



Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Ergebnisse aus dem Systemvergleich:

Bodenbearbeitung mit und ohne Pflug

**Gefördert durch die
„Stiftung Schleswig-Holsteinische Landschaft“
1996- 2008**

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

W. Holz, Dr. H. Traulsen, Dr. J. Zander

Abt. Pflanzenbau, Landtechnik

Am Kamp 13

24768 Rendsburg

Tel. :04331/847933, Fax.: 04331/847950 , E-Mail: wholz@lksh.de

Inhaltsverzeichnis:

Seite

1.	Versuchsaufgabe	4
2.	Versuchsanstellung	4
2.1	Gepflügte Parzelle – konventionelle Bestellung	6
2.2	Nicht gepflügte Fläche (Mulchsaat).....	6
2.3	Bestandsentwicklung - gepflügte Parzelle.....	7
2.4	Bestandsentwicklung - nicht gepflügte Parzelle	8
2.5	Auswahl der Maschinen.....	9
3.	Erträge	10
4.	Kosten und Aufwendungen	12
4.1	Saatgut	12
4.2	Pflanzenschutz	13
4.2.1	Herbizide	15
4.2.2	Fungizide	16
4.2.3	Wachstumsregler.....	16
4.2.4	Insektizide.....	17
4.2.5	Schnecken.....	18
5.	Düngung	18
5.1.	Stickstoff-Düngung	18
5.2.	N-min Werte	20
5.3.	Spurennährstoffe (Mg, Mn, B).....	21
6.	Arbeitserledigung	22
6.1	Kosten	22
6.1.1	Anzahl der Arbeitsgänge.....	23
6.1.2	Arbeitszeitbedarf.....	24
6.1.3	Dieserverbrauch.....	26
7.	Gesamtvergleich	28

8.	Entwicklung der Nährstoffversorgung der beiden Fläche	29
8.1.1	Humus	29
8.1.2	pH-Wert (CaCl ₂)	29
8.1.3	Phosphat (P ₂ O ₅)	30
8.1.4	Kalium	31
8.1.5	Magnesium	32
8.2	Nährstoffverlagerung in den einzelnen Bodenzonen	33
8.2.1	pH-Wert	33
8.2.2	Humusgehalt	34
8.2.3	Phosphat	34
8.2.4	Kalium	35
8.2.5	Magnesium	36
9.	Veränderung des Bodengefüges durch die Bearbeitung	36
9.1	Bodendichte mit dem Penetrometer gemessen	36
9.1.1	Unbefahrene Fläche	36
9.1.2	Vorgewendebereich	37
9.2	Lagerungsdichte im Feldversuch	38
9.2.1	Unbefahren	38
9.2.2	Vorgewendebereich	39
9.3	Bodenfeuchte	40
9.4	Porenvolumen	41
9.5	Fahrspuren	41
10.	Bodenansprache.....	42
11.	Zusammenfassung und Ausblick.....	48
Anhang.....	49

1. Versuchsaufgabe

Die Ackerbaubetriebe fragen nach optimalen Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren für die unterschiedlichen Mähdruschfrüchte. Dabei werden von den Anhängern des Pfluges die grundsätzlichen Vorteile mit den sehr langjährigen Erfahrungen angeführt. Die Verfechter der pfluglosen Bodenbearbeitung stellen die Vorteile der nicht wendenden Bearbeitung in den Vordergrund mit Einsparungen bei der Technik und den verbesserten Eigenschaften in Hinblick auf Bodenkonservierung, Erosion, Bodenleben (Regenwürmer) u.a. Dabei werden in vielen Versuchsanstellungen Erträge von Kleinparzellen verglichen, aber nicht die angepasste Bodenbearbeitung, Saat, Düngung, Pflanzenschutz und deren Auswirkungen auf eine übliche Ackerschlaggröße berücksichtigt. Die übrigen Parameter wie Arbeitszeitbedarf, Nebenzeiten, Kraftstoffverbrauch, Anzahl der erforderlichen Arbeitsgänge werden bei der ganzheitlichen Betrachtung im Hinblick auf den wirtschaftlichen Vergleich oft nicht angemessen mit eingerechnet.

Der Bodenbearbeitungsversuch auf zwei gleichgroßen nebeneinander liegenden Ackerflächen mit je 7,4 ha mit allen erforderlichen Maßnahmen verbessert eine Aussage zu den beiden Arbeitsverfahren.

Der Bodenbearbeitungsversuch „ Projekt- Nr.: 40/95“ wurde im Herbst 1996 mit einer Versuchslaufzeit von 8 Jahren begonnen und wegen der langfristigen Einflüsse auf Boden, Fruchtfolge, Nährstoffverlagerung, u.a. in 2004 um weitere 4 Jahre (Projekt -Nr.: 2004/21) verlängert. Nach dem ersten Versuchsblock wurden die Ergebnisse ausgewertet und in einem Statusbericht zusammengestellt.

Wegen der insgesamt zu betrachtenden Ergebnisse mit dem Bericht zum Projekt 2004/21 sollen die Ergebnisse aus dem Projekt- Nr. 40/95 für die Gesamtauswertung mit einbezogen werden.

2. Versuchsanstellung:

Im Raum Angeln betreibt die Landwirtschaftskammer einen Bodenbearbeitungsversuch auf 2 nebeneinander liegenden Flächen von je 7,4 ha. Die beiden Flächen haben eine unregelmäßige Schlagform, sind durch Knicks und Wege begrenzt. Beide Schläge haben die gleiche Bodenart (sL) mit 56 – 58 Bodenpunkten.



Abb.1: Bodenprofil

Auf den Schlägen wurden alle Bearbeitungsmaßnahmen, Dieserverbrauch, Arbeitszeit, Saatgut, Düngung, Pflanzenschutz sowie die Entwicklung des Pflanzenbestandes und der Ertrag der gesamten Fläche aufgenommen und dokumentiert, um einen betriebswirtschaftlichen Vergleich zu ermöglichen. Sämtliche Anbauentscheidungen wurden unabhängig voneinander durch 2 Landwirte getroffen, einen Pflugbefürworter und einen, der die pfluglose Bewirtschaftung bevorzugt. Dadurch sollte dem Vorwurf begegnet werden, dass eine bestimmte Person ein bestimmtes Anbausystem besser beherrscht und das andere benachteiligt.



Abb. 2: Pflugparzelle

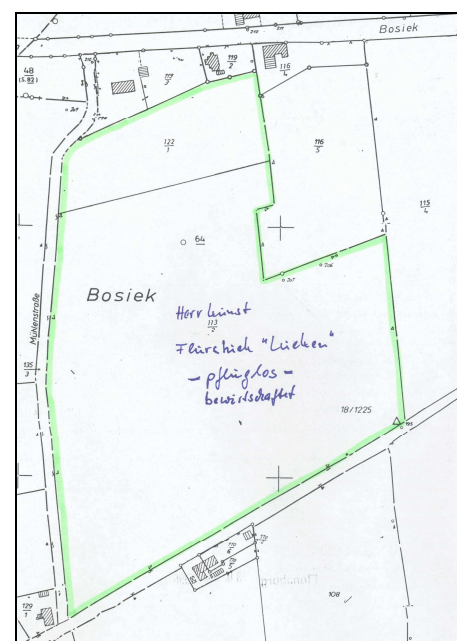


Abb. 3: Pfluglos best. Parzelle

Der Ackerbaubetrieb in Lehbek stellt die Flächen von je 7,4 ha zur Verfügung, wofür wir ihm sehr danken.

Ziel ist es, eine praxisübliche Bestandesführung in einem gut geführten Ackerbaubetrieb zu erreichen. Dabei wurde wegen der unterschiedlichen Bearbeitungsverfahren die eine Fläche (7,4 ha) von einem Vertreter (Landwirt A) der Bodenbearbeitung mit dem Pflug, die andere Fläche (7,4ha) von einem Verfechter (Landwirt B) der pfluglosen Bodenbearbeitung bewirtschaftet. Damit sollten die Verfahren das jeweils bestmögliche Ergebnis bringen.

Unterstützt wurden die Betriebsleiter durch den vor Ort arbeitenden Beratungsring in Kappeln sowie Feldbegehungen vor Vegetationsbeginn. Eine wissenschaftliche Betreuung wurde nicht grundsätzlich mit eingebunden, weil praxisübliche Betriebe mit den Bestell-Verfahren auch ohne Wissenschaft vor Ort die praktizierten Verfahren beherrschen müssen.

Ziel war es einen optimalen Pflanzenbestand bzw. Auflauf nach der Saat sicherzustellen, um die Ertragsstabilität der unterschiedlich bestellten Flächen zu sichern. Dafür mussten in den einzelnen Jahren entsprechend dem Bodenzustand der einzuarbeitenden Restmengen an organischer Masse und Aufwuchs sowie Ausfallgut unterschiedlich intensiv gearbeitet werden. Nach mehreren Jahren zeigte sich ein deutlicher Unterschied in der Bodenstruktur zu Gunsten der pfluglosen Variante.

2.1 Gepflügte Parzelle – konventionelle Bestellung

Nach dem Mähdrusch erfolgte die Stoppelbearbeitung mit der Scheibenegge oder dem Grubber. Je nach Auflauf von Ausfallgetreide und Unkrautsamen folgte ein weiterer Bodenbearbeitungsgang. Die Fläche wurde vor der Saat auf ca. 28 cm Tiefe gepflügt mit gleichzeitigem Packereinsatz. Die Bestellung erfolgte mit der Kreiselegge und angebauter Drillmaschine (Rollschare). Je nach Frucht wurden während der Vegetation mehrere Pflanzenschutz- und Düngemaßnahmen durchgeführt. Die Druschfrüchte wurden mit dem eigenen Mähdröschler geerntet und das gehäckselte Stroh verblieb auf der Fläche.

2.2 Nicht gepflügte Fläche (Mulchsaat)

Wie in der gepflügten Parzelle erfolgten Stoppelbearbeitungsmaßnahmen mit Scheibenegge und Grubber. Je nach Vorfrucht waren mindestens 2, aber auch 3 Arbeitsgänge für die anschließende Bestellung erforderlich. Hierbei wurde großer Wert auf eine gleichmäßige Einmischung von Stroh gelegt.

Die Bestellung und die vorbereitende Bodenbearbeitung erfolgten mit Kreiselegge und Drillmaschine (Rollschare). Hierbei wurde auf gleichmäßige Samenablage geachtet, damit ein hoher Feldaufgang erzielt wurde. Eine ungleiche Verteilung und Einarbeitung von Häckselstroh würde den Feldaufgang deutlich verschlechtern.

Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen erfolgten zu anderen Terminen und auch mit anderen Mengen als auf der Pflugparzelle.

Die Ernte erfolgte dann mit dem gleichen Mähdrescher mit angebautem Häcksler.

2.3 Bestandsentwicklung - gepflügte Parzelle

Auf der gepflügten Parzelle bereitete die Stoppelbearbeitung mit Scheibenegge und Grubber keine Probleme. Die anschließende Pflugfurche schaffte für die nachfolgende Bestellung den reinen Tisch. Nach der Pflugfurche wurde mit Kreiselegge und Drillmaschine bestellt. Die Kreiselegge schafft eine krümelige Struktur. Die Rollschare legten den Samen gleichmäßig in der Tiefe ab.



Abb. 4: Feldaufgang im Herbst



Abb. 5: Bodenzustand nach Feldaufgang

In allen Jahren war der Feldaufgang gleichmäßig und gut. Die Bestände konnten sich im Herbst und im Frühjahr nach den Düngungsmaßnahmen gut entwickeln. Die Verunkrautung auf der Fläche war geringer als auf der Mulchsaatparzelle und es war auch kaum Ausfallgetreide aus den Vorjahren vorhanden, was besonders wichtig sein kann, wenn Saatgetreide angebaut wird. Der Bestand war gleichmäßig auch bis in den Vorgewendebereich und zeigte eine deutlich geringere Vergrasung als die Vergleichsparzelle. Die Fahrspuren waren deutlich tiefer als auf der nicht gepflügten Variante. Der Bestand wirkte dichter, der Wuchs war etwas höher und entwickelte sich im Frühjahr etwas zügiger.

2.4 Bestandsentwicklung - nicht gepflügte Parzelle

Die Stoppelbearbeitung bzw. Bodenbearbeitung mit 2 bis 3 Arbeitsgängen nach dem Mähdrusch muss das Ziel haben, einen optimalen Saathorizont für die nachfolgende Bestellung zu schaffen. Eine schlechte Strohhackselverteilung und -vermischung mit zu großen Kluten im Bestellbereich verschlechtert den Feldaufgang deutlich.



Abb. 6: Pfluglos best. Fläche



Abb. 7: Reststroh an der Oberfläche

Die Bestellung mit Kreiselegge und Drillmaschine (Rollschare) sorgte für eine gleichmäßige Samenablage und gute Bedeckung mit Boden und hat sich in den Versuchsjahren gut bewährt. Der Feldaufgang hängt sehr stark von der sorgsamsten Bestellung ab. Die Pflanzenentwicklung im Herbst und zeitigen Frühjahr war auf dieser Parzelle über den Versuchszeitraum etwas verzögert. Durch die grobe Oberfläche und Strohreste an der Oberfläche wirkt der Bestand insgesamt dünner.

Besonders im Randbereich 1,00 bis 2,00 m war der Feldaufgang insbesondere in den ersten Jahren geringer und generell dünner. Die Vergrasung, Unkrautentwicklung waren in der pfluglosen Variante deutlich höher. Durch den dünneren Bestand und spätere Entwicklung wirkte der Bestand niedriger. Die Fahrgassenspuren waren in allen Versuchsjahren flacher. Die Bodenoberfläche war auch nach starkem Regen deutlich schneller abgetrocknet, weil das Regenwasser über die Regenwurmgänge besser abgeleitet wurde. In den ersten Jahren wurde etwas mehr Saatgut eingesetzt, um den Bestand mit ausreichender Pflanzenanzahl zu abzusichern. Im Frühjahr wurde die pfluglose Variante um ca. 10 – 20 kg N/ha höher angedüngt. Das Gesamt-N-Niveau unterscheidet sich in beiden Varianten insgesamt aber sehr geringfügig.



Abb. 8: Einfluss Schneckenfraß und Schatten am Knick

2.4 Auswahl der Maschinen

Für die beiden Bearbeitungsverfahren wurden die Maschinen des einen Betriebes genutzt, um die Beurteilungs- Leistungs- und Kostenparameter gleich zu halten. Damit wurde sichergestellt, dass die Leistungsdaten sowie das aufgezeichnete Datenmaterial nach einem einheitlichen Verfahren für die nachfolgende Auswertung zur Verfügung stand. Es wurden die auf dem Betrieb vorhandenen Maschinen genutzt, weil jeder Landwirt der das pfluglose Bestellverfahren auf seinem Betrieb einsetzen möchte allmählich die erforderlichen Maschinensysteme integriert. Gleichzeitig konnte bei Neuinvestitionen entsprechend dem technischen Fortschritt auf die Anforderungen an Bodenbearbeitung, Pflanzenpflege und Ernte berücksichtigt werden.

Für die pfluglose Bestellung wurden folgende Maschinen eingesetzt:

- Schlepper
- Grubber
- Scheibenegge
- Drehpflug
- Kreiselegge, Aufbaudrillmaschine
- Düngerstreuer
- Pflanzenschutzspritze
- Tiefenlockerer
- Mähdrescher
- Getreideabfuhr



Abb. 9: Flügelscharrgrubber

3. Erträge

In der Raps-Weizen-Fruchtfolge wurden in den 11 Jahren der Versuchsdauer die in der Tabelle 1 zusammengefassten Erträge erzielt.

Den beiden Betriebsleitern war freigestellt, die nach ihrer Kenntnis optimale Mähdruschfrucht anzubauen. Schon das erste Versuchsjahr zeigte, dass sehr schwer nachzuweisen war, ob die Ertragsunterschiede auf die Sorte oder das Anbauverfahren zurückzuführen waren. In den Folgejahren wurden auf beiden Flächen gleiche Getreide- bzw. Rapssorten angebaut.

Im 1. Versuchsjahr stand der Winterweizen der Sorten Ritmo und Batis auf den Flächen. Bedingt durch die unterschiedlichen Sorten war der Ertragsunterschied zwischen gepflügt/nicht gepflügt kaum zu erklären. Im 2. Jahr konnte mit Winterweizen ein Ertrag von 94,2 bzw. 98,0 dt/ha erzielt werden. Der höhere Ertrag in der pfluglosen Variante dürfte durch die bessere Standsicherheit bedingt durch den festeren Boden nach starkem Regen und durch eine zusätzliche Pilzbehandlung zu begründen sein. Die im Folgejahr unterschiedlichen Rapssorten (Zenith gepflügt und Arthus nicht gepflügt) brachten eine Ertragsdifferenz zugunsten der gepflügten Variante von 2,8 dt/ha. Der geringere Ertrag in der pfluglosen Parzelle war auf den erhöhten Schneckenfraß im Knickbereich sowie den etwas lückigeren Bestand im Vorgewendebereich zurückzuführen.

Nach Raps konnte mit der Winterweizen auf beiden Varianten mit der Sorte Ritmo der fast gleiche Weizenertrag mit 117,8 bzw. 115,4 dt/ha gedroschen werden.

Stoppelweizen in den Jahren 2001 Biscay und 2002 Ritmo brachte in der pfluglosen Variante jeweils 10 dt/ha weniger.

Der nachfolgende Raps Talent (2002/2003) stand nach der Saat auf beiden Flächen optimal. Der um 4,5 dt/ha geringere Ertrag in der pfluglosen Variante dürfte auf die aufgetretene Kohlhernie zurückzuführen sein. Die Ernte (2004) von Weizen (Dekan) nach Raps brachte in der gepflügten Parzelle einen Ertrag von 104,8 dt/ha und in der pfluglosen Variante 105,2 dt/ha also fast gleich.

Im Bestelljahr 2004/5 wurde das Sommergetreide Hafer angebaut. Insgesamt sind bei Hafer Arbeits-, Dünger, Pflanzenschutz Aufwand deutlich geringer, der Ertrag fiel aber gegenüber dem Weizen deutlich ab. So wurden auf der gepflügten Parzelle 89,0 dt/ha und auf der pfluglosen Parzelle 81,4 dt/ha geerntet.

Tabelle 1: Erträge von Bestellverfahren mit und ohne Pflug

Versuchsstandort : Lehbek

Jahr	gepflügt			pfluglos		
	Frucht (Sorte)	Vorfrucht	Ertrag (dt/ha)	Frucht (Sorte)	Vorfrucht	Ertrag (dt/ha)
96/97	Weizen (Ritmo)	Raps	110,0	Weizen (Batis)	Raps	97,7
97/98	Weizen (Ritmo)	Weizen	94,2	Weizen (Ritmo)	Weizen	98,0
98/99	Raps (Zenith)	Weizen	44,9	Raps (Arthus)	Weizen	42,1
99/00	Weizen (Ritmo)	Raps	117,8	Weizen (Ritmo)	Raps	115,4
00/01	Weizen (Biscay)	Weizen	106,0	Weizen (Biscay)	Weizen	96,0
01/02	Weizen (Ritmo)	Weizen	91,0	Weizen (Ritmo)	Weizen	81,0
02/03	Raps (Talent)	Weizen	45,0	Raps (Talent)	Weizen	40,5
03/04	Weizen (Dekan)	Raps	104,8	Weizen (Dekan)	Raps	105,2
04/05	Hafer (Flämingsprofi)	Weizen	89,0	Hafer (Flämingsprofi)	Weizen	81,4
05/06	Weizen (Buteo)	Hafer	109,3	Weizen (Buteo)	Hafer	107,5
06/07	Raps (Trabant)	Weizen	47,4	Raps Trabant	Weizen	41,8
07/08	Weizen (Skalmeje)			Weizen (Skalmeje)		

Die Vorfrucht Hafer zeigte ihren bei der Nachfrucht Winterweizen seinen hervorragenden Vorfruchtwert, sodass auf der gepflügten Fläche 109,3 dt/ha und auf der pfluglos bestellten Fläche 107,5 dt/ha gedroschen werden konnten. Nach Weizen wurde Raps angebaut, der dann einen Ertrag von 47,4 dt/ha auf der gepflügten Parzelle und 41,8 dt/ha auf der pfluglosen Parzelle brachte. Die bessere Wurzelbildung und die eventuell üppigere Pflanzenentwicklung in der Pflugparzelle dürften dafür verantwortlich gewesen sein.

Im gesamten Versuchszeitraum brachte die gepflügte Variante bis auf 2 Ausnahmen höhere Erträge als das pfluglose Bestellverfahren. Nach guten Vorfrüchten wie Raps und auch Hafer war der Ertrag in beiden Anbauverfahren etwa gleich. Wie weit bei dem pfluglosen Anbauverfahren Unterschiede in den Rapsorten, die Kohlhernie bzw. die schlechtere Wurzelbildung den Minderertrags begünstigt kann bei der Gesamtbetrachtung nicht eindeutig gesagt werden.



Abb. 10: Hafer in der Fruchtfolge

Durch weniger Aufwand insbesondere für die Arbeitserledigung und durch die über Jahre gezahlte Modulationsprämie kann finanziell der Ertragsunterschied wieder ausgeglichen werden. (siehe 7. Gesamtvergleich)

4. Kosten und Aufwendungen

4.1 Saatgut

In den ersten Jahren (1996/97, 97/98, 98/99, 2001/2002 sowie 2002/2003) wurde bedingt durch nicht optimale Bodenverhältnisse (grobe Kluten) auf der pfluglosen Parzelle etwas mehr Saatgut vorgehalten. Trotz höheren Saatgutaufwandes war dann der Feldaufgang

dennoch geringer. Zur Zeit der Ernte standen auf beiden Flächen etwa gleiche Anzahl ährentragender Halme. In den letzten vier Versuchsjahren wurde auf beiden Flächen die gleiche Sorte und auch die gleiche Saatgutmenge eingesetzt.

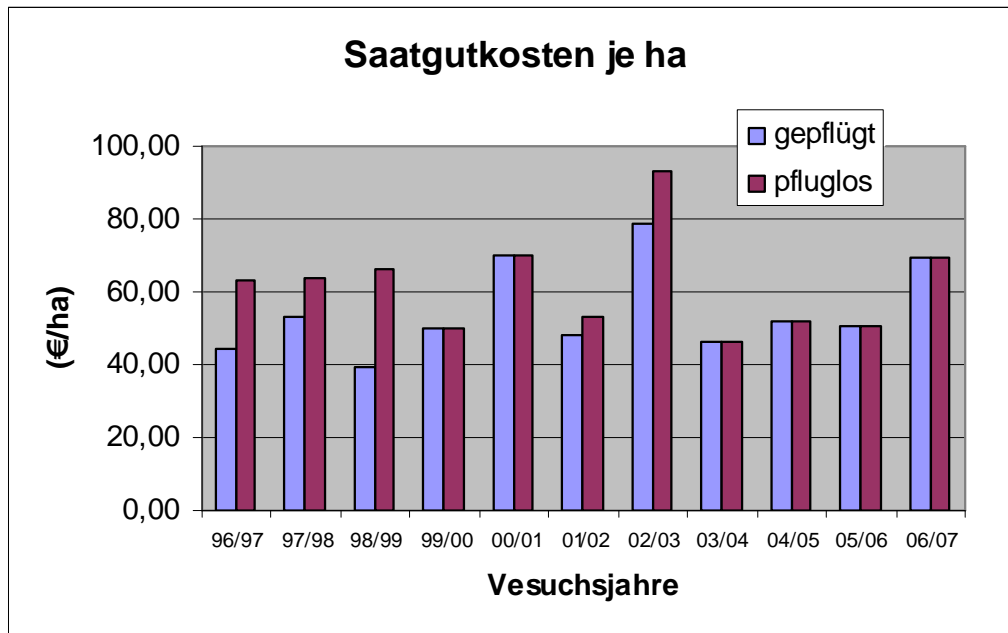


Abb. 11: Kosten für Saatgut

Der pfluglos bestellte Boden wurde im Laufe von 3–4 Jahren bedingt durch den steigenden Humusanteil im Oberboden krümeliger (siehe 8.1.1 Humusgehalte). Deshalb wurden in den Bestelljahren 2004 bis 2007 jeweils gleiche Saatgutmengen in beiden Varianten gesät.

Im Mittel aller 11 Jahre lagen bei der gepflügten Variante die Saatgutkosten bei 54,69 €/ha und in der nicht gepflügten Variante bei 61,58 €/ha.

Liegen die Saatgutkosten bei Winterweizen zwischen beiden Varianten recht dicht zusammen, steigen die Saatgutkosten insbesondere durch den Anbau von Hybridsorten in der pfluglosen Variante (siehe 1998/1999) deutlich. Nach der Umstellungsphase kann man von gleichen Saatgutkosten ausgehen, wodurch sich Ergebnis für die pfluglose Bestellung verbessert.

4.2 Pflanzenschutz

Die gepflügte und die pfluglose Parzelle konnten mit unterschiedlichen Pflanzenschutzmitteln und unterschiedlichen Aufwandmengen geführt werden.

Die nicht gepflügte Variante forderte mehr Pflanzenschutzaufwand bedingt durch die höhere Verunkrautung und Vergrasung. Besonders der Randbereich musste zusätzlich behandelt werden. Die erwartete starke Vergrasung (z. B. Trespe) blieb aus. In der Mulchsaat ist Weizen nach Weizen anfälliger für DTR-Blattdürre und Fusariosen. Der Befall mit *Septoria tritici* Blattdürre war gleich. Im Weizen nach Weizen war 1998 in der gepflügten Variante deutlich Schwarzbeinigkeit zu finden, in der pfluglosen Variante dagegen kaum.

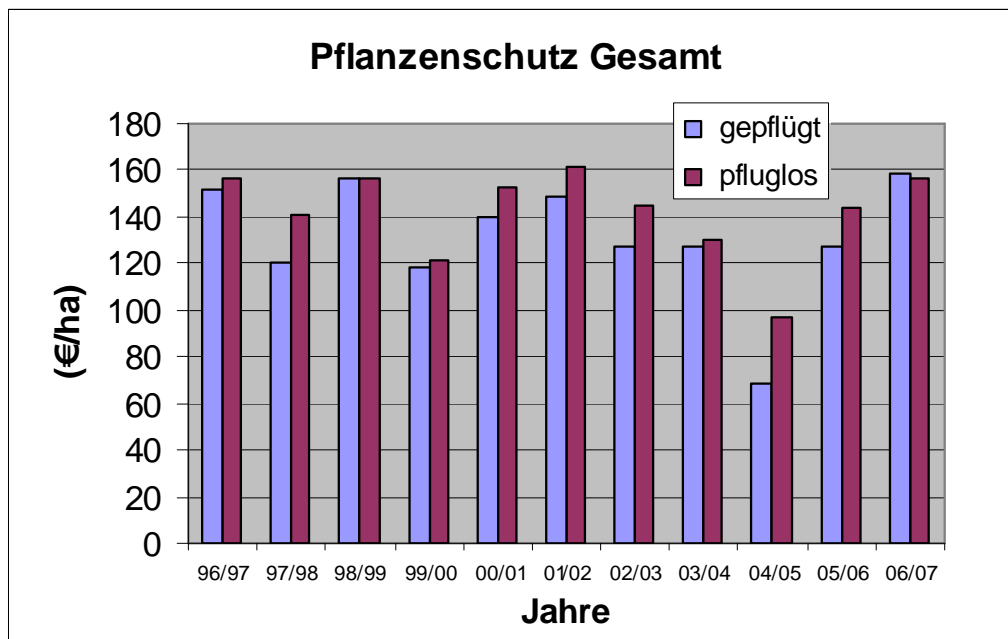


Abb. 12: Kosten für Pflanzenschutz im Durchschnitt von 11 Versuchsjahren

Insgesamt wurden im Mittel der Jahre in der gepflügten Parzelle Pflanzenschutzmittel 131,89 €/ha für eingesetzt, in der pfluglosen Parzelle 142,04 €/ha. Es wird deutlich, dass der Aufwand für Pflanzenschutzmittel von den jährlichen Bedingungen abhängt. Zwischen den Anbauverfahren „mit Pflug und ohne Pflug“ sind die Unterschiede in dem einzelnen Jahr gering.

Die verschiedenen Pflanzenschutzmaßnahmen teilen sich in nachfolgende Mittel-Gruppen auf, die mit folgenden Kosten in Ansatz gebracht wurden. Die höchsten Kosten im Pflanzenschutz verursachen Fungizide gefolgt von Herbiziden.

Tab. 2: Kosten für Pflanzenschutz

Variante	Herbizide (€/ha)	Fungizide (€/ha)	Wachstums- regler (€/ha)	Insektizide (€/ha)	Gesamt (€/ha)
gepflügt	41,89	61,28	17,70	10,33	131,89
pfluglos	49,89	64,67	17,27	10,21	142,04

4.2.1 Herbizide

In der pfluglosen Parzelle wurden im Mittel der 11 Jahre ca. 10,84 €/ha mehr für Pflanzenschutz ausgegeben. Durch den Einsatz preiswerter Mittel, vor allem durch die nicht ganzflächige Behandlung, hält sich der Mehraufwand in Grenzen. Wurzelunkräuter und Ungräser die im Randbereich und gelegentlich auch nesterweise auftraten, wurden nur gezielt behandelt.

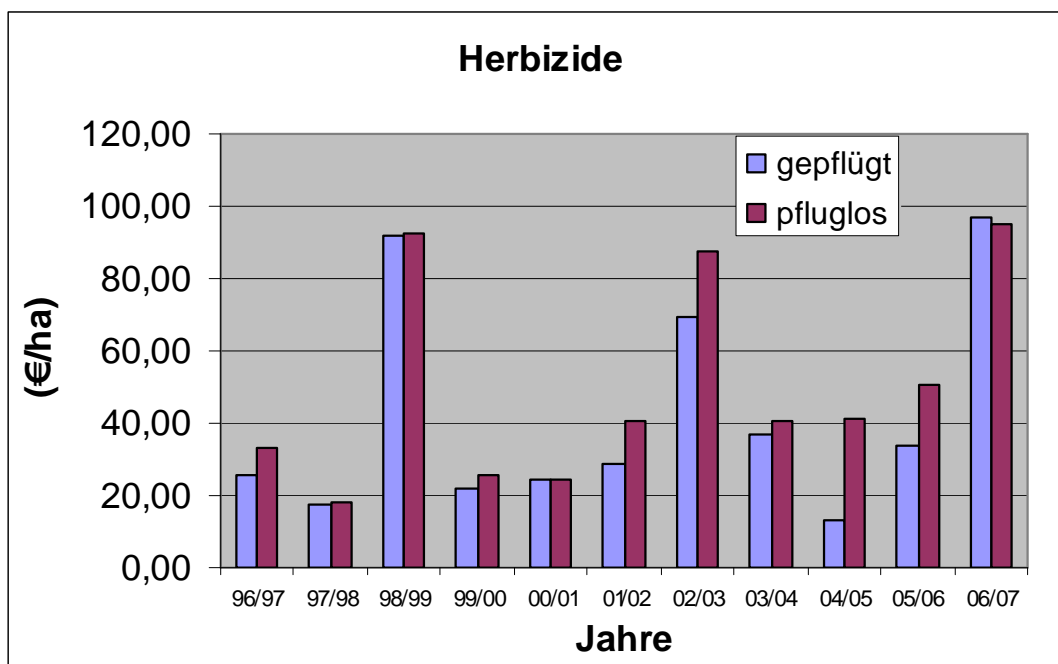


Abb. 13: Kosten für Herbizide

In einzelnen Jahren können die Mehraufwendungen in der pfluglosen Parzelle deutlich sein. Bei einem hohen Aufgang von Ausfallgetreide kann der Einsatz von Totalherbiziden vor der pfluglosen Bestellung preiswerter und schneller als mehrmalige Bodenbearbeitung sein. Der Anbau von Winterraps ist teurer als von Winterweizen.

Abb. 13 zeigt, dass der erforderliche Herbizidaufwand stark von den Verhältnissen des jeweiligen Anbaujahres abhängt. Nach Abb. 14 ist die Abhängigkeit nach Jahren bei den Fungiziden geringer.

4.2.2. Fungizide

Unterschiedliche Mengen und Mittelmischungen kosteten 61,28 €/ha in der gepflügten und 64,67 €/ha in der pfluglosen Parzelle. Die Kontrolle von Schadpilzen (z. B. DTR) ist wichtig, um den Ertrag zu sichern. Der Fungizidaufwand lag 1997 und 2000 in der pfluglosen Parzelle deutlich höher.

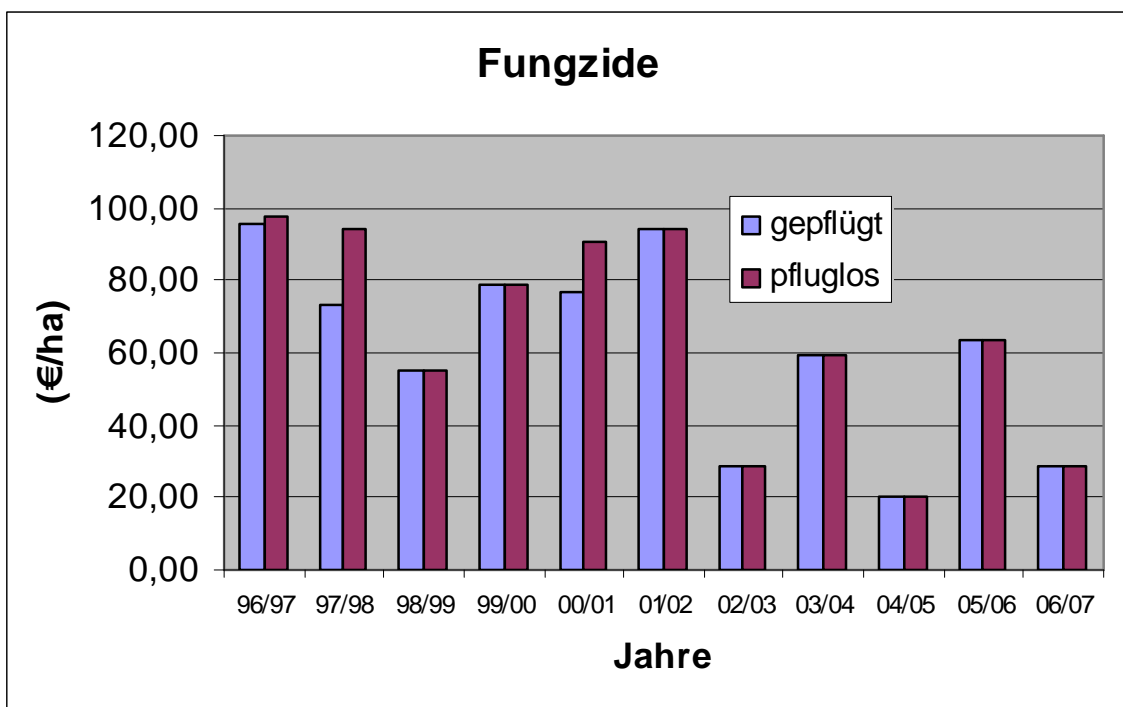


Abb. 14: Kosten für Fungizide

4.2.3 Wachstumsregler

Der Einsatz der Wachstumsregler hängt von der Frucht, der Sorte und dem Anbaujahr ab. In den meisten Jahren wurden mit den verschiedenen Pflanzenschutzmaßnahmen unterschiedliche Mittel zu den verschiedenen Wachstumsstadien gleichzeitig mit anderen Behandlungsmaßnahmen eingesetzt.

Damit konnte die Längenentwicklung der Halme optimal an das Jahr angepasst werden. Die Preise für die Mittel schwanken sehr stark, so dass dadurch große Unterschiede zwischen den Jahren zu begründen sind.

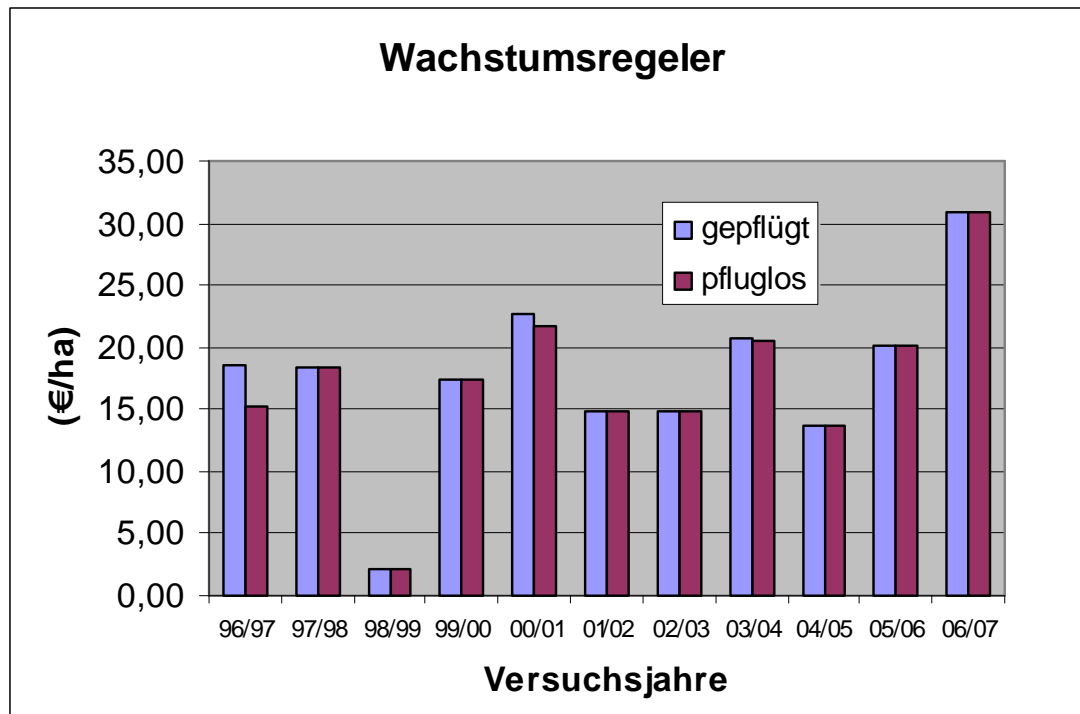


Abb. 15: Kosten für Wachstumsregeler

4.2.4 Insektizide

Insektizide wurden gleichzeitig mit anderen Pflanzenbehandlungsmitteln ausgebracht, um die Kosten der Feldspritzarbeiten einzugrenzen. Es wurden durchschnittlich 10,33 €/ha (gepflügt) bzw. 10,21 €/ha (pfluglos) für Insektizide eingesetzt. Der Aufwand und die Mittel unterscheiden sich zwischen den beiden Anbauverfahren kaum.

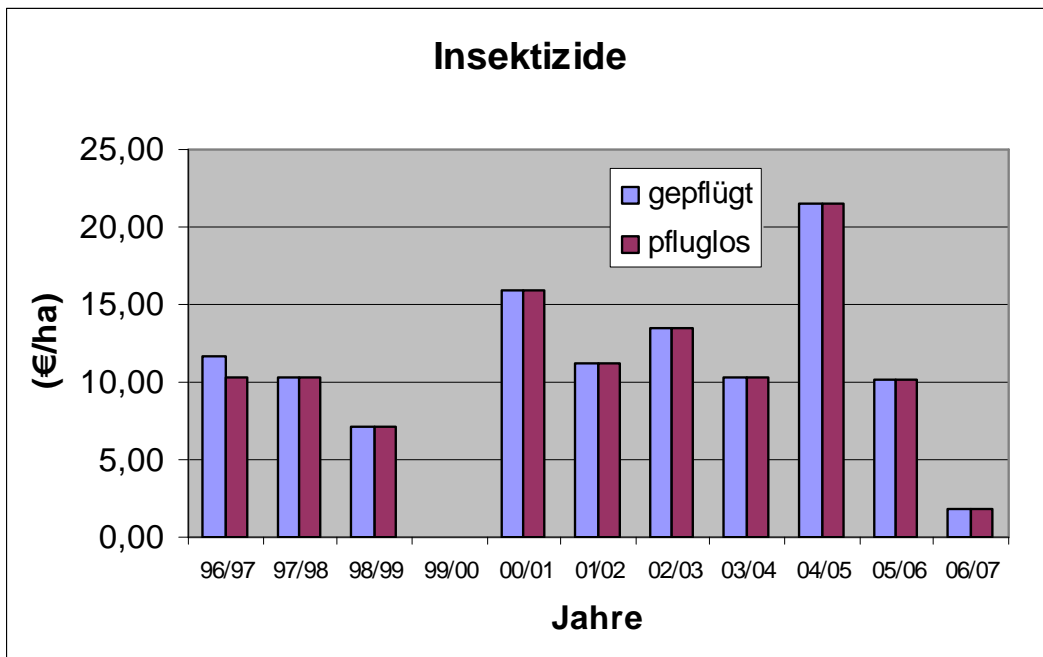


Abb. 16: Kosten für Insektizide

4.2.5 Schnecken

Schnecken können den Bestand erheblich schädigen. In den Jahren 1999/2000, 2000/2001 und 2006/2007 wurden auf beiden Flächen Mittel gegen Schnecken auf Teilflächen, insbesondere im Randbereich, eingesetzt. Im Mittel der Jahre mussten 2,03 €/ha (gepflügt) bzw. 2,19 €/ha (pfluglos) eingeplant werden, im Jahr der Behandlung jedoch 8,63 € bis 13,75 €/ha.

5. Düngung

5.1 Stickstoff-Düngung

Der Bestand entwickelte sich im Herbst und vor allem im Frühjahr auf der nicht gepflügten Fläche etwas verzögerter. Deshalb wurde jeweils etwas mehr N, besonders im Frühjahr, vorgehalten. Die Düngungskosten lagen dadurch geringfügig höher als in der gepflügten Variante. Im Herbst 2001 wurde zur besseren Bestandsentwicklung der pfluglosen Variante zusätzlich N gegeben.

Zur N-Düngung wurden Harnstoff, schwefelsaures Ammoniak (SSA), Ammonitrat-Harnstofflösung (AHL) sowie Schweinegülle eingesetzt.

Die Stickstoffmengen in kg/ha sind nachfolgender Abbildung zu entnehmen.

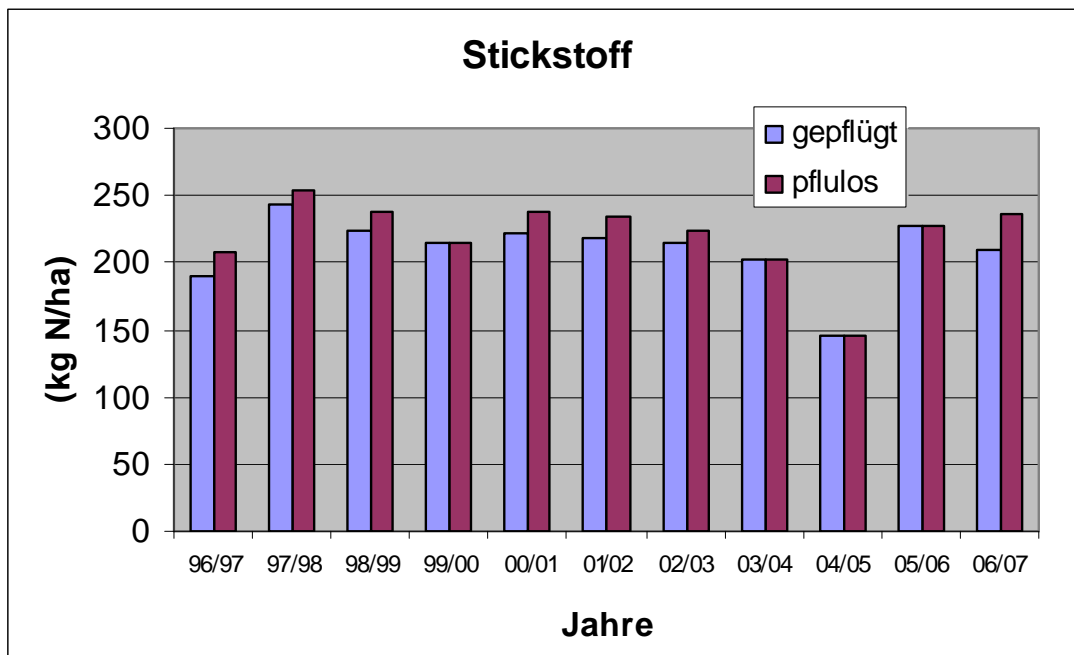


Abb. 17: Stickstoffdüngung

Neben dem Einsatz von Harnstoff und schwefelsaurem Ammoniak (SSA) wurde bei den Pflanzenbehandlungsmaßnahmen gleichzeitig Ammonitrat-Harnstofflösung (AHL) mit eingesetzt.

Im Frühjahr wurden beide Flächen mit 10–15 m³ Schweinegülle versorgt. Für Raps im Jahr 2002/2003 wurde bereits im Herbst Gülle gegeben. In 2000/2001 erfolgte keine Güllegabe. In den Jahren 2004 bis 2007 wurden jährlich 2 Güllegaben gezielt zur Stickstoffversorgung eingesetzt. Die Ausgaben für Mineraldünger lagen deshalb deutlich über den Werten der anderen Jahre.

Tab. 3: Kosten für die Stickstoffdüngung

Kosten für N - Düngung												
Versuchsstandort : Lehbek Bodenbearbeitung mit und ohne Pflug												
	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	06/07	Mittel
	Weizen	Weizen	Raps	Weizen	Weizen	Weizen	Raps	Weizen	Hafer	Weizen	Raps	
	(Euro/ha)	(Euro/ha)	(Euro/ha)	(Euro/ha)	(Euro/ha)	(Euro/ha)	(Euro/ha)	(Euro/ha)	(Euro/ha)	(Euro/ha)	(Euro/ha)	(Euro/ha)
gepflügt	46,97	63,17	54,67	58,27	105,07	103,28	63,32	79,00	49,68	97,79	79,43	72,79
pfluglos	50,59	66,54	58,89	58,27	116,32	112,88	66,12	79,00	49,68	97,79	83,95	76,37

incl. MwSt.
ohne Güllewert

Bei durchschnittlichen Stickstoffmengen von 190 bis 238 kg/ha und Jahr (inkl. Gülle) wurden in allen Jahren die pfluglose Variante mit 9 – 15 kg N/ha höher versorgt. Grund dafür war entweder die geringere Pflanzenentwicklung im Herbst oder auch der verzögerte Pflanzenwuchs im Frühjahr. Durch die unterschiedlichen Düngerstrategien bei Weizen und Raps und den unterschiedlichen Witterungsverlauf, vor allem aber durch unterschiedliche Preise innerhalb der 8 Jahre, lagen die Kosten für Stickstoff zwischen 46 €/ha und 116 €/ha i.M. der Jahre bei 71,72 €/ha in der gepflügten Parzelle und in der gemulchten Fläche bei 76,08 €/ha. Der N-Wert von Gülle ist in der Kostenrechnung für Stickstoff nicht enthalten. Bei einer durchschnittlichen Güllegabe von 12 – 15 m³/ha müssten ca. 15 €/ha hinzugerechnet werden.

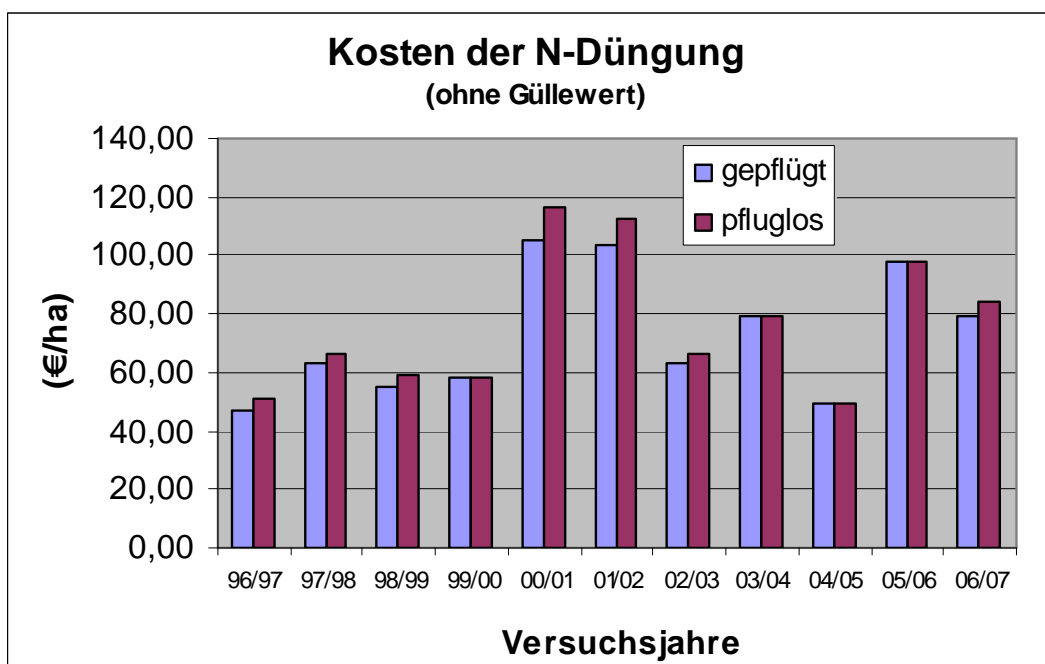


Abb. 18: Kosten der Stickstoffdüngung in den Versuchsjahren

5.2 N-min Werte

Die N-min-Werte wurden im Winter (Februar) vor der Stickstoffdüngung in den Bodentiefen bis 90 cm gezogen. In der bearbeiteten Ackerkrume bis 30 cm lagen die N-min-Werte im Mittel Jahre in der pfluglos bestellten Fläche geringfügig über den Werten in der Pflugparzelle. Mit zunehmender Bodentiefe 30 bis 60 cm und 60 bis 90 cm lagen die N-min Werte in der Pflugparzelle über den Werten in der pfluglos bestellten Variantetrotz geringerer N-Düngung. Die in den N-min Werten gemessenen Stickstoffmengen wurden bei der geplanten Stickstoffmenge berücksichtigt.

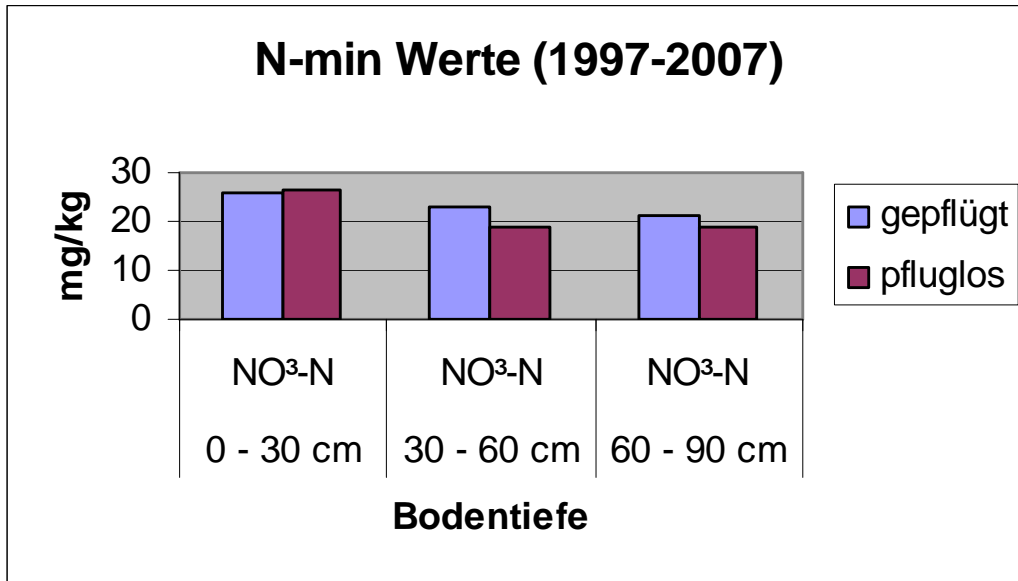


Abb. 19: N-min Werte im Durchschnitt der Jahre

5.3 Spurennährstoffe (Mg, Mn, B)

Spurennährstoffe wurden in den verschiedenen Pflanzenbehandlungsmaßnahmen mit Feldspritzgeräten ausgebracht. In beiden Parzellen wurden die gleichen Mittel und Mengen eingesetzt. Nur im ersten und fünften Anbaujahr wurden unterschiedliche Mittel verwendet. Im Mittel der Jahre ergeben sich bei 7,04€/ha (gepflügt) bzw. 7,18 €/ha (pfluglos).

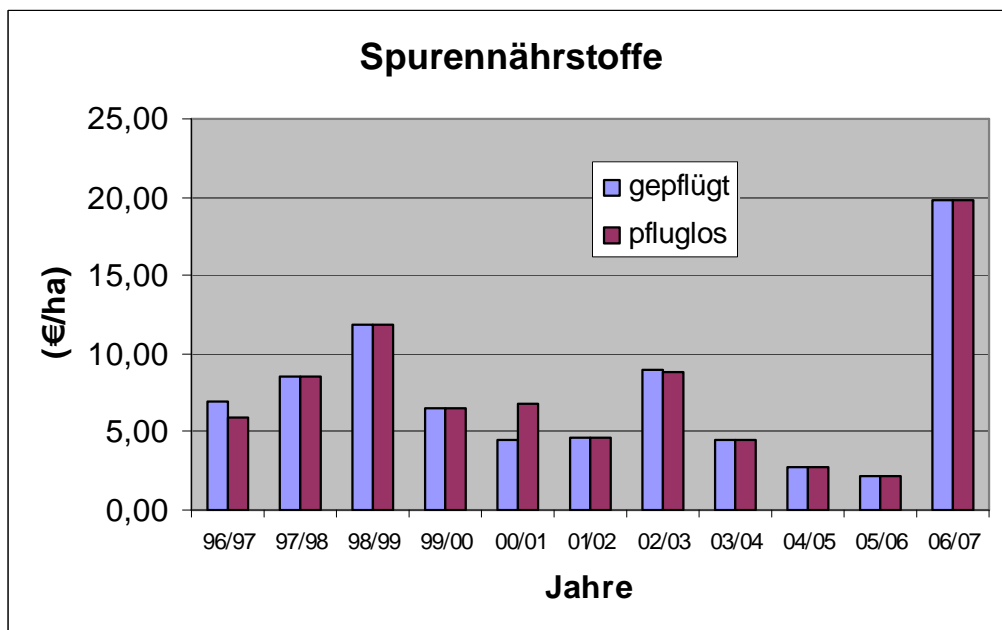


Abb. 20: Kosten für Spurennährstoffe

6. Arbeitserledigung

6.1 Kosten der Arbeitserledigung

Für die Kostenberechnung der Arbeitserledigung wurden die für den Versuch eingesetzten Maschinen auf 300 ha Betriebsfläche berechnet. Die Arbeitsstunden wurden mit 15.00 €/Std. (ab 2004/2005 mit 20,00 €/Std.) bewertet.

Danach kostete die Pflugvariante im Mittel von 8 Jahren 350.- €/ha und die nicht gepflügte Variante 335.- €/ha. An Arbeitszeit wurden in der Pflugvariante 5,22 Std./ha und in der pfluglosen Variante 5,09 Std. benötigt. Der Kraftstoffverbrauch lag bei 92,35 l/ha bzw. 83,45 l/ha in der pfluglosen Variante.

Der höhere Aufwand an Kosten, Arbeitszeit und Kraftstoffverbrauch beim Pflügen wurde in der pfluglosen Variante teilweise durch den höheren Aufwand (mehrfaches Arbeiten) bei der Stoppelbearbeitung (Scheibenegge, Grubber) insbesondere im Jahr 2002/2003 mit der Tieflockerung wieder aufgezehrt.

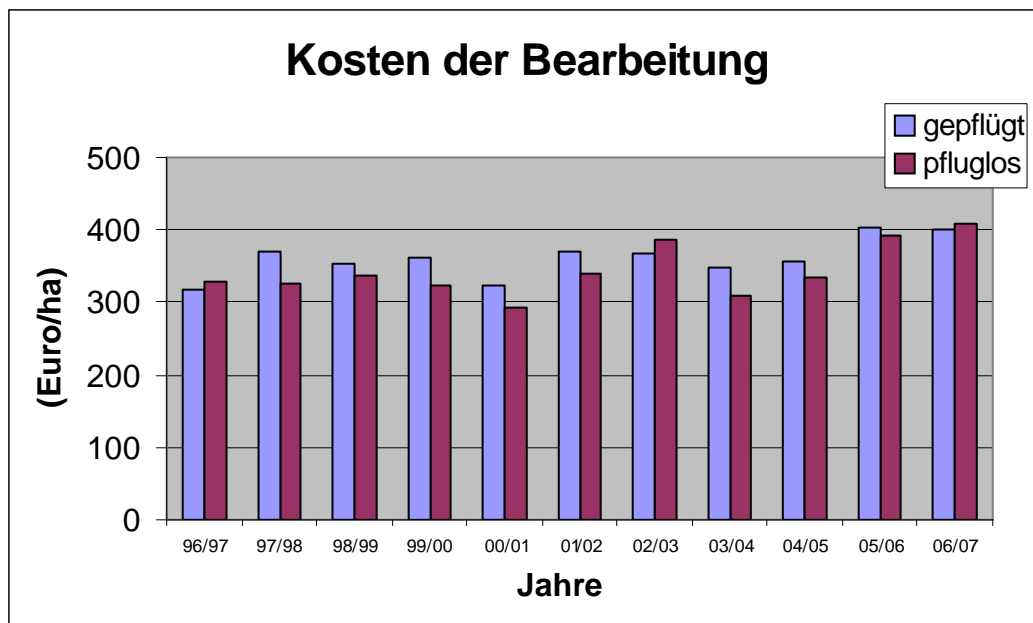


Abb. 21: Kosten der Bearbeitung

Für die Bearbeitung der Flächen wurden in der gepflügten Parzelle 349,92 €/ha und in der pfluglosen Fläche 335,09 €/ha errechnet. Der Ersatz der Pflugarbeit mit durchschnittlich 59,36 €/ha, mit Kosten von 26,4 €/ha durch den Grubber je Arbeitsgang führt zu den geringeren Kosten von durchschnittlich 22,69 €/ha (10 €/ha bis 45 €/ha). Die unterschiedlich erforderliche Anzahl von Bearbeitungsgängen mit der Scheibenegge bzw. dem Grubber in

der pfluglosen Variante in den Versuchsjahren von 1996 bis 2007 brachte deutliche Unterschiede.

Tab. 4: Kosten der einzelnen Arbeiten

Versuchsstandort : Lehbek

Arbeiten	Kosten	
	gepflügt	pfluglos
	(EURO/ha)	(EURO/ha)
Stoppelbearbeitung	26,40	63,07
Pflügen	59,36	-
Bestellen	41,79	41,00
Pflanzenschutz	47,00	49,38
Düngen	15,33	16,59
Gülle fahren	39,52	42,55
Dreschen	87,90	87,40
Getreide abfahren	32,62	35,10
Summe	349,92	335,09

Im Jahr 2002/2003 wurde neben den bisherigen Bearbeitungsgängen auch eine Tiefenlockerung mit dem Brix-Herkules-Grubber durchgeführt, um der zunehmenden Dichtlagerung des Bodens entgegenzuwirken. In dem Jahr lagen in der pfluglosen Bearbeitung die Kosten um 20 €/ha höher. Diese zusätzlichen Arbeitskosten sollten alle 3 – 5 Jahre eingeplant werden. Die Arbeitskosten unterscheiden sich nicht wesentlich.

6.1.1 Anzahl der Arbeitsgänge

Bei Stoppelbearbeitung, Pflanzenschutz, Düngung und Gülleausbringung können mehrere Arbeitsgänge erforderlich sein. Pflügen, Bestellen, Dreschen und Erntegut abfahren erfolgt dagegen einmal im Jahr. Die geringen Kostenunterschiede für diese Arbeiten kommen durch geringe Differenzen in Feld-Hof-Entfernung bzw. durch die Feld-Getreidelager-Entfernung zustande.

Für die einzelnen Arbeiten wurden nachfolgende Arbeitswerte bzw. Bedarfswerte ermittelt.

Tab. 5 : Anzahl der durchgeführten Arbeitsgänge

Versuchsstandort : Lehbek 1996-2007

Arbeiten	Anzahl Arbeitsgänge	
	gepflügt	pfluglos
	Anzahl	Anzahl
Stoppelbearbeitung	1,2	2,65
Pflügen	1	-
Bestellen	1	1
Pflanzenschutz	5,2	5,3
Düngen	2,65	2,9
Gülle fahren	1,2	1
Dreschen	1	1
Getreide abfahren	1	1
Summe	14,25	15,12

6.1.2 Arbeitszeitbedarf

Der Arbeitszeitbedarf je ha lag in der gepflügten Parzelle bei 5,48 und in der pfluglosen bei 5,15 Std./ha. Den Hauptanteil macht die Bodenbearbeitung aus. Auch kann man in Abb. 22 deutlich den zusätzlichen Aufwand durch die Tieflockerung im Jahre 2002/2003 zu Lasten der pfluglosen Bearbeitung erkennen. In schwierigen Bestelljahren bei feuchter Herbstbestellung bzw. unzureichender Bodengare ist der Zeitaufwand sowohl in der gepflügten wie in der gemulchten Fläche deutlich höher.

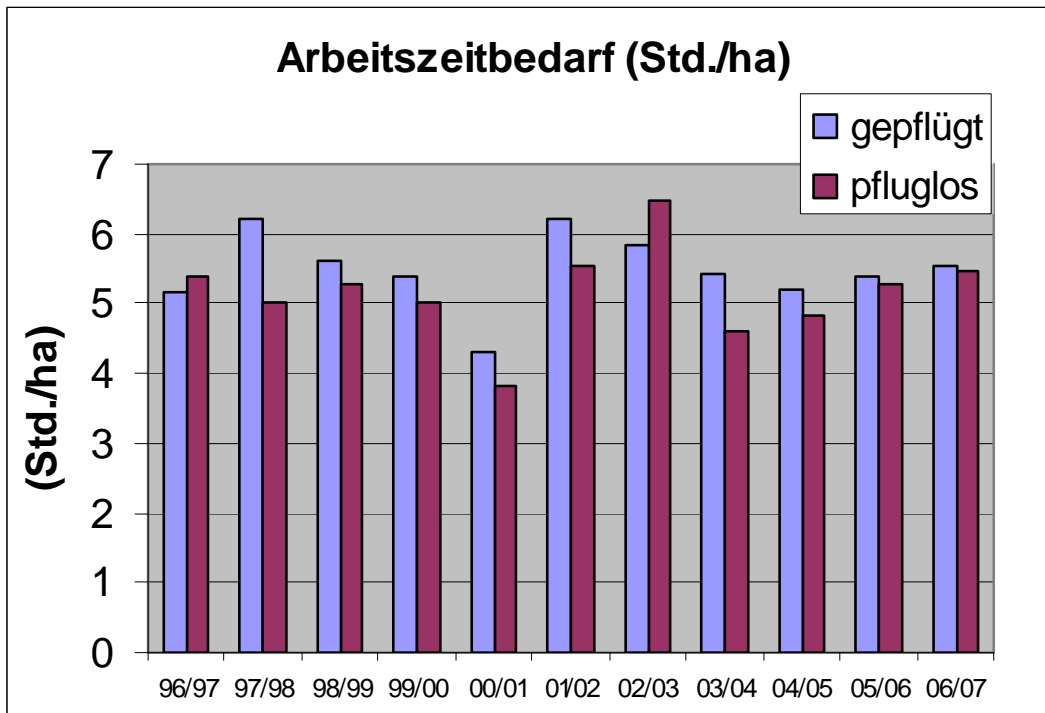


Abb. 22: Arbeitszeitbedarf über den Versuchszeitraum von 11 Jahren

Für die Bearbeitung der Pflugparzelle werden 50% der Arbeitszeit für die Stoppelbearbeitung, Pflugfurche und Bestellung erforderlich. 18% der Arbeitszeit wurden für mehrere Überfahrten für Pflanzschutz und Düngung benötigt, 11% für die Gülledüngung sowie 20 % der Arbeitsstunden für die Ernte (Dreschen und Getreide abfahren).

In der pfluglosen Bestellung erfordern die Bodenbearbeitung und Bestellung einen Arbeitszeitanteil von 42 %, die Pflanzenschutz- und Düngungsmaßnahmen 22% und der Einsatz von Gülle 22% der Arbeitszeit. Für die Mähdruschernte und den Abtransport wurden 22% der Arbeitszeit beansprucht. Arbeitszeit wird also ausschließlich bei der Bodenbearbeitung und Bestellung im Herbst gespart.

Tab. 6: Arbeitszeitbedarf für die einzelnen Arbeiten

Versuchsstandort : Lehbek 1996-2007

Arbeiten	Arbeitszeit	
	gepflügt	pfluglos
	(Std./ha)	(Std./ha)
Stoppelbearbeitung	0,50	1,27
Pflügen	1,17	-
Bestellen	0,91	0,90
Pflanzenschutz	0,69	0,84
Düngen	0,26	0,29
Gülle fahren	0,61	0,67
Dreschen	0,65	0,64
Getreide abfahren	0,43	0,48
Summe	5,48	5,15

6.1.3 Dieserverbrauch

Der Dieserverbrauch wird zu 60 % von der Bodenbearbeitung und Bestellung verursacht. Im Mittel der Jahre wurden für alle flächenbezogenen Arbeiten in der gepflügten Parzelle 93,75 l/ha und in der pfluglosen Parzelle 82,25 l/ha gemessen. In einzelnen Jahren wurden Differenzen von bis zu 20 l/ha festgestellt.

Das Jahr mit der Tieflockerung führte in der pfluglosen Variante zu einem Mehrverbrauch von 14 l/ha. Für Pflanzenschutz und Düngung sind mehrerer Überfahrten erforderlich, die je nach Einzelmaßnahme pro ha bedingt durch die große Arbeitsbreite aber einen sehr niedrigen Verbrauch darstellen.

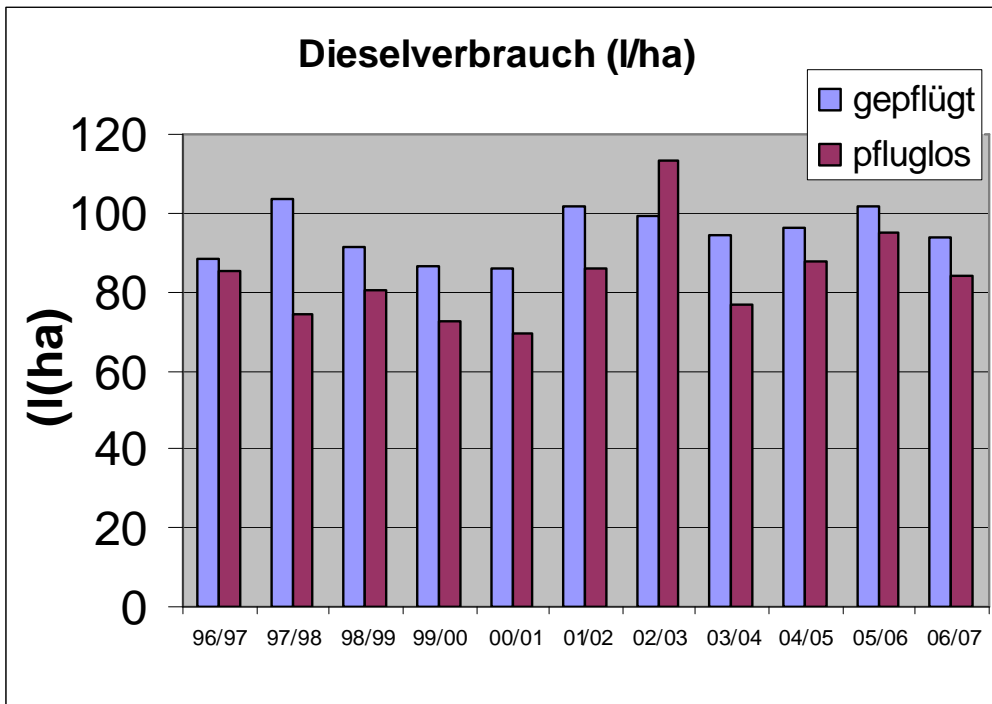


Abb. 23: Dieselverbrauch (l/ha)

Tab. 7: Gesamt Kraftstoffverbrauch für die einzelnen Arbeiten

Kraftstoffverbrauch Gesamt

Versuchsstandort : Lehbek 1996-2007

Arbeiten	Dieselverbrauch	
	gepflügt	pfluglos
	(l/ha)	(l/ha)
Stoppelbearbeitung	8,85	24,12
Pflügen	25,47	-
Bestellen	15,68	15,41
Pflanzenschutz	4,85	5,22
Düngen	2,47	2,67
Gülle fahren	10,51	11,67
Dreschen	20,00	19,41
Getreide abfahren	4,52	4,95
Summe	92,35	83,45

7. Gesamtvergleich

Stellt man alle Erträge und Aufwendungen gegenüber, hat die gepflügte Variante im Mittel der 11 Jahre einen Vorteil von 85,00 €/ha. Werden die 60,00 €/ha aus der Modulation (Mulchsaat) mit eingerechnet, verringert sich die Differenz auf 25,00 €/ha. Wird jedoch das erste Versuchsjahr bedingt durch die abweichende Sortenstrategie sowie den mit Kohlhernie befallenen Raps 2002/2003 herausgenommen, sind beide Verfahren in der Gesamtbetrachtung etwa gleich.

Hierbei muss aber angefügt werden, dass die pfluglose Variante durch verbessertes Know-how von Jahr zu Jahr vorteilhafter wurde, und die Nachteile durch höheren Aufwand für Saatgut, Pflanzenschutz und Düngung nicht mehr so groß waren. Die Einsparung von Kosten im Bereich der Arbeiterledigung war nicht so groß wie vor Versuchsbeginn unterstellt wurde.

Voraussetzung für vergleichbare Ergebnisse sind vor allem gleiche Sorten in beiden Anbauverfahren. Daneben muss große Sorgfalt auf einen gesunden Bestand gelegt werden. Dazu gehören Pflanzenschutzmaßnahmen, aber auch Sortenfragen, um Ertragsunterschiede z.B. durch Kohlhernie auszuschließen.

Tab. 8: Kosten und Ertragsvergleich im Durchschnitt von 11 Jahren

Versuchsstandort : Lehbek
Bodenbearbeitung mit und ohne Pflug

	gepflügt	pfluglos
	(€/ha)	(€/ha)
variable Kosten		
Saatgut	54,68	61,58
Düngemittel	72,79	76,79
Pflanzenschutz	131,89	142,04
Arbeiterledigung	349,92	335,09
Summe Kosten	609,28	615,50
Erträge		
Ertrag	1.306,47	1.227,42
Prämie	429,00	429,00
Modulation		60,00
Summe Leistungen	1.735,47	1.716,42
Überschuss	1.126,19	1.100,92
Differenz		-25,27

Eine Fruchtfolge mit guten Vorfrüchten für den nachfolgenden Getreidebau führt zu gleich hohen Erträgen, wodurch dann das Ergebnis im pfluglosen Anbau dem konventionellen Anbau überlegen wäre.

Der Bereich der eingesparten Arbeitszeit (0,33 Std./ha) geht als geldwerter Vorteil zu wenig in die Rechnung mit ein und dürfte deutlich über 25 €/ha in der pfluglosen Variante liegen. Hier sind die größten Vorteile der Mulchsaat zu sehen, insbesondere bei Ackerbaubetrieben mit größerer Flächenausstattung, die ohne pflügen mehr Arbeitszeit in der Herbstbestellung verfügbar haben.

Erst wenn tatsächlich ein Hauptschlepper mit dem erforderlichen Fahrer eingespart werden kann, wird der Kostenvorteil sichtbar und übersteigt bei allen Vergleichsrechnungen den im ha-Vergleich angeführten Kostenunterschied.

8. Entwicklung der Nährstoffversorgung der beiden Flächen

Nach der Beerntung der Flächen wurden nach dem ersten Bodenbearbeitungsgang Bodenproben gezogen und von der LUFA/ITL Kiel auf die Hauptnährstoffe untersucht. Die Bodenproben wurden jährlich auf beiden Flächen entlang einer vorher festgelegten Linie im Abstand von 10 m gezogen. Von jeder Parzelle wurden 4 Bodenproben zur Bestimmung gegeben.

8.1.1 Humus

Der Humusgehalt schwankt im Mittel der Jahre in der gepflügten Parzelle zwischen 2,10 und 2,58 %, in der pfluglosen Parzelle zwischen 2,10 bis 2,67 %, also etwa gleich. Nach Raps in den Jahren 1999, 2003 und 2007 lag der Humusanteil in beiden Flächen etwas höher. Der ansteigende Humusanteil im oberflächennahen Bereich hat eine bessere krümeligere Bodenoberfläche in der pfluglosen Parzelle mit guten Saatbedingungen und guten Feldaufgängen bewirkt

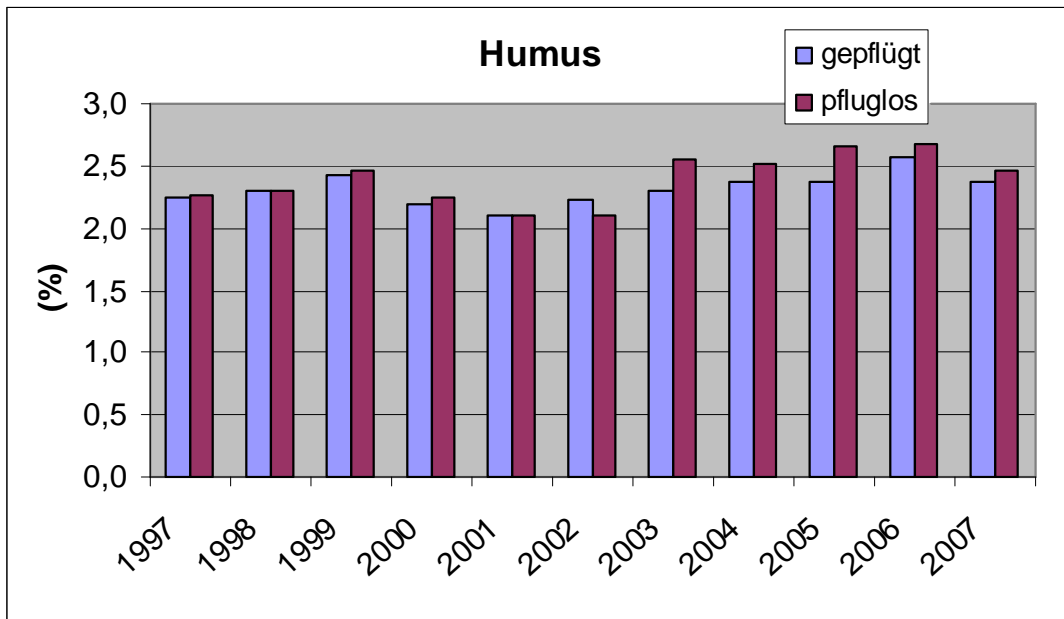


Abb. 24: Humus im Boden

8.1.2 pH-Wert (CaCl₂)

Der pH-Wert lag zwischen 6,25 und 6,72 in der gepflügten Variante und 6,17 und 6,67 etwa gleich in der pfluglosen Variante. In den ersten Versuchsjahren lag der pH-Wert in der gepflügten Fläche etwas höher. Nach der Kalkung wurden dann in den Jahren 2002 und 2003 gleich hohe pH-Werte gemessen. In den Folgejahren lag der pH-Wert in der pfluglosen Parzelle über den Werten in der gepflügten Variante. Insgesamt ist der pH-Wert gegenüber den ersten Versuchsjahren etwas angestiegen.

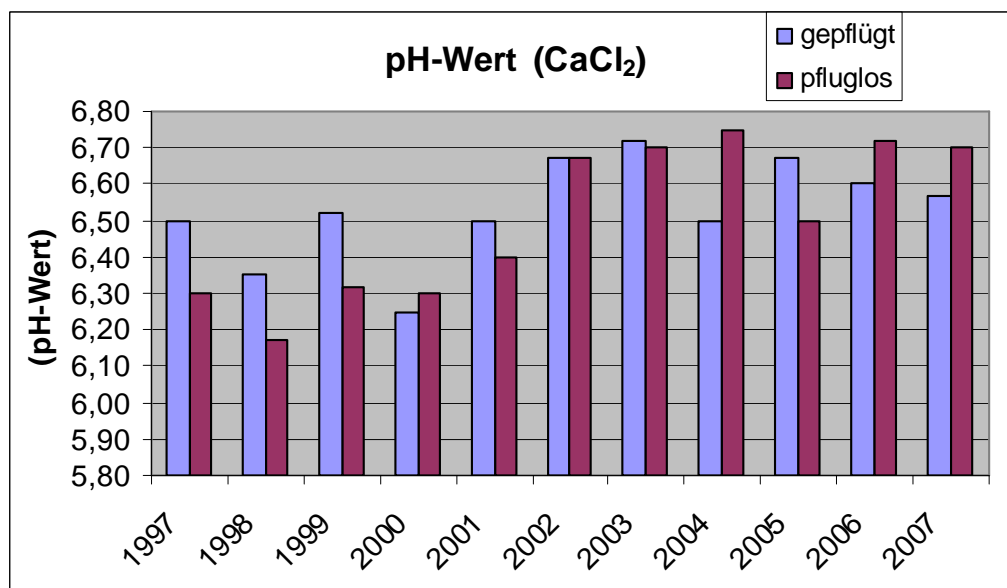


Abb. 25: pH- Wert

8.1.3 Phosphat ($P_2 O_5$)

Der Phosphatgehalt der Böden war in der gepflügten Fläche in den ersten Jahren etwas höher als in der pfluglosen Fläche. In beiden Varianten werden die Phosphatwerte in der Versorgungsstufe C als optimal eingestuft. Ab 2004 wurden auf beiden Flächen gleiche Phosphat-Werte gemessen (s. Abb. 6).

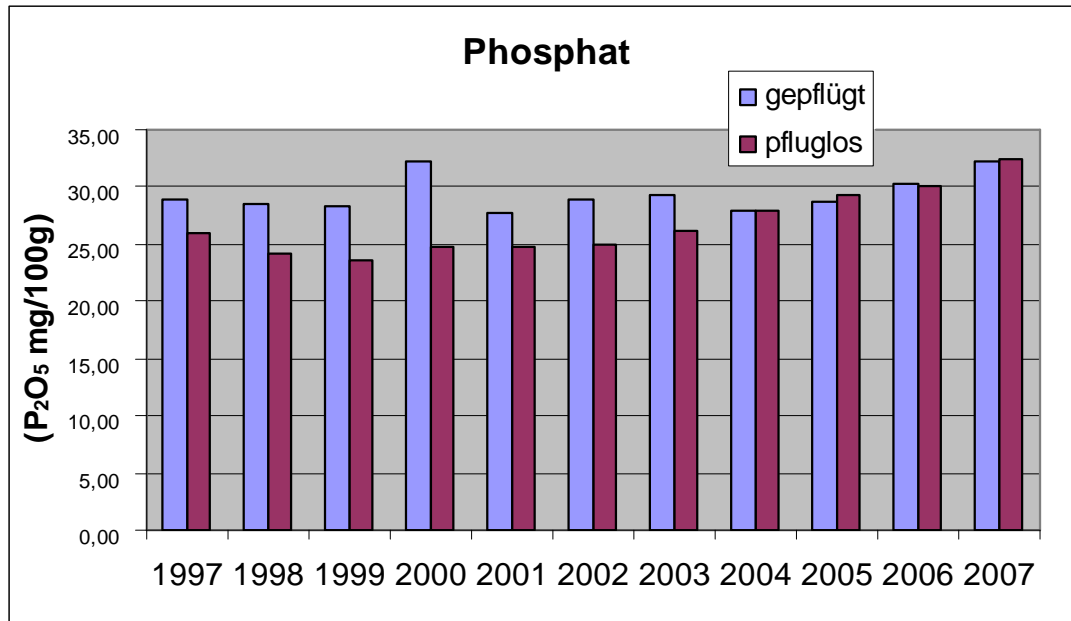


Abb. 26: Phosphatversorgung der Versuchsflächen

8.1.4 Kalium K_2O)

Der Kaliumgehalt wurde in der gepflügten Variante mit 13,25 bis 23,5 mg K_2O je 100 g Boden und in der pfluglosen Variante mit 20 bis 27,5 mg K_2O je 100 g Boden gemessen. Die Einstufung in die Gehaltstufe C + D wird mit optimal bzw. hoch gewertet. Der Kaliumwert lag in der pfluglosen Variante immer etwas höher als in der gepflügten Versuchsfläche (Abb. 7). Die etwas höheren Güllegaben dürften im Frühjahr bzw. Herbst für die höheren Werte gesorgt haben.

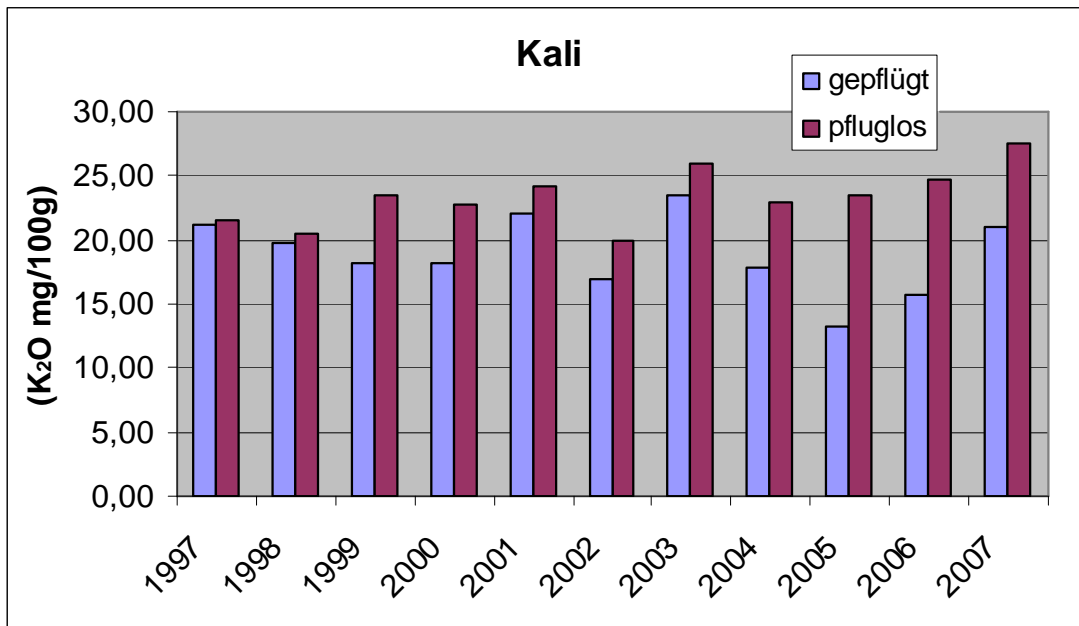


Abb. 27: Kaliversorgung der Versuchsflächen

8.1.5 Magnesium

Der Magnesiumgehalt hat sich im Laufe der Jahre auf beiden Flächen etwas verringert, wobei die Werte dicht beieinander liegen. Die Flächen werden mit der Gehaltstufe C als optimal eingestuft (Abb. 8).

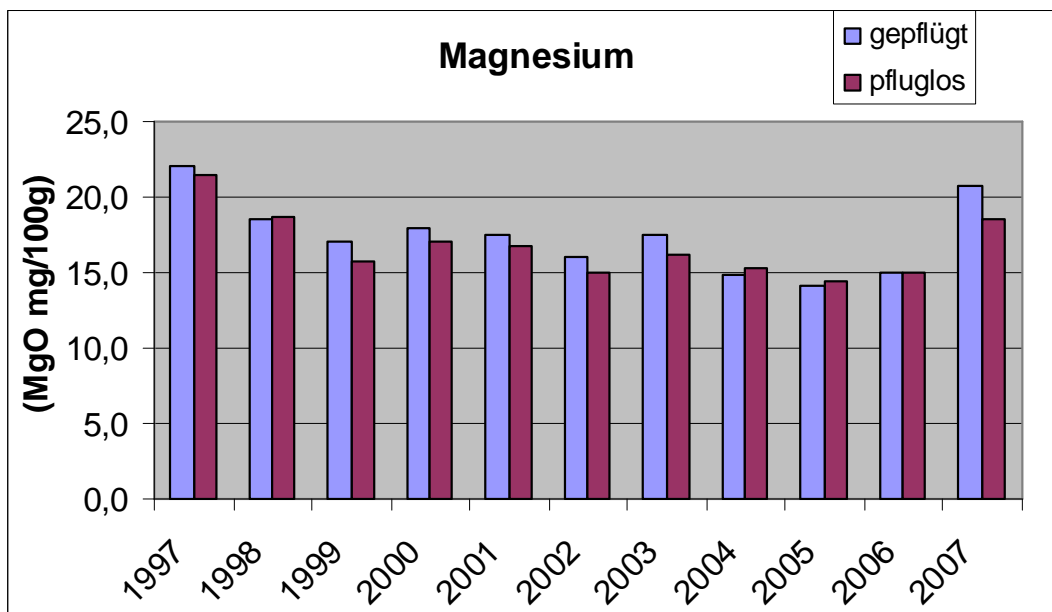


Abb. 28: Magnesiumversorgung der Versuchsflächen

8.2 Nährstoffverlagerung in den einzelnen Bodenzonen (nach 11 Versuchsjahren)

Je nach Art der Bodenbearbeitung vor der Bestellung kommt es zu Verlagerung von organischen Pflanzenresten und auch zur Verlagerung von Mineralstoffen von oben nach unten durch Niederschlag. Intensive Vermischung des Bodens bei der Pflugfurche und die deutlich geringere Einmischung von organischen Pflanzenresten und Dünger in der pfluglosen Bearbeitung dürften nach 11 Jahren Unterschiede bedingen.

Die pfluglose Variante wurde im Herbst bzw. Frühjahr mit 10–20 kg Stickstoff je ha etwas höher gedüngt (siehe Abb. 17).

Für eine Beurteilung wurden Bodenproben gezogen in den

Bodentiefen	0 – 10 cm
	10 – 20 cm
	20 – 30 cm
	30 – 40 cm.

Aus mehreren Wiederholungsbeprobungen wurden Durchschnittswerte gebildet.

8.2.1 pH-Wert

Der pH-Wert ist in der gepflügten Parzelle in 0 – 10 cm Tiefe deutlich niedriger als in der pfluglosen Parzelle, in der Bodentiefe 10 – 20 cm und 30 bis 40cm lag der pH-Wert in beiden Parzellen auf gleichem Niveau. In der Bodentiefe 20 bis 30 cm wurde in der Pflugparzelle ein höherer Wert gemessen.

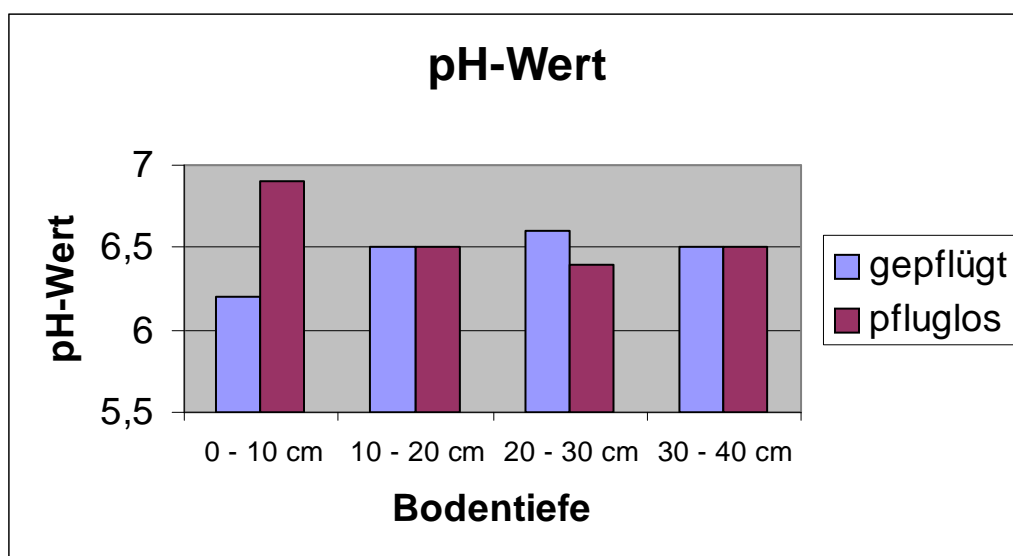


Abb. 29: pH-Wert in verschiedenen Bodentiefen

8.2.2 Humusgehalt

Bei der pfluglosen Bodenbearbeitung verbleiben die Ernterückstände vorwiegend an der Bodenoberfläche. In 0 – 10 cm ist der Humusgehalt in der pfluglosen Fläche mit 3,2 % und in 10 bis 20 cm auf 2,9% gegenüber der Pflugvariante deutlich angestiegen. In den Bodenzonen 20 – 30 cm und 30 – 40 cm liegt der Humusanteil in der pfluglosen Variante niedriger als in der gepflügten. Die gleichmäßige Verteilung von Humus über den gesamten bearbeiteten Bereich der Pflugfurche bis 30 cm wird hier deutlich siehe Abb. 30.

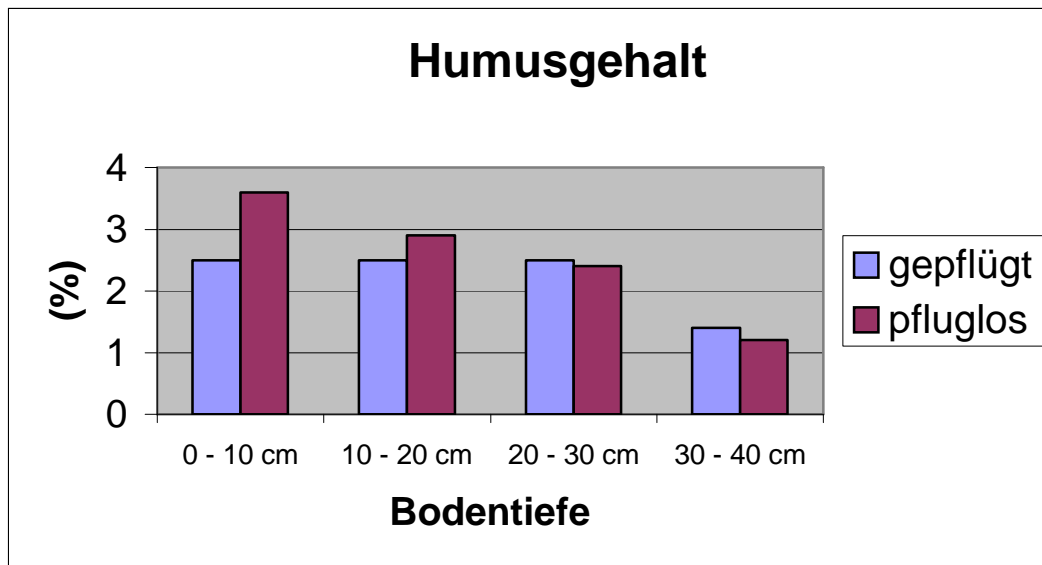


Abb. 30: Humusgehalt in verschiedenen Bodentiefe

8.2.3 Phosphat

Die Pflugfurche sorgt für eine gleichmäßige Versorgung mit P_2O_5 in den Bodenschichten 0 – 10, 10 – 20 und 20 – 30 cm durch die regelmäßige Vermischung der gesamten Ackerkrume. In der pfluglosen Variante steigt der P_2O_5 stärker an der Bodenoberfläche, weil eine vergleichbare Durchmischung des Bodes nicht erfolgt. Mit zunehmender Bodentiefe verringert sich den Gehalt an P_2O_5 .

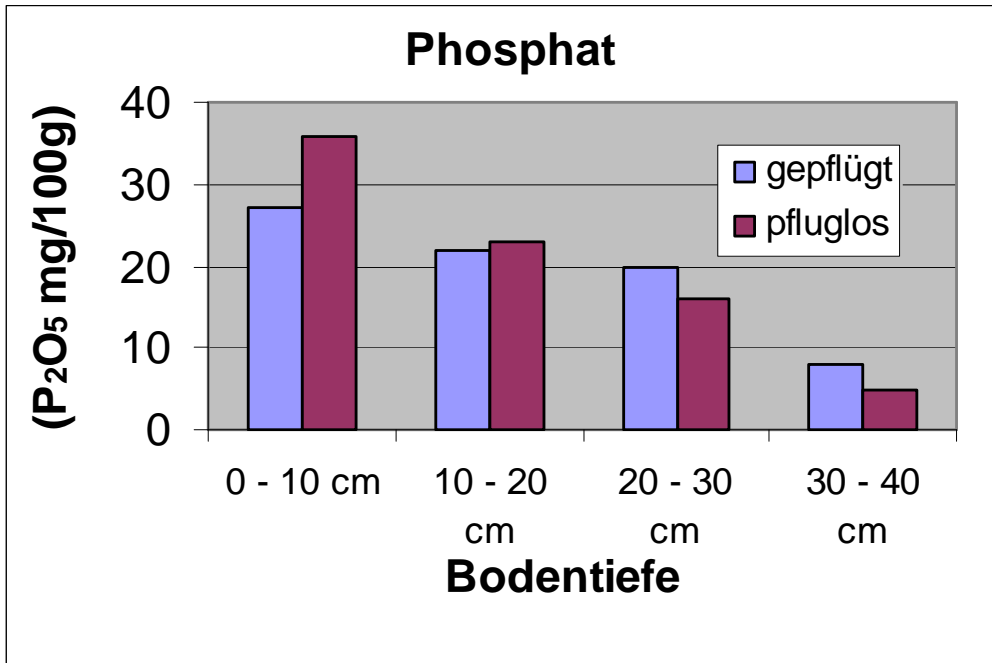


Abb. 31: Phosphatgehalt in verschiedenen Bodentiefen

8.2.4 Kalium

In der pfluglosen Bearbeitung wird in 0–10 cm Tiefe ein deutlich höherer Kaliumanteil ermittelt, der in der Bodentiefe 10–20, 20–30 cm und 30–40 cm absinkt.

In der gepflügten Variante wird deutlich, wie mit der jährlichen Pflugfurche Kali über den gesamten Pflughorizont gleichmäßiger gehalten werden kann.

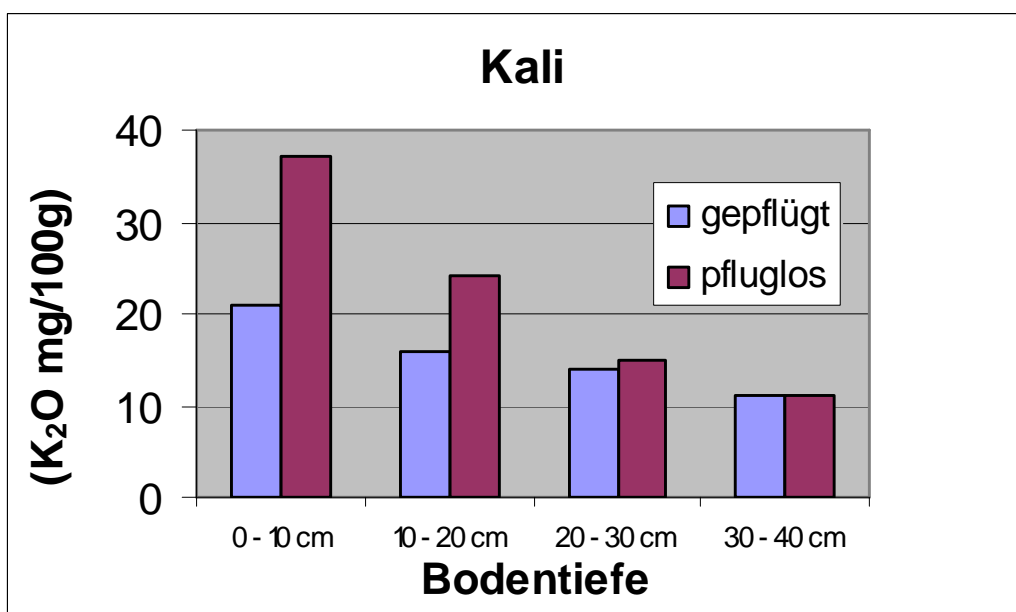


Abb. 32: Kaligehalt in verschiedenen Bodentiefen

8.2.5 Magnesium

Magnesium ist in beiden Flächen in 0 – 30 cm Tiefe in einem ähnlichen Versorgungsbereich vorhanden. In der Bodenzone 30 – 40 cm konnte insbesondere in der pfluglosen Variante ein deutlich höherer Anteil als in den darüber liegenden Bodenzonen festgestellt werden.

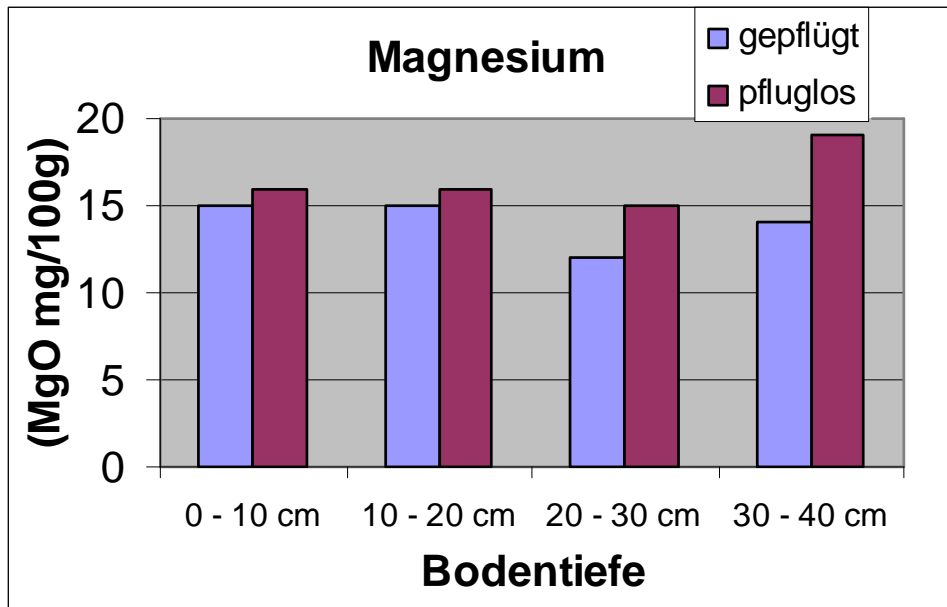


Abb. 26: Magnesiumgehalt in verschiedenen Bodentiefen

9. Veränderung des Bodengefüges durch die Bearbeitung

9.1. Bodendichte mit dem Penetrometer gemessen

Mit dem Penetrometer wird der Eindringwiderstand einer Metallspitze in den Boden gemessen. Je höher der Eindringwiderstand ist, umso fester ist der Boden gelagert. Die Ergebnisse geben einen Hinweis auf vorliegende Bodenverdichtungen im Ackerboden, die durch mechanische Belastungen entstanden sind.

9.1.1 Unbefahrene Fläche (Abb. 34)

Im unbefahrenen Boden (außerhalb der Fahrspur) wurde bis 28 cm Bodentiefe in der Pflugparzelle ein gleichbleibender Bodenwiderstand gemessen. Bei 28 cm ist die Pflugsohle

deutlich an dem zunehmenden Wert zu erkennen, der bis zu einer Tiefe von 33 bis 34 cm weiter deutlich ansteigt. Erst unter 35 cm nimmt der Bodenwiderstand ab.

In der pfluglosen Variante ist der Boden bis 5 cm Tiefe etwas lockerer, dann steigt der Wert bis zu einer Bodentiefe von 28 cm (alte Pflugsohle) über die Werte der Pflugparzelle.

Der Wert steigt dann zwar weiter etwas an, aber nicht so stark wie in der Pflugvariante. Es ist auch deutlich erkennbar, dass im Laufe der Jahre die alte Pflugsohle nicht mehr so deutlich gemessen wurde. Bei konsequenter pflugloser Bearbeitung lösen sich zumindest bei diesem Bodentyp alte Pflugsohlenverdichtungen wieder auf. Es ist aber auch eine sich bildende Grubbersohle in einer Arbeitstiefe von 14 bis 20 cm erkennbar. Regelmäßige Tieflockerungen dürften bei entsprechenden Bodenzuständen mit Anbaufrüchten (z.B. Raps) die zur Stabilisierung der Bodenlockerung führen zu empfehlen sein.

9.1.2 Vorgewendebereich (Abb. 35)

Das Vorgewende hat grundsätzlich einen höheren Eindringwiderstand gegenüber der nicht mit Rädern befahrenen Fläche. Es ist deutlich erkennbar, dass auf der Pflugparzelle bis zur Arbeitstiefe des Pfluges (30 cm) gleichmäßig ansteigende Werte vorliegen. Die Pflugsohle zeigt sich auch hier mit einem deutlichen Anstieg der Werte. In der pfluglosen Variante liegen durch den Kontaktflächendruck der Räder die Werte deutlich höher. Ein Rückgang der Penetrometerwerte durch Frost und Sommergare finden kaum statt. Diese Werte werden mit Ergebnissen aus den Messungen zur Lagerungsdichte und dem Porenvolumen bestätigt

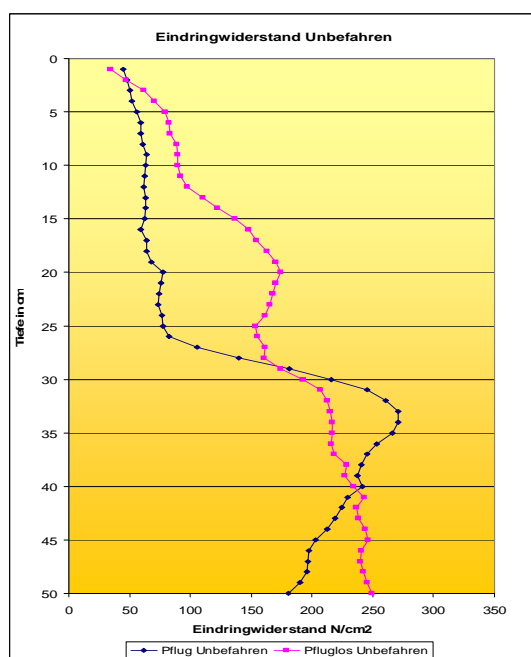


Abb. 34: Eindringwiderstand Unbefahren

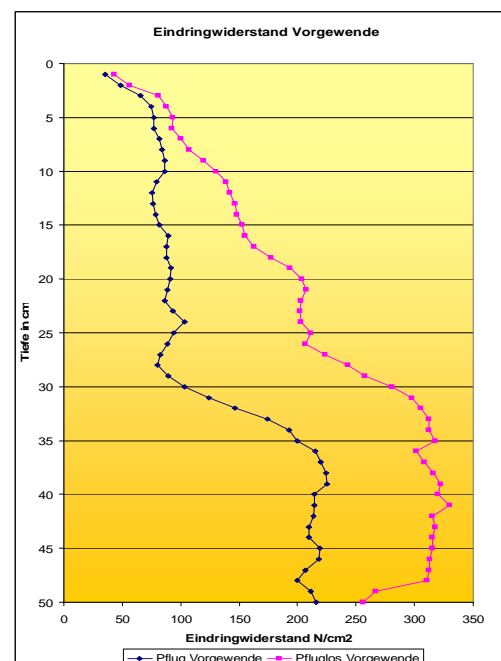


Abb. 35: Eindringwiderstand Vorgewende

9.2 Lagerungsdichte im Feldversuch

Die Lagerungsdichte wird durch die Bodenart, den Humusanteil, die Bodenbearbeitung und die Belastungen der Arbeitsmaschinen (Aufstandsgewicht und Kontaktflächendruck) beeinflusst. Je höher die Lagerungsdichte des Bodens ist, umso schwieriger ist es, für die Durchwurzelung, die Abdrainierung von Wasser sowie durch gleichzeitig weniger Luftvolumen für die Erwärmung des Bodens. Als Optimal werden für sandigen Lehm (sL) Lagerungsdichten um ca. 1,45 g/cm³ angesehen. Alle Werte, die darüber liegen stellen für das Wurzelwachstum, die Bodenerwärmung und die Abdrainierung schlechtere Bedingungen dar.

Tab. 9: Lagerungsdichte im Feldversuch

Lagerungsdichte im Feldversuch (Lehbek)

Variante	Tiefe (cm)	Pflug (g/cm ³)	Pfluglos (g/cm ³)
Unbefahren	10	1,49	1,35
	20	1,49	1,53
	30	1,44	1,67
	40	1,71	1,63
Vorgewende	10	1,42	1,49
	20	1,49	1,61
	30	1,54	1,66
	40	1,66	1,65
Fahrgasse	10	1,52	1,45
	20	1,51	1,53
	30	1,53	1,53
	40	1,74	1,74
Güllefassspur	10	1,59	1,45
	20	1,55	1,53
	30	1,56	1,51
	40	1,71	1,67

optimal für sL 1,45g/cm³

9.2.1 Unbefahren

Bis 10 cm Bodentiefe ist die Lagerungsdichte in der pfluglosen Variante deutlich geringer als in der Pflugparzelle. In der Bodentiefe von 20 cm und 30 cm wurde in der pfluglosen Parzelle eine höhere Lagerungsdichte gemessen. Erst bei 40 cm Bodentiefe ist die Lagerungsdichte in der pfluglosen Parzelle wieder niedriger.

Die Werte dürften sich auch im Entwicklungsverhalten der Pflanzen widerspiegeln. Der lockere Boden an der Oberfläche leitet das Niederschlagswasser sehr gut nach unten zu den bestehenden Regenwurmgingen ab (der Boden ist immer trockener).

Die höhere Dichte von in der Bodentiefe von 20 bis 30 cm mit dem geringeren Anteil an Luftporen verzögert die Erwärmung des Bodens, sodass die Pflanzenentwicklung insbesondere im Frühjahr immer etwas verzögert einsetzt. Es zeigte sich, dass dieser Wachstumsvorsprung der Pflugvariante von der pfluglosen Parzelle nicht immer wieder eingeholt wurde. Die geringere Lagerungsdichte bei 40 cm Tiefe entsteht durch die geringere Belastung des Bodens, weil über die Jahre kein Furchenrad wie bei der Pflugarbeit auf diesen Bodenbereich wirkte.

9.2.2 Vorgewendebereich

Das Vorgewende wird während des Jahres mehrfach befahren. Insbesondere die häufigen Überfahrten für Düngung und Pflanzenschutz und das unter Umständen bei feuchten Einsatzbedingungen wirken mehrfach im Laufe des Jahres auf den Boden. Bis auf den obersten Bodenbereich ist in der pfluglosen Variante der Boden gleichmäßig dicht gelagert. In der Pflug-Variante werden die obersten 30 cm jährlich gelockert, was die geringere Lagerungsdichte begründet. Es ist deshalb zu empfehlen auch im pfluglosen Anbau das Vorgewende mit Tieflockerungsgeräten bei trockenen Witterungsbedingungen zu lockern.

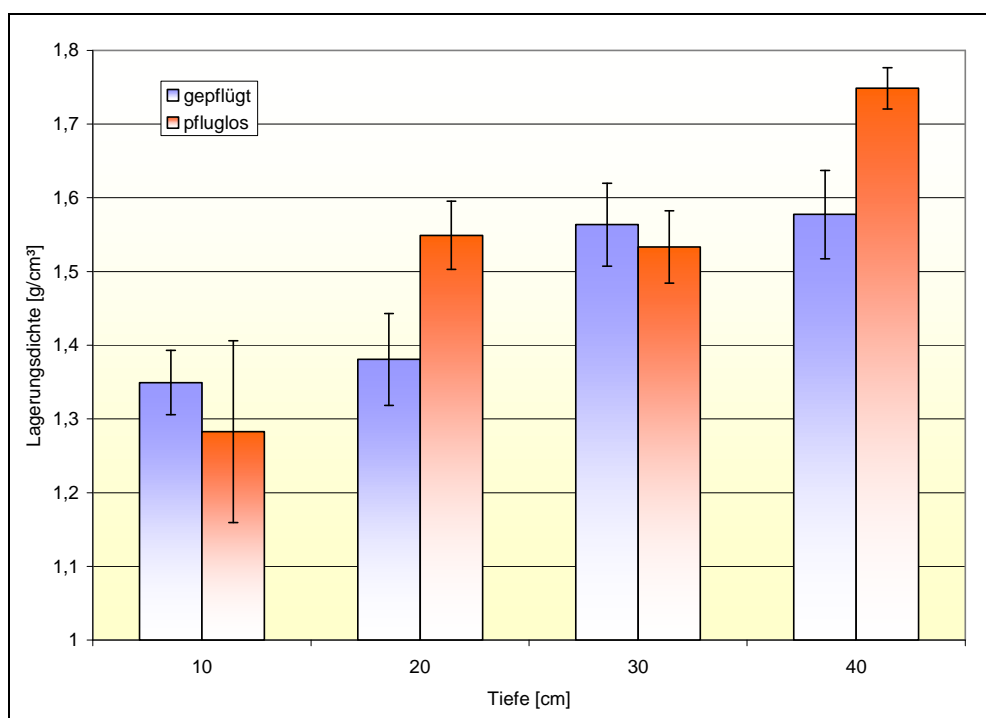


Abb. 36: Lagerungsdichte

9.3 Bodenfeuchte

Die Bodenfeuchte wurde im Frühjahr (Ende März) in den Bodentiefen 10, 20, 30 und 40 cm gemessen. Der Einfluss der Abdrainierung und die Speicherung von Niederschlagswasser werden in der nachfolgenden Abbildung deutlich. In den oberen 10 cm ist der Bodenfeuchteanteil in der pfluglosen Fläche bedingt durch den höheren Humusgehalt höher als in der Pflugparzelle. In 20 cm Bodentiefe ist der pfluglos bestellte Acker deutlich trockener als in den ersten 10 cm, dann steigt der Feuchtegehalt wieder etwas an. In 40 cm Bodentiefe wird es dann deutlich trockener. Die bestehenden Regenwurmgänge dürften für den zügigen Abtransport der Feuchtigkeit verantwortlich sein. Bedingt durch die höhere Lagerungsdichte des Bodens wird weniger Feuchtigkeit aufgenommen und der Boden wird dadurch trockener. Auch die um ein bis 2 Tage frühere Befahrbarkeit der pfluglos bestellten Fläche dürfte damit zusammenhängen.

In der gepflügten Variante steigt der Bodenfeuchtegehalt kontinuierlich bis zur Bodentiefe 30 cm an. Die vorhandene Pflugsohle bei ca. 30 cm Bodentiefe dürfte für den stetigen Feuchtanstieg verantwortlich, der den zügigen Wasserabfluss in den Unterboden verzögert. Der Unterschied in der Bodenfeuchte wird zwischen den beiden Bearbeitungsverfahren bei 40 cm sehr deutlich, was auf die Pflugsohle und die Anzahl der sehr stabil vorhandenen Regenwurmgänge zurückzuführen sein dürfte.

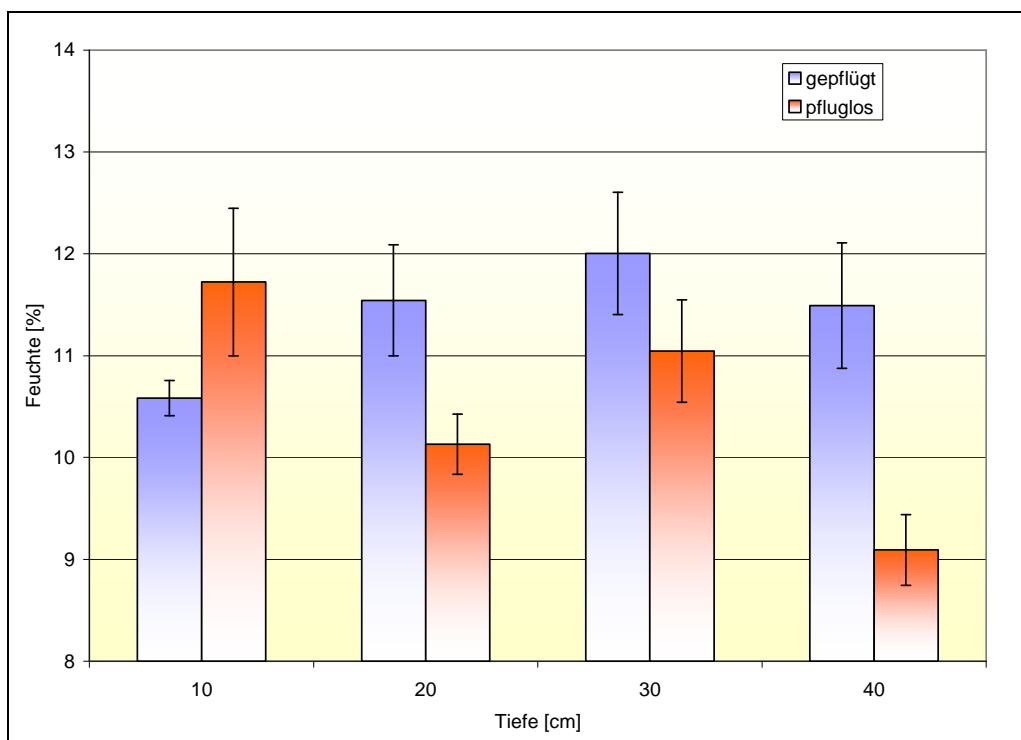


Abb. 37: Bodenfeuchte

9.4 Porenvolumen

Das Porenvolumen ist in den oberen 10 cm in beiden Bestellverfahren höher als in den darunter liegenden Bewertungstiefen, wobei die pfluglos bestellte Fläche einen etwas höheren Porenanteil aufweist. Daneben ist die Streuung der Werte gegenüber der gepflügten Variante deutlich größer. Einen deutlichen Unterschied im Porenvolumen zeigt die Bodentiefe von 20 cm. Hier gibt es in der gepflügten Variante einen deutlich höheren Anteil was auf die konsequente Pflugarbeit (28 cm Bearbeitungstiefe) zurückzuführen sein dürfte. Bei 30 cm Bodentiefe weisen die Werte in beiden Bodenbearbeitungsvariante ähnliche Werte auf. Bei 40 cm Bodentiefe unterscheiden sich beide Verfahren wieder sehr deutlich. Die gepflügte Fläche hat nach den Messungen einen höhern Porenanteil als die pfluglose bestellte Fläche, was auch in den Messungen mit dem Eindringwiderstand wiederzufinden ist.

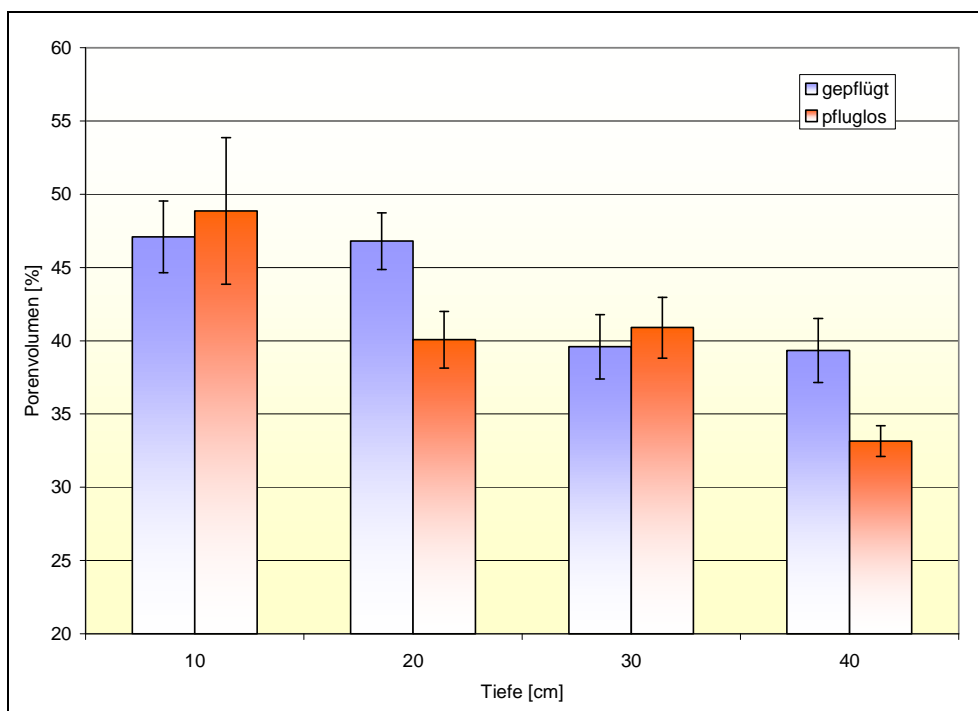


Abb. 38: Porenvolumen

9.5 Fahrspuren

Die Fahrspuren in der pfluglosen Parzelle waren immer geringer als in der Pflugparzelle. Die pfluglos bestellte Parzelle konnte im Frühjahr 1 bis 2 Tage vorher mit dem Güllewagen befahren werden.

Spurtiefe in den Fahrgassen

Variante	Pflug	Pfluglos
Spurtiefe in cm	5,9	4,5



Abb. 39: Fahrspuren gepflügt

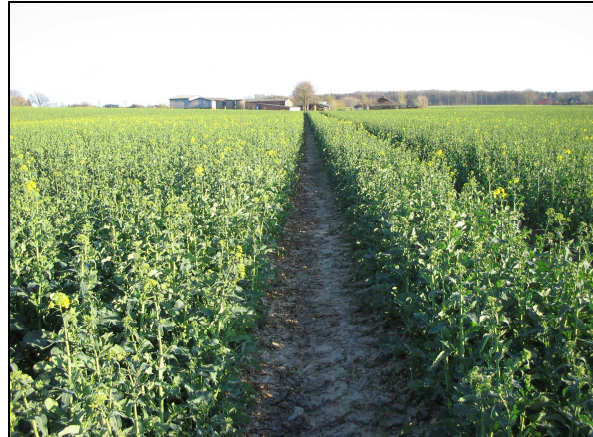


Abb. 40: Fahrspuren pfluglos

10. Bodenansprache

Es fällt auf, dass beide Varianten 2007 gegenüber 2003 eine geringere Durchwurzelung im krumennahen Unterboden zeigen (s.o.). Die Variante „Pfluglos“ weist in beiden Jahren im Vergleich zur Variante „Pflug“ eine höhere Durchwurzelung im Unterboden auf. In der Hauptvariante „Pfluglos“ sind auch 2007 noch die Anzeichen einer Pflugsohle erkennbar, wie z.B. sprunghafter Anstieg der Lagerungsdichte (2003), erhöhter Widerstand beim Graben in 30–40 cm Tiefe und Klumpengefüge bzw. Anzeichen eines Plattengefüges in 20–30 cm Tiefe. Des Weiteren sind in der Variante „Pfluglos“ in beiden Jahren mehr Regenwürmer (*Lumbricus terrestris*) gezählt worden.

2007 sind in der Variante „Pflug“ nur sehr wenige und in der Variante „Pfluglos“ keine Röhren von weniger als 2 mm Durchmesser gezählt worden. Als Ursache wird auch hierzu die trockene Witterung im Frühjahr (April/März 2007) vermutet. Die Regenwürmer ziehen sich bei „unwirtlichem“ Wetter (zu kalt oder zu trocken) in tiefere Bodenschichten zurück, drehen sich ein und überdauern in diesem „Ruhezustand“ z.B. eine Trockenheit. So ließen sich die fehlenden Röhren erklären, die Regenwürmer waren nicht aktiv, da vermutlich die trockene Witterung ihre Aktivitäten einschränkte.



gepflügt



pfluglos



pfluglos

Boden-Aufnahmebogen Variante "Pfluglos", Aufnahme datum 17.06.2003

Name: "Lücken" Variante: Pfluglos		Ausgangsgestein: Eiszeitl. Geschiebelehm		Vegetation: Raps (nach der Blüte) Höhe: 1,5 m		GW (cm): fern		Relief: Schw. kup.Gelände / M-N1		Datum: 17.06.2003		Witterung: Sonnig + trocken					
Nr.	Horizont	Tiefe cm	Farbe (feucht) - Munsell				B.-art	Skel. Vol.- %	Carb. %	Feuchte	Gefüge	Röhren		Durch- Wurzelg.	pH CaCl ₂	Humus Muns. %	Bemerkungen
			Matrix	Kontr.	mm	%						< 2	> 2				
1	Ap1	0 - 15	10YR 3/4			Ls	1	C2 - C3	f3	Krümel	8	4	W4	6,0		Arbeitstiefe 15 cm Tiefe keine Abgrenzung erkennbar	
2	Ap2	15 - 30	10YR 3/4			Ls	1	C1	f3	Subpoly- eder	6	4	W4	6,0			
3	Sw	30 - 41	10YR 4/4	Braune Marmorierung		Ls	1	C1	f3 - f4	subpoly	5	2	W3	6,2			
4	Sd	> 41	10YR 5/4	Braune und graue Marmorierung		Ls - Ts	1	C0	f3 - f4	subpoly	2	1	W4	6,3			
		> 80									2	1 - 3	W3	6,4			
Nr.	d _B g/cm ³		Bemerkungen:														
	Feld		Ap Horizontausprägung 28 bis 35 cm (Bohrstock) Beim Graben kein Horizont mit erhöhtem Widerstand festgestellt														
1	1,2 - 1,4																
2	1,4		pH-Werte: 10 cm 6,0				Pflanzliche organische Substanz: 10 cm 4,2										
			20 cm 6,0				in Masse % (inkl. Feinwurzeln) 20 cm 3,3										
			30 cm 6,2				30 cm 2,3										
3	1,6		40 cm 6,3				40 cm 2,2										
4	1,6		3 Lumbricus terrestris in 80 cm Tiefe														
Bodentyp: Pseudogley			Substrattyp: Geschiebelehm						Bodenform: Pseudogley aus Geschiebelehm								

Boden-Aufnahmebogen Variante "Pfluglos", Aufnahme datum 04.06.2007

Name: Lücken Variante: Pfluglos		Ausgangsgestein: Eiszeitl. Geschiebelehm		Vegetation: Raps (nach der Blüte) Höhe: 1,25 m		GW (cm): fern		Relief: Schw. kup.Gelände/ M-N1		Ort: Rabenholz		Datum: 04.06.2007		Witterung: wechselhaft / trocken			
Nr.	Horizont	Tiefe cm	Hor.- Grenze	Farbe (feucht) - Munsell				B.-art	Skel. Vol.- %	Carb. %	Feuchte	Gefüge	Röhren		Durch- Wurzelg.	pH CaCl ₂	Bemerkungen
				Matrix	Kontr.	mm	%						< 2	> 2			
1	Ap1	0 - 15	diffus- eben	10YR 4/4				Ls	< 1	C1	f2	brö/klu/sub			W4	6,42	
2	Ap2	-30	sch- eben	10YR 4/3				Ls	< 1	C0	f2	s. Bemerk.			W3	6,21	Gefüge: sub (15-20 cm) klu/pla (20-30 cm)
3	Sw	-59	dff- eben	10YR 5/4	7,5 YR 4/6		50	Ls	< 1	C0	(f1) - f2	bricht nicht			W3	6,25	Schw. Stippen (7,5 YR 2/2) 2-3 mm, 5 %
4	Sd	-80+		2,5YR 5/2	7,4 YR 4/6		40	Ls	< 1	C0	f2	sau			W3	6,28	Schw.Stippen (2,5 YR 2/2) 2-3 mm, 1 %
Nr.	d _B g/cm ³		Bemerkungen: Ap Horizontausprägung 28 bis 32 cm (Bohrstock) Beim Graben in 30 bis 40 cm Tiefe erhöhten Widerstand festgestellt 5 Lumbricus terrestrises bis 80 cm Horizont 3 bricht nicht bei der Spatenprobe, vermutlich aufgrund des trockenen Bodenzustands Profilwandbreite 80 cm, in 60 cm Tiefe gleichmäßige Bewurzelung der Profilwand (alle 10 cm Wurzeln vorhanden) Letzter Niederschlag 6 Tage vor Aufnahme (langanhaltende Trockenheit im April/Mai)														
	Feld																
	1	1,3 - 1,4															
	2	1,4 - 1,6															
	3	1,6															
4	1,6																
Bodentyp: Pseudogley			Substrattyp: Geschiebelehm			Boderform: Pseudogley - Parabraunerde aus Geschiebelehm											

Boden-Aufnahmebogen Variante "Pflug", Aufnahme datum 17.06.2003

Name: KEMPHY Variante: PFLUG	Ausgangsgestein: Eiszeitl. Geschiebelehm	Vegetation: Raps (nach der Blüte) Höhe: 1,5 m	GW (cm): fern	Relief: Schw. kup.Gelände/ M-N1	Ort: Rabenholz	Datum: 17.06.2003	Witterung: So./ trocken
---	--	--	------------------	---------------------------------------	-------------------	----------------------	----------------------------

Nr.	Horizont	Tiefe cm	Farbe (feucht) - Munsell				B.-art	Skel. Vol.- %	Carb. %	Feuchte	Gefüge	Röhren		Durch- Wurzelg.	pH CaCl ₂	Bemerkungen
			Matrix	Kontr.	mm	%						< 2	> 2			
1	Ap1	0 - 30	10YR 3/6				Stark sandiger Lehm	1	C0	f2	Krümel	6	2	W4	5,9	Pflugtiefe 28-30 cm / keine Abgrenzung zwischen Ap1 u. Ap2 / Horizont erkennbar Schwach ausgeprägtes Plattengefüge in 30 cm
2	Ap2	30 - 39	10YR 3/6				Stark sandiger Lehm	1	C0	f2	Subpoly- eder	6	2	W4	5,9	
3	Bv	39 - 55	10YR 4/6				Ls	1	C0	f3	Polyeder	4	1	W3	6,2	
4	Sw - Bv	55 - 70	10YR 6/1	Schwach braune Marmorierung			Ss - Su	1	C0	f3 - f4	Einzelkorn	2	1	W2	6,3	Glimmer
5	Sd - Bv	> 70	10YR 5/8	Schwach braune Marmorierung			Lt	1	C0	f4	Subpoly- eder/ Poly- eder	2	1	W2	6,3	

Nr.	d _B g/cm ³		Bemerkungen:
	Feld		
1	1,4		Ap Horizontausprägung 28 bis 30 cm (Bohrstock) Beim Graben in 30 bis 50 cm Tiefe erhöhten Widerstand festgestellt
2	1,4 - 1,6		pH-Werte: 10 cm 5,9 Pflanzliche organische Substanz: 10 cm 3,6 20 cm 5,9 in Masse % (inkl. Feinwurzeln) 20 cm 3,5 30 cm 5,9 30 cm 3,0 40 cm 6,2 40 cm 2,0
4	1,4		2 Lumbricus terrestrises in 60 cm Tiefe 1 Lumbricus terrestrises in 80 cm Tiefe
5	1,4 - 1,6		

Bodentyp: Pseudogley - Parabraunerde Substrattyp: Geschiebelehm Bodenform: Pseudogley - Parabraunerde aus Geschiebelehm

Name: KEMPY Variante: PFLUG		Ausgangsgestein: Eiszeitl. Geschiebelehm		Vegetation: Raps (nach der Blüte) Höhe: 1,5 m		GW (cm): fem		Relief: Schw. kup.Gelände/ M-N1		Ort: Rabenholz		Datum: 04.06.2007		Witterung: wechselhaft / trocken			
Nr.	Horizont	Tiefe cm	Hor.- Grenze	Farbe (feucht) - Munsell				B.-art	Skel. Vol.- %	Carb. %	Feuchte	Gefüge	Röhren		Durch- Wurzelg.	pH CaCl ₂	Bemerkungen
				Matrix	Kontr.	mm	%						< 2	> 2			
1	Ap1	0 - 30	diffus- eben	10YR 3/3				Ls	1	C0	f2	brö/klu/sub	2	2	W4	6,12	
2	Bv - Ap2	-40	deut- eben	10YR 4/4				Ls	1 - 2	C0	f2	pri-(sub)	1	-	W2	6,13	
3	Bv - Sw	-57	deut- w	10YR 4/4	7,5 YR 5/6		20	Ls	1	C0	f2	Oben: pri	2	1	W2	6,15	Schw. Stippen (10 YR 1.7/1) 3-4 mm 5-10 %
				Gr. Färb.	10 YR 5/4		15					Unten: sub-(pri)					
4	Sd	-80+		10YR 5/6	10 YR 4/6		30	Ls	1	C0	f2	sub-(pri)	1	1	W2	6,22	Glimmer; Schw. Stippen (10 YR 1.7/1) 3 mm 10 %
Nr.	d _B g/cm ³		Bemerkungen:														
	Feld																
1	1,4		Ap Horizontausprägung 28 bis 32 cm (Bohrstock) Beim Graben in 30 bis 50 cm Tiefe erhöhten Widerstand festgestellt														
2	1,6		1 Lumbricus terrestris im Ap Horizont 3 und 4 feuchter als bei der pfluglos Variante, brechen auch besser bei Spatenprobe														
3	1,4 - 1,6		Letzter Niederschlag 6 Tage vor Aufnahme (langanhaltende Trockenheit im April/Mai)														
4	1,4																
Bodentyp: Braunerde - Pseudogley			Substrattyp: Geschiebelehm						Bodenform: Pseudogley - Parabraunerde aus Geschiebelehm								

11. Zusammenfassung und Ausblick

Nach dem Übergang von der Pflug- zur Mulchsaat stabilisieren sich die Prozesse im Boden im Laufe von 2 – 3 Jahren. Aussagefähige Ergebnisse sind also erst danach zu erwarten. Der Betriebsleiter der pfluglosen Variante beherrschte das Verfahren im Laufe der Jahre immer besser. Der Ertrag in der gepflügten Variante war gegenüber der nicht gepflügten Variante bis auf wenige Ernten in den Jahren (97/98 und 03/04) höher. Die Einsparungen bei der Bodenbearbeitung fallen geringer aus als man allgemein unterstellt und gleichen nicht in jedem Fall den geringeren Ertrag aus. Fruchtfolgen die für den Getreidebau gute Vorfrüchte beinhalten (z.B. Raps, wohl auch Hafer, Kartoffeln, Z-Rüben, Hülsenfrüchte u.a.) dürfen dabei im Vorteil sein. Die höheren Aufwendungen für Saatgut, Pflanzenschutz, Düngung in der pfluglosen Variante gleichen gerade die geringeren Kosten der Arbeitserledigung aus.

Zusammenfassend kann man nach 12 Jahren festhalten:

- Die Wirtschaftlichkeit im gepflügten und pfluglosen Ackerbau ist etwa gleich.
- Die Erträge sind im pfluglosen Ackerbau etwas geringer, insbesondere bei Stoppelweizen.
- Nach guten Vorfrüchten, wie z. B. Raps, und auch Hafer zeigen die Erträge beider Varianten keinen Unterschied.
- Der Aufwand für Pflanzenschutz und Düngung liegt im pfluglosen Anbau etwas höher.
- Die Arbeitserledigungskosten und der Arbeitszeitbedarf liegen im pfluglosen Ackerbau niedriger.
- Die Zahlung der Modulationsprämie gleicht den wirtschaftlichen Nachteil des pfluglosen Anbaues aus.
- Der Boden wird im Laufe der Jahre tragfähiger, Niederschlagwasser zügiger abgeleitet, die Befahrbarkeit im Frühjahr verbessert.
- Ein optimaler Feldaufgang auf allen Teilen des Schlages ist Grundlage für ein vergleichbares Ertragsniveau.
- Nach schwieriger Herbstbestellung waren Feldaufgang und Bestand sehr viel besser als erwartet.
- Bei pfluglosem Getreidebau ist besonders wichtig, dass Mähdruschstroh kurz gehäckselt, gleichmäßig verteilt und eingearbeitet wird.
- Wichtig ist eine zusätzliche N-Düngung bei Mulchsaat, um die Pflanzenentwicklung im Herbst und Frühjahr anzuregen.
- Eine Herbizidbehandlung vor der Saat sichert eine geringe Verunkrautung im Herbst und vermindert den Aufwuchs von Ausfallgetreide in der Folgefrucht.
- Pfluglos bestellte Bestände benötigen eine intensivere Beobachtung.
- In der arbeitsintensiven Herbstbestellung steigt die Schlagkraft durch pfluglosen Anbau deutlich.

Empfehlung: Der über 12 Jahre laufende Versuch hat in diesem Zeitraum den Boden im Hinblick auf Wasserhaushalt, Nährstoff- und Humusverlagerung und anderen Bodenparametern erheblich verändert. Solche vom Grundsatz über einen langen Zeitraum sich entwickelnde Eigenschaften sollten für weitere Versuchsjahre genutzt werden. Eine Weiterführung des Projektes ist deshalb überaus sinnvoll.

Rendsburg, 5. Februar 2008

Werner Holz, Dipl-Ing.