 07	22	92	4,1	-13,5	13,1	89,9 <sup>2</sup>	4,5	19,4	2,9	-13,9
Februar 07	39	94	4,1	-2,8	12,4	68,8	2,8	10,8	3,3	-2,7
März 07	87	81	6,0	-3,1	15,7	60,0	3,1	14,0	2,7	-3,4
April 07	184	59	12,8	-0,8	25,4	0,8	2,2	7,1	4,6	-5,0
Mai 07	148	74	14,3	2,8	27,5	140,0	2,7	11,6	9,3	-5,6

<sup>1</sup>: Wetterstation wurde am 17.05.05 in Betrieb genommen, Daten für Mai 2005 daher unvollständig.

<sup>2</sup>: unplausible Tagessummen wurden durch Wert der Klimastation des DWD in Würzburg ersetzt.

Tabelle 8-26: Tägliche Niederschlagssummen an der Wetterstation Beunth.

<sup>1</sup>: unplausible Tagessummen wurden durch Wert der Klimastation des DWD in Würzburg ersetzt.

Datum	Niederschlags- summe [mm]						
17.05.05	0,8	14.07.05	0,0	14.09.05	0,0	15.11.05	2,0
18.05.05	0,0	15.07.05	5,4	15.09.05	1,2	16.11.05	4,4
19.05.05	0,0	16.07.05	0,0	16.09.05	6,4	17.11.05	3,8
20.05.05	0,0	17.07.05	0,0	17.09.05	0,2	18.11.05	2,0
21.05.05	1,2	18.07.05	0,0	18.09.05	0,0	19.11.05	0,4
22.05.05	0,2	19.07.05	1,2	19.09.05	0,0	20.11.05	1,6
23.05.05	6,6	20.07.05	8,4	20.09.05	0,0	21.11.05	2,0
24.05.05	0,0	21.07.05	0,0	21.09.05	0,0	22.11.05	0,0
25.05.05	0,0	22.07.05	0,4	22.09.05	0,0	23.11.05	0,0
26.05.05	0,0	23.07.05	0,0	23.09.05	0,0	24.11.05	0,0
27.05.05	0,0	24.07.05	2,4	24.09.05	0,0	25.11.05	0,2
28.05.05	0,0	25.07.05	0,2	25.09.05	0,0	26.11.05	0,0
29.05.05	0,0	26.07.05	0,0	26.09.05	0,2	27.11.05	0,0
30.05.05	2,6	27.07.05	0,0	27.09.05	0,0	28.11.05	0,6
31.05.05	0,0	28.07.05	0,0	28.09.05	0,2	29.11.05	1,0
01.06.05	0,0	29.07.05	14,4	29.09.05	5,4	30.11.05	0,2
02.06.05	0,0	30.07.05	0,2	30.09.05	0,0	01.12.05	0,0
03.06.05	2,2	31.07.05	0,0	01.10.05	21,2	02.12.05	0,0
04.06.05	0,2	01.08.05	0,0	02.10.05	1,0	03.12.05	0,8
05.06.05	0,0	02.08.05	2,6	03.10.05	0,4	04.12.05	3,0
06.06.05	0,2	03.08.05	0,6	04.10.05	0,0	05.12.05	0,2
07.06.05	0,0	04.08.05	0,0	05.10.05	0,0	06.12.05	0,0
08.06.05	0,0	05.08.05	0,0	06.10.05	0,0	07.12.05	0,6
09.06.05	0,0	06.08.05	1,6	07.10.05	0,0	08.12.05	0,4
10.06.05	0,0	07.08.05	2,8	08.10.05	0,0	09.12.05	0,2
11.06.05	0,0	08.08.05	2,0	09.10.05	0,4	10.12.05	0,0
12.06.05	0,0	09.08.05	0,0	10.10.05	0,2	11.12.05	0,0
13.06.05	0,0	10.08.05	0,0	11.10.05	0,2	12.12.05	0,2
14.06.05	0,0	11.08.05	0,0	12.10.05	0,2	13.12.05	0,0
15.06.05	0,2	12.08.05	7,0	13.10.05	0,0	14.12.05	1,8
16.06.05	0,0	13.08.05	0,0	14.10.05	0,2	15.12.05	3,0
17.06.05	0,4	14.08.05	4,2	15.10.05	0,4	16.12.05	16,2
18.06.05	0,0	15.08.05	12,0	16.10.05	0,0	17.12.05	0,2
19.06.05	0,0	16.08.05	0,2	17.10.05	0,0	18.12.05	0,0
20.06.05	0,0	17.08.05	0,0	18.10.05	0,0	19.12.05	0,0
21.06.05	0,0	18.08.05	0,0	19.10.05	1,0	20.12.05	0,8
22.06.05	0,0	19.08.05	11,8	20.10.05	0,2	21.12.05	0,6
23.06.05	0,0	20.08.05	0,6	21.10.05	1,0	22.12.05	0,4
24.06.05	0,0	21.08.05	1,4	22.10.05	0,8	23.12.05	4,2
25.06.05	5,4	22.08.05	0,0	23.10.05	4,0	24.12.05	0,2
26.06.05	0,0	23.08.05	0,0	24.10.05	0,4	25.12.05	1,6
27.06.05	0,0	24.08.05	1,0	25.10.05	0,0	26.12.05	0,2
28.06.05	0,0	25.08.05	2,2	26.10.05	0,0	27.12.05	0,0
29.06.05	10,7 <sup>1</sup>	26.08.05	0,0	27.10.05	0,4	28.12.05	0,0
30.06.05	0,0	27.08.05	0,0	28.10.05	0,4	29.12.05	0,0
01.07.05	8,2	28.08.05	0,0	29.10.05	0,0	30.12.05	0,0
02.07.05	0,0	29.08.05	0,0	30.10.05	0,0	31.12.05	5,0
03.07.05	0,0	30.08.05	0,0	31.10.05	0,2	01.01.2006	2,0
04.07.05	7,4	31.08.05	0,0	01.11.05	2,8	02.01.2006	0,0
05.07.05	0,0	01.09.05	8,4	02.11.05	1,0	03.01.2006	0,2
06.07.05	0,4	02.09.05	0,0	03.11.05	4,0	04.01.2006	0,0
07.07.05	7,4	03.09.05	0,0	04.11.05	0,2	05.01.2006	0,0
08.07.05	0,4	04.09.05	0,0	05.11.05	4,6	06.01.2006	0,0
09.07.05	0,2	05.09.05	0,0	06.11.05	0,2	07.01.2006	0,0
10.07.05	2,2	06.09.05	0,0	07.11.05	0,2	08.01.2006	0,0
11.07.05	0,0	07.09.05	0,0	08.11.05	0,0	09.01.2006	0,0
12.07.05	0,0	08.09.05	0,0	09.11.05	0,4	10.01.2006	0,0
13.07.05	0,0	09.09.05	0,0	10.11.05	0,2	11.01.2006	0,0
		10.09.05	25,6	11.11.05	0,4	12.01.2006	0,0
		11.09.05	18,8	12.11.05	0,2	13.01.2006	0,0
		12.09.05	21,0	13.11.05	0,2	14.01.2006	0,0
		13.09.05	0,0	14.11.05	0,0	15.01.2006	0,0

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

16.01.2006	0,0	22.03.2006	2,4	26.05.2006	13,4	30.07.2006	2,8
17.01.2006	9,0	23.03.2006	0,0	27.05.2006	1,6	31.07.2006	0,0
18.01.2006	3,6	24.03.2006	0,0	28.05.2006	10,6	01.08.2006	8,0
19.01.2006	0,2	25.03.2006	3,4	29.05.2006	12,6	02.08.2006	0,2
20.01.2006	2,2	26.03.2006	3,4	30.05.2006	2,2	03.08.2006	3,6
21.01.2006	0,4	27.03.2006	1,2	31.05.2006	0,8	04.08.2006	4,6
22.01.2006	0,0	28.03.2006	0,0	01.06.2006	6,8	05.08.2006	1,8
23.01.2006	0,0	29.03.2006	2,8	02.06.2006	0,2	06.08.2006	3,4
24.01.2006	0,0	30.03.2006	3,2	03.06.2006	0,4	07.08.2006	0,0
25.01.2006	0,0	31.03.2006	3,2	04.06.2006	0,0	08.08.2006	0,0
26.01.2006	0,0	01.04.2006	5,4	05.06.2006	0,0	09.08.2006	0,0
27.01.2006	0,0	02.04.2006	1,0	06.06.2006	1,4	10.08.2006	7,0
28.01.2006	0,0	03.04.2006	2,6	07.06.2006	0,0	11.08.2006	11,4
29.01.2006	0,0	04.04.2006	1,2	08.06.2006	0,0	12.08.2006	5,4
30.01.2006	0,0	05.04.2006	0,0	09.06.2006	0,0	13.08.2006	0,6
31.01.2006	0,0	06.04.2006	0,0	10.06.2006	0,0	14.08.2006	0,6
01.02.2006	0,0	07.04.2006	0,0	11.06.2006	0,0	15.08.2006	2,8
02.02.2006	0,0	08.04.2006	0,0	12.06.2006	0,0	16.08.2006	1,4
03.02.2006	0,0	09.04.2006	0,0	13.06.2006	0,0	17.08.2006	0,0
04.02.2006	0,0	10.04.2006	10,2	14.06.2006	0,0	18.08.2006	1,2
05.02.2006	0,0	11.04.2006	0,0	15.06.2006	6,0	19.08.2006	0,0
06.02.2006	0,0	12.04.2006	3,0	16.06.2006	4,6	20.08.2006	1,6
07.02.2006	1,2	13.04.2006	1,0	17.06.2006	0,0	21.08.2006	1,2
08.02.2006	3,0	14.04.2006	4,6	18.06.2006	0,0	22.08.2006	0,8
09.02.2006	0,2	15.04.2006	1,2	19.06.2006	0,0	23.08.2006	0,0
10.02.2006	0,0	16.04.2006	0,6	20.06.2006	8,4	24.08.2006	3,0
11.02.2006	0,6	17.04.2006	1,8	21.06.2006	0,2	25.08.2006	4,6
12.02.2006	0,2	18.04.2006	0,2	22.06.2006	0,0	26.08.2006	2,4
13.02.2006	0,0	19.04.2006	0,0	23.06.2006	0,0	27.08.2006	7,2
14.02.2006	0,0	20.04.2006	0,0	24.06.2006	0,0	28.08.2006	28,2
15.02.2006	3,0	21.04.2006	0,0	25.06.2006	25,0	29.08.2006	5,0
16.02.2006	6,2	22.04.2006	0,0	26.06.2006	1,0	30.08.2006	5,2
17.02.2006	2,2	23.04.2006	0,0	27.06.2006	4,6	31.08.2006	0,0
18.02.2006	2,2	24.04.2006	0,0	28.06.2006	0,2	01.09.2006	0,0
19.02.2006	0,6	25.04.2006	0,0	29.06.2006	9,8	02.09.2006	0,0
20.02.2006	1,2	26.04.2006	10,0	30.06.2006	0,2	03.09.2006	0,0
21.02.2006	0,6	27.04.2006	13,8	01.07.2006	0,0	04.09.2006	0,4
22.02.2006	0,0	28.04.2006	5,4	02.07.2006	0,0	05.09.2006	0,0
23.02.2006	0,0	29.04.2006	1,8	03.07.2006	0,0	06.09.2006	0,0
24.02.2006	0,0	30.04.2006	0,0	04.07.2006	0,0	07.09.2006	0,0
25.02.2006	0,0	01.05.2006	0,0	05.07.2006	3,0	08.09.2006	0,0
26.02.2006	0,0	02.05.2006	0,2	06.07.2006	21,8	09.09.2006	0,0
27.02.2006	0,0	03.05.2006	0,0	07.07.2006	4,0	10.09.2006	0,0
28.02.2006	0,0	04.05.2006	0,0	08.07.2006	2,0	11.09.2006	0,0
01.03.2006	0,0	05.05.2006	0,0	09.07.2006	0,2	12.09.2006	0,0
02.03.2006	0,0	06.05.2006	0,0	10.07.2006	0,0	13.09.2006	0,0
03.03.2006	0,0	07.05.2006	0,0	11.07.2006	0,0	14.09.2006	0,0
04.03.2006	0,0	08.05.2006	0,0	12.07.2006	0,0	15.09.2006	0,0
05.03.2006	1,8	09.05.2006	0,4	13.07.2006	0,0	16.09.2006	0,0
06.03.2006	1,0	10.05.2006	0,2	14.07.2006	0,0	17.09.2006	0,0
07.03.2006	0,0	11.05.2006	0,0	15.07.2006	0,0	18.09.2006	0,0
08.03.2006	0,0	12.05.2006	0,0	16.07.2006	0,0	19.09.2006	0,4
09.03.2006	12,4	13.05.2006	4,6	17.07.2006	0,0	20.09.2006	0,0
10.03.2006	2,6	14.05.2006	0,4	18.07.2006	0,0	21.09.2006	0,0
11.03.2006	2,0	15.05.2006	0,0	19.07.2006	0,0	22.09.2006	0,0
12.03.2006	0,0	16.05.2006	4,8	20.07.2006	0,0	23.09.2006	0,0
13.03.2006	0,0	17.05.2006	3,6	21.07.2006	0,0	24.09.2006	0,0
14.03.2006	0,0	18.05.2006	7,4	22.07.2006	1,6	25.09.2006	0,0
15.03.2006	0,0	19.05.2006	0,4	23.07.2006	0,0	26.09.2006	14,8
16.03.2006	0,0	20.05.2006	6,2	24.07.2006	0,0	27.09.2006	0,2
17.03.2006	0,0	21.05.2006	0,0	25.07.2006	0,0	28.09.2006	0,2
18.03.2006	0,0	22.05.2006	5,8	26.07.2006	0,0	29.09.2006	0,2
19.03.2006	0,0	23.05.2006	0,0	27.07.2006	0,6	30.09.2006	1,6
20.03.2006	0,0	24.05.2006	0,0	28.07.2006	0,4	01.10.2006	1,0
21.03.2006	3,4	25.05.2006	3,6	29.07.2006	9,2	02.10.2006	14,4

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

03.10.2006	33,6
04.10.2006	1,2
05.10.2006	0,0
06.10.2006	0,4
07.10.2006	2,8
08.10.2006	0,2
09.10.2006	0,2
10.10.2006	0,2
11.10.2006	0,2
12.10.2006	0,0
13.10.2006	0,0
14.10.2006	0,0
15.10.2006	0,0
16.10.2006	0,2
17.10.2006	0,0
18.10.2006	0,4
19.10.2006	0,0
20.10.2006	0,2
21.10.2006	4,4
22.10.2006	0,0
23.10.2006	8,2
24.10.2006	19,8
25.10.2006	0,2
26.10.2006	0,0
27.10.2006	0,2
28.10.2006	0,2
29.10.2006	1,4
30.10.2006	0,0
31.10.2006	0,0
01.11.2006	2,8
02.11.2006	0,0
03.11.2006	0,2
04.11.2006	0,6
05.11.2006	0,4
06.11.2006	0,0
07.11.2006	0,2
08.11.2006	0,0
09.11.2006	2,0
10.11.2006	0,0
11.11.2006	1,4
12.11.2006	6,4
13.11.2006	1,4
14.11.2006	1,2
15.11.2006	0,0
16.11.2006	0,4
17.11.2006	0,4
18.11.2006	2,0
19.11.2006	1,0
20.11.2006	0,0
21.11.2006	8,0
22.11.2006	0,2
23.11.2006	1,0
24.11.2006	0,0
25.11.2006	0,0
26.11.2006	0,0
27.11.2006	0,2
28.11.2006	0,2
29.11.2006	0,6
30.11.2006	0,0
01.12.2006	0,2
02.12.2006	0,0
03.12.2006	1,2
04.12.2006	5,0
05.12.2006	1,2
06.12.2006	2,8

07.12.2006	0,0
08.12.2006	0,6
09.12.2006	2,0
10.12.2006	0,6
11.12.2006	1,0
12.12.2006	2,0
13.12.2006	0,2
14.12.2006	0,0
15.12.2006	0,2
16.12.2006	0,4
17.12.2006	1,2
18.12.2006	0,0
19.12.2006	0,0
20.12.2006	0,0
21.12.2006	0,2
22.12.2006	0,0
23.12.2006	0,0
24.12.2006	0,2
25.12.2006	0,2
26.12.2006	0,0
27.12.2006	0,0
28.12.2006	1,4
29.12.2006	0,2
30.12.2006	1,0
31.12.2006	2,0
01.01.2007	9,2
02.01.2007	3,8
03.01.2007	0,2
04.01.2007	0,4
05.01.2007	0,4
06.01.2007	3,0
07.01.2007	4,6
08.01.2007	1,4
09.01.2007	2,4
10.01.2007	2,4
11.01.2007	26,2
12.01.2007	2,0
13.01.2007	0,0
14.01.2007	0,2
15.01.2007	0,2
16.01.2007	0,2
17.01.2007	0,4
18.01.2007	7,0 <sup>1</sup>
19.01.2007	15,3 <sup>1</sup>
20.01.2007	3,6
21.01.2007	2,4
22.01.2007	0,0
23.01.2007	0,2
24.01.2007	0,0
25.01.2007	0,0
26.01.2007	0,0
27.01.2007	1,6
28.01.2007	0,4
29.01.2007	2,4
30.01.2007	0,0
31.01.2007	0,0
01.02.2007	0,0
02.02.2007	0,6
03.02.2007	0,0
04.02.2007	0,0
05.02.2007	1,8
06.02.2007	2,2
07.02.2007	6,4
08.02.2007	6,8
09.02.2007	0,0

10.02.2007	1,2
11.02.2007	5,0
12.02.2007	4,2
13.02.2007	2,8
14.02.2007	10,4
15.02.2007	0,8
16.02.2007	0,0
17.02.2007	0,0
18.02.2007	0,0
19.02.2007	0,0
20.02.2007	0,0
21.02.2007	0,4
22.02.2007	0,2
23.02.2007	0,2
24.02.2007	3,4
25.02.2007	2,4
26.02.2007	4,8
27.02.2007	7,2
28.02.2007	8,0
01.03.2007	7,6
02.03.2007	0,6
03.03.2007	21,8
04.03.2007	0,0
05.03.2007	0,0
06.03.2007	0,0
07.03.2007	0,2
08.03.2007	0,0
09.03.2007	0,6
10.03.2007	1,0
11.03.2007	0,0
12.03.2007	0,0
13.03.2007	0,0
14.03.2007	0,0
15.03.2007	0,0
16.03.2007	0,0
17.03.2007	0,2
18.03.2007	7,4
19.03.2007	0,4
20.03.2007	1,2
21.03.2007	0,0
22.03.2007	2,2
23.03.2007	7,2
24.03.2007	9,4
25.03.2007	0,0
26.03.2007	0,0
27.03.2007	0,2
28.03.2007	0,0
29.03.2007	0,0
30.03.2007	0,0
31.03.2007	0,0
01.04.2007	0,0
02.04.2007	0,0
03.04.2007	0,0
04.04.2007	0,8
05.04.2007	0,0
06.04.2007	0,0
07.04.2007	0,0
08.04.2007	0,0
09.04.2007	0,0
10.04.2007	0,0
11.04.2007	0,0
12.04.2007	0,0
13.04.2007	0,0
14.04.2007	0,0
15.04.2007	0,0

16.04.2007	0,0
17.04.2007	0,0
18.04.2007	0,0
19.04.2007	0,0
20.04.2007	0,0
21.04.2007	0,0
22.04.2007	0,0
23.04.2007	0,0
24.04.2007	0,0
25.04.2007	0,0
26.04.2007	0,0
27.04.2007	0,0
28.04.2007	0,0
29.04.2007	0,0
30.04.2007	0,0
01.05.2007	0,0
02.05.2007	0,0
03.05.2007	0,0
04.05.2007	0,0
05.05.2007	0,6
06.05.2007	0,0
07.05.2007	0,2
08.05.2007	16,0
09.05.2007	34,2
10.05.2007	0,0
11.05.2007	5,0
12.05.2007	5,4
13.05.2007	0,0
14.05.2007	10,0
15.05.2007	3,2
16.05.2007	4,2
17.05.2007	5,4
18.05.2007	0,4
19.05.2007	0,0
20.05.2007	0,0
21.05.2007	0,0
22.05.2007	0,0
23.05.2007	0,0
24.05.2007	0,0
25.05.2007	0,0
26.05.2007	7,0
27.05.2007	0,2
28.05.2007	6,4
29.05.2007	41,8
30.05.2007	0,0
31.05.2007	0,0

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

*Tabelle 8-27: Lufttemperatur (monatliches Mittel) und Niederschlag (Monatssumme) der Wetterstation Würzburg des DWD*

Monat	Lufttemperatur [°C]	Niederschlag [mm]	Monat	Lufttemperatur [°C]	Niederschlag [mm]
Januar 2003	-0,1	57,4	April 2005	10,5	66,4
Februar 2003	-1	10,7	Mai 2005	13,9	53,5
März 2003	7	28	Juni 2005	18,3	29
April 2003	9,7	18,3	Juli 2005	19,4	57,8
Mai 2003	15,3	83,1	August 2005	17,1	48,9
Juni 2003	21,5	22,1	September 2005	16,3	99,8
Juli 2003	20,5	42,6	Oktober 2005	11,3	31,8
August 2003	23,4	15,2	November 2005	3,8	38,1
September 2003	15,1	17,8	Dezember 2005	0,8	36,5
Oktober 2003	7	54,7	Januar 2006	-2	13,5
November 2003	5,8	27,7	Februar 2006	0,1	23,7
Dezember 2003	1,9	32,8	März 2006	2,7	57,3
Januar 2004	0,8	63,4	April 2006	9,4	41
Februar 2004	3,4	17,6	Mai 2006	14,1	65,1
März 2004	4,7	24,4	Juni 2006	17,8	43,3
April 2004	10,6	27,3	Juli 2006	23,3	94,9
Mai 2004	12,5	51,9	August 2006	15,7	95,5
Juni 2004	16,6	49,1	September 2006	17,7	64,1
Juli 2004	18,2	86	Oktober 2006	12,3	73,5
August 2004	19,4	70	November 2006	7,2	22,4
September 2004	15,1	63	Dezember 2006	4	23,2
Oktober 2004	10,7	40,5	Januar 2007	5,1	67,5
November 2004	4,7	35,6	Februar 2007	4,9	64,1
Dezember 2004	0,8	23,9	März 2007	6,8	46,5
Januar 2005	2,1	40,2	April 2007	13,4	0,9
Februar 2005	-1,2	47,2	Mai 2007	15,4	96,4
März 2005	4,5	25,9			

*Tabelle 8-28: Berechnung der jährlichen Sickerwasserhöhe aus dem Boden mit dem TUB-BGR-Verfahren (Wessolek, Trinks & Duijnsveld, 2004) für die Standorte der WZG aus den vorliegenden Witterungsdaten und dem langjährigen Mittel (DWD, Station Würzburg) (Betrachtete Zeitintervalle: April – März).*

	F2 Scheinberg alt	F3 Hirschenberg	F6 Heßberg	F7 Nöllelein	andere Standorte
2003/04	29	100	4	4	41
2004/05	61	104	50	54	78
2005/06	52	94	40	44	68
2006/07	178	220	168	173	197
Mittel	134	177	122	126	149

Tabelle 8-29:  $N_{min}$ -Werte Herbst 2003 bis Frühjahr 2004 [kg N/ha].

		09/03	21.11.03	16.12.03	20.01.04	16.02.04	18.02.04	23.03.04	23.04.04	09/03	21.11.03	16.12.03	20.01.04	16.02.04	18.02.04	23.03.04	23.04.04	09/03	21.11.03	16.12.03	20.01.04	16.02.04	18.02.04	23.03.04	23.04.04
Standort	Variante	0-30 cm								30-60 cm								60-90 cm							
1 Scheinberg neu	Cultan	8	13	20	21	9	10	10	18	2	3	6	16	21	15	15	14	1	2	3	4	13	14	13	13
	KAS	9	14	19	17	10	11	20	30	2	4	4	18	18	16	17	15	2	4	2	5	11	13	15	12
2 Scheinberg alt	Cultan	27	40	44	24	8	12	11	16	4	8	17	37	18	16	17	9	4	3	5	11	23	25	16	20
	KAS	31	37	38	22	8	12	12	31	3	4	15	31	14	16	13	15	2	2	4	8	19	29	20	22
3 Hirschenberg	Cultan	6	8	17	14	5	6	9	16	3	3	8	17	11	8	13	15	2	2	2	6	12	8	11	16
	KAS	4	8	16	11	5	7	8	52	2	2	5	10	10	8	9	16	2	1	2	2	8	12	8	10
4 Pfarracker	Cultan	68	33	10	13	5	6	38	n.b.	14	9	3	5	2	2	14	n.b.	3	3	2	3	2	1	10	n.b.
	KAS	56	33	6	6	3	4	4	n.b.	12	10	3	2	2	2	n.b.	4	4	2	2	1	1	1	n.b.	
5 Judenacker	Cultan	5	11	22	15	7	8	9	55	1	2	4	16	10	11	8	4	1	2	2	3	12	15	12	6
	KAS	7	9	22	16	9	11	26	18	2	1	5	14	19	12	12	4	1	2	2	3	13	14	15	9
6 Heßberg	Cultan	9	25	29	22	8	8	10	12	1	5	7	23	23	16	14	7	2	4	5	6	20	18	25	14
	KAS	13	31	58	23	10	13	23	20	2	5	10	25	22	23	21	6	2	4	4	5	25	24	30	21
7 Nöllelein	Cultan	72	60	23	23	10	17	19	39	10	14	13	17	28	25	21	16	6	6	10	9	18	19	14	19
	KAS	30	26	9	11	5	7	17	26	4	6	4	3	4	5	7	8	2	2	2	3	2	3	3	7
8 Gewinnacker	Cultan	39	26	15	9	3	4	7	n.b.	6	10	5	4	1	2	4	n.b.	4	4	3	3	1	2	7	n.b.
	KAS	40	32	11	9	3	5	34	n.b.	7	12	4	4	1	2	7	n.b.	3	7	4	4	3	2	6	n.b.
9 Schlag	Cultan	31	41	16	30	7	2	13	n.b.	10	11	6	15	21	1	3	n.b.	4	5	3	5	29	2	1	n.b.
	KAS	31	40	29	19	7	3	37	n.b.	10	10	6	20	10	2	7	n.b.	3	4	4	5	11	2	4	n.b.

n.b. = nicht beprobt wegen zu hohen Bestand oder weil nach der Ernte 3. Tiefe normalerweise nicht beprobt wird

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Tabelle 8-30:  $N_{min}$ -Werte Herbst 2004 bis Herbst 2005 [kg N/ha]

		30.10.04	20.11.04	15/16.12.04	24.01.05	17.02.05	8/9.03.05	6/7.04.05	04.05.05	02.09.05	30.09.05	28.10.05	30.10.04	20.11.04	15/16.12.04	24.01.05	17.02.05	8/9.03.05	6/7.04.05	04.05.05	02.09.05	30.09.05	28.10.05	30.10.04	20.11.04	15/16.12.04	24.01.05	17.02.05	8/9.03.05	6/7.04.05	04.05.05	02.09.05	30.09.05	28.10.05
Standort	Var.	0-30 cm											30-60 cm											60 – 90 cm										
Scheinberg neu	Cultan	3	3	7	5	*T	8	18	11	15	11	14	3	4	7	5	*T	8	14	11	4	7	8	n.b.	2	4	4	*T	5	8	7	2	3	4
	KAS	6	5	8	6	*T	8	11	22	11	12	19	7	6	7	6	*T	8	10	17	3	10	9	n.b.	4	7	4	*T	7	8	12	2	3	4
Scheinberg alt	Cultan	26	18	16	17	9	9	15	22	12	2	5	11	24	25	26	13	14	13	17	4	<1	2	n.b.	8	10	18	10	13	14	14	2	<1	2
	KAS	28	19	22	12	7	12	13	49	8	2	4	15	24	29	24	12	19	14	32	2	2	2	n.b.	8	11	22	9	20	17	18	1	3	1
Hirschenberg	Cultan	5	4	6	2	*T	5	49	n.b.	7	4	6	5	3	4	3	*T	3	16	n.b.	3	1	2	n.b.	2	3	2	*T	2	9	n.b.	1	<1	1
	KAS	2	4	6	3	*T	5	17	n.b.	8	5	7	2	3	3	2	*T	4	7	n.b.	4	1	3	n.b.	2	3	1	*T	2	4	n.b.	1	<1	2
Pfarracker	Cultan	33	28	25	13	9	16	52	15	17	15	10	17	34	32	20	13	18	16	5	4	11	9	n.b.	18	19	18	11	21	19	5	4	4	6
	KAS	32	21	26	13	10	16	10	15	14	14	9	16	25	37	22	11	20	10	5	4	10	10	n.b.	12	19	22	10	20	14	4	3	4	4
Judenacker	Cultan	10	10	18	7	8	11	15	22	37	19	6	5	5	5	7	18	13	13	26	9	20	7	n.b.	2	3	3	13	6	10	25	2	14	4
	KAS	6	13	12	12	12	9	12	20	35	13	3	3	17	7	13	18	15	15	18	9	15	4	n.b.	11	4	6	19	10	11	13	2	6	3
Heßberg	Cultan	7	9	10	8	7	7	13	27	20	6	4	3	4	5	7	9	10	10	16	4	4	1	n.b.	2	4	4	5	5	6	12	1	1	0,5
	KAS	7	8	11	6	7	9	13	39	23	5	5	2	3	3	6	11	10	11	18	4	3	2	n.b.	1	3	3	8	5	8	10	3	4	1
Nöllelein	Cultan	5	3	11	2	4	7	44	n.b.	11	18	27	1	2	5	2	5	4	12	n.b.	6	12	12	n.b.	1	<1	1	5	2	4	n.b.	4	7	10
	KAS	5	5	9	2	4	5	11	n.b.	14	19	31	2	2	4	1	3	3	4	n.b.	10	13	22	n.b.	1	1	1	2	2	2	n.b.	4	8	11
Gewannacker	Cultan	29	19	27	11	11	14	8	10	26	15	17	17	26	29	23	16	14	5	4	4	14	17	n.b.	10	13	20	19	18	9	5	2	4	6
	KAS	24	19	24	11	10	13	39	34	20	18	20	16	23	28	23	14	14	9	5	5	13	18	n.b.	10	13	21	17	16	9	6	2	2	9
Schlag	Cultan	40	21	26	13	11	13	29	17	15	17	16	16	27	25	23	16	11	15	8	3	12	15	n.b.	12	12	15	21	15	11	10	1	8	8
	KAS	40	18	34	10	10	10	9	27	11	16	12	18	20	31	21	17	12	8	8	3	15	10	n.b.	9	14	22	10	16	14	9	3	4	3

\*T = Transportschaden, n.b. = nicht beprobt wegen zu hohen Bestand oder weil nach der Ernte 3. Tiefe normalerweise nicht beprobt wird

Tabelle 8-31:  $N_{min}$ -Werte Herbst 2005 bis Frühjahr 2006 [kg N/ha]

Termin		02.09.05	30.09.05	28.10.05	29.11.05	27.12.05	27.1.06	23.2.06	16.3.06	6.4.06	2.5.06	02.09.05	30.09.05	28.10.05	29.11.05	27.12.05	27.1.06	23.2.06	16.3.06	6.4.06	2.5.06	02.09.05	30.09.05	28.10.05	29.11.05	27.12.05	27.1.06	23.2.06	16.3.06	6.4.06	2.5.06
		0-30 cm										30-60 cm										60-90 cm									
Scheinberg neu	Cultan	15	11	14	13	7	9	8	13	9	13	4	7	8	12	14	13	9	16	15	15	2	3	4	7	9	10	6	11	13	13
	KAS	11	12	19	14	7	12	8	13	9	41	3	10	9	11	11	14	10	17	14	21	2	3	4	7	6	13	9	12	15	24
Nöllelein neu	Cultan	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	8	8	84	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	4	8	24	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	1	4	6	n.b.	
	KAS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	8	10	79	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	5	9	10	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	2	4	5	n.b.	
Scheinberg alt	Cultan	12	2	5	17	7	10	11	9	10	43	4	<1	2	8	11	12	13	12	17	19	2	<1	2	3	4	9	6	10	12	22
	KAS	8	2	4	11	7	15	9	12	8	22	2	2	2	4	11	15	11	12	12	10	1	3	1	3	6	10	8	9	10	11
Hirschenberg	Cultan	7	4	6	7	6	9	7	10	10	22	3	1	2	4	6	8	5	8	9	9	1	<1	1	2	3	5	3	5	6	6
	KAS	8	5	7	8	6	9	8	12	9	16	4	1	3	5	6	7	8	9	10	9	1	<1	2	3	4	4	4	6	6	6
Pfarracker	Cultan	17	15	10	6	9	17	13	15	12	52	4	11	9	7	8	9	9	16	15	32	4	4	6	3	3	5	5	10	8	11
	KAS	14	14	9	4	8	12	9	13	9	24	4	10	10	2	10	10	8	14	13	19	3	4	4	2	5	4	4	9	9	11
Judenacker	Cultan	37	19	6	3	11	5	3	13	30	n.b.	9	20	7	1	12	3	2	8	13	n.b.	2	14	4	1	5	2	1	3	5	n.b.
	KAS	35	13	3	2	12	5	4	11	38	n.b.	9	15	4	2	11	9	4	6	11	n.b.	2	6	3	2	7	5	2	3	5	n.b.
Heßberg	Cultan	20	6	4	3	10	6	4	12	29	n.b.	4	4	1	2	10	3	2	7	8	n.b.	1	1	1	2	5	2	1	3	4	n.b.
	KAS	23	5	5	3	11	7	4	15	53	n.b.	4	3	2	1	9	3	3	7	9	n.b.	3	4	1	1	3	1	1	4	7	n.b.
Nöllelein	Cultan	11	18	27	25	15	13	15	14	12	37	6	12	12	18	34	32	26	22	19	5	4	7	10	9	18	23	19	24	24	28
	KAS	14	19	31	48	16	15	14	19	13	12	10	13	22	49	34	33	27	22	20	7	4	8	11	22	18	28	20	22	22	15
Gewannacker	Cultan	26	15	17	8	16	14	12	15	12	30	4	14	17	7	13	12	14	14	16	19	2	4	6	5	8	10	10	12	11	11
	KAS	20	18	20	9	20	13	15	17	15	41	5	13	18	8	17	16	15	13	17	17	2	2	9	7	11	11	9	10	12	14
Schlag	Cultan	15	17	16	12	9	22	19	15	16	45	3	12	15	9	15	21	18	15	20	22	1	8	8	6	19	12	10	13	18	21
	KAS	11	16	12	7	11	16	17	13	15	30	3	15	10	6	16	14	17	17	19	18	3	4	3	7	13	9	13	14	15	21

n.b. = nicht beprobt wegen zu hohen Bestand oder weil nach der Ernte 3. Tiefe normalerweise nicht beprobt wird

**Vergleichende Prüfung von CULTAN-Düngung  
und konventioneller N-Düngung im Main Tauber-Kreis**

Tabelle 8-32:  $N_{min}$ -Werte Herbst 2006 bis Frühjahr 2007 [kg N/ha]

Termin		20.10.2006	20.11.2006	14.12.2006	18.01.2007	14.02.2007	19.03.2007	20.10.2006	20.11.2006	14.12.2006	18.01.2007	14.02.2007	19.03.2007	20.10.2006	20.11.2006	14.12.2006	18.01.2007	14.02.2007	19.03.2007
		0-30 cm						30-60 cm						60-90 cm					
Scheinberg neu	Cultan	13	11	7	12	4	20	6	9	9	8	5	4	3	4	4	6	3	2
	KAS	14	13	8	6	5	24	7	10	11	10	6	6	3	4	6	8	5	3
Scheinberg alt	Cultan	7	4	3	4	5	6	6	1	2	3	4	1	4	1	2	1	1	1
	KAS	8	5	5	4	4	6	5	4	3	3	3	2	7	3	2	1	2	0
Hirschenberg	Cultan	6	3	2	3	2	1	8	6	4	6	3	<1	4	3	3	2	1	0
	KAS	13	5	4	2	1	3	14	10	6	2	2	1	8	8	4	2	1	1
Pfarracker	Cultan	5	5	1	5	3	33	3	3	3	5	2	4	2	1	<1	1	1	1
	KAS	5	3	2	3	4	51	7	2	1	2	3	6	2	1	1	0	1	2
Judenacker	Cultan	14	11	12	7	7	4	10	13	17	14	8	3	3	5	8	10	10	3
	KAS	16	10	12	12	7	3	10	16	15	19	10	4	3	8	8	12	13	4
Heßberg	Cultan	19	13	12	6	5	4	18	20	19	7	5	3	6	10	11	8	5	2
	KAS	25	19	10	7	7	5	19	25	24	9	6	2	8	12	15	16	10	4
Nöllelein	Cultan	10	3	2	4	4	9	5	1	1	3	2	7	4	<1	1	1	<1	3
	KAS	6	2	1	4	3	10	7	1	<1	3	2	7	6	2	<1	1	1	3
Gewannacker	Cultan	6	3	1	3	2	31	3	1	2	3	3	3	1	<1	<1	1	1	8
	KAS	8	4	1	3	2	33	3	2	1	3	2	2	1	<1	<1	1	1	2
Schlag	Cultan	13	8	4	5	3	17	15	10	10	9	3	3	6	7	8	8	8	3
	KAS	10	3	4	4	2	20	14	2	7	3	2	4	5	3	5	3	3	2
Nöllelein neu	Cultan	13	10	11	5	4	46	9	13	9	5	2	7	3	6	6	n.b.	n.b.	n.b.
	KAS	14	10	5	4	4	5	12	14	9	2	3	3	4	6	5	n.b.	n.b.	n.b.

n.b. = nicht beprobt wegen zu hohen Bestand oder weil nach der Ernte 3. Tiefe normalerweise nicht beprobt wird