

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II  
- Grünlandwirtschaft und Futterbau -  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

**Zur Masse und Qualität von Ackerpferch-Zwischenfrüchten  
in Abhängigkeit von Art bzw. Sortentyp,  
Saat- und Erntezeitpunkt**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. agr.)  
beim Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und Umweltmanagement  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von  
**Dipl. -Ing. agr. Silke Echternacht**  
aus Gießen

Gießen 2004

Dekan: Prof. Dr. W. Köhler

1. Gutachter: Prof. Dr. Dr. h.c. W. Opitz von Boberfeld
2. Gutachter: Prof. Dr. E. Weigand
3. Gutachter: Prof. Dr. R. Marquard

Tag der mündlichen Prüfung: 29.10.2004

## Inhalt

1 Einleitung .....	1
2 Literaturübersicht .....	2
2.1 Winteraußenhaltung und Standort .....	2
2.1.1 Standortfragen .....	2
2.1.2 Winterweide und Alternativen .....	4
2.1.3 Winterfutter "auf dem Halm" .....	5
2.2 Zwischenfrüchte und Ackerpferchhaltung .....	6
2.2.1 Zwischenfrüchte .....	6
2.2.2 Ackerpferch-Zwischenfrüchte .....	7
2.2.3 Glucosinolate .....	15
2.3 Arbeitshypothese .....	18
3 Material und Methoden .....	20
3.1 Material .....	20
3.1.1 Standort und Witterung .....	20
3.1.2 Varianten und Versuchsanlage .....	20
3.2 Methoden .....	22
3.2.1 Ertragsermittlung und Probennahme .....	22
3.2.2 Futterqualität .....	23
3.2.3 Statistische Auswertung .....	27
4 Ergebnisse .....	28
4.1 TS-Ertrag und Ertragsstruktur .....	28
4.1.1 TS-Ertrag .....	28
4.1.2 Ertragsstruktur .....	30
4.1.3 N-Entzüge .....	32

---

4.2 Futterqualität .....	34
4.2.1 Energiedichte .....	34
4.2.2 Rohprotein-Konzentration .....	36
4.2.3 Rohprotein/Energie-Quotient .....	38
4.2.4 Ergosterol .....	40
4.2.5 Glucosinolate .....	42
5 Diskussion .....	44
5.1 TS-Ertrag und Ertragsstruktur .....	44
5.2 Futterqualität .....	47
6 Zusammenfassung .....	62
7 Summary .....	64
8 Literaturverzeichnis .....	66
9 Tabellenanhang .....	77

# 1 Einleitung

Die Winteraußenhaltung von Mutterkühen bietet die Möglichkeit einer naturnahen, standortangepassten Fleischerzeugung. Für den Landwirt kann die Rentabilität des Produktionssystems durch reduzierte Gebäudekosten sowie durch die Nutzung von "Winterfutter auf dem Halm" verbessert werden. Untersuchungen zu Winterweidesystemen auf Dauergrünland anhand perennierender Grasarten und Aufwüchsen wichtiger Weidegesellschaften haben gezeigt, dass - ab Juli von einer Nutzung ausgespart - Weideaufwüchse die Futtergrundlage für Mutterkühe bis zum Jahresende in ausreichender Masse und Qualität stellen können (OPITZ v. BOBERFELD & WOLF 2002, WÖHLER 2003, WOLF & OPITZ v. BOBERFELD 2003, BANZHAF 2004). Wo Winterweiden eine unzureichende Tragfähigkeit aufweisen, können Acker- und Strohperche in Systemen mit ganzjähriger Freilandhaltung eine Alternative zu Winterweiden auf Dauergrünland sein. Strohperche bieten ebenfalls den Vorteil, dass Stallkosten eingespart werden können, als Futtergrundlage muss jedoch auf Futterkonserven zurückgegriffen werden. In Ackerperchen können Ausfallgetreide und Stoppelreste die Weideperiode verlängern, das Futterangebot lässt sich aber auch durch den gezielten Anbau von Zwischenfrüchten verbessern. Zwischenfrüchte liefern nicht nur ein hochverdauliches Futter, sie decken auch eine Vielzahl an ökologischen Funktionen - wie Erosionsschutz, Wasserschutz, Humusaufbau, biologische Schädlingsbekämpfung und Unkrautregulierung - ab (KREMER-SCHILLINGS 1981, SCHÄFER 1991, RENIUS 1992).

Ziel dieser Arbeit ist, Ackerperch-Zwischenfrüchte unter variierenden Bedingungen im Hinblick auf ihre Eignung für Mutterkühe und Fleischrinder zu untersuchen.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Winteraußenhaltung und Standort

#### 2.1.1 Standortfragen

Die ganzjährige Freilandhaltung von Mutterkühen, Fleischrindern und Schafen stellt eine extensive Form agrarischer Landnutzung dar und bietet gegenüber der Winterstallhaltung den Vorteil reduzierter Gebäudekosten und Aufwendungen für Konserven sowie den Vorteil einer Verminderung des Arbeitszeitbedarfes (VAN KEUREN 1970, DEBLITZ et al. 1993, HOCHBERG 1998). Seit einigen Jahren wird dieses Haltungsverfahren auch für den mitteleuropäischen Raum vermehrt diskutiert (LANGHOLZ 1992, DEBLITZ et al. 1993, BUCHWALD 1994, BAUER 1996, WALLBAUM 1996, OPITZ v. BOBERFELD & STERZENBACH 1999, OPITZ v. BOBERFELD 2001, WOLF 2002, WÖHLER 2003, BANZHAF 2004), wobei der Mangel an ausreichend trittfesten Dauergrünlandnarben meist der limitierende Faktor für dieses Produktionssystem ist (LOCKHART et al. 1969, DEBLITZ et al. 1993, OPITZ v. BOBERFELD 1997, OPITZ v. BOBERFELD & STERZENBACH 1999). Nach OPITZ v. BOBERFELD (2001) sind vor allem flachgründige oder sandige Böden - wie Ranker, Rendzinen oder Sand-Braunerden - ohne Stau- oder Grundwasserbeeinflussung geeignet. Für Pelosole, gebildet aus tonreichen Substraten (MÜCKENHAUSEN 1993), ist ein hoher Anteil an Totwasser und eine schlechte Dränwirkung typisch. Sie sind nicht trittfest und als Standorte für Winterweiden ungeeignet. Ebenso ungünstig für jegliche Form der Winteraußenhaltung sind in der frostfreien Zeit Moorböden, Gleye und Pseudogleye (OPITZ v. BOBERFELD 2002). Neben der durch die Winterbeweidung zu erwartenden Narbenschädigung kann der Boden nach WABMUTH (1999) auch eine direkte Wirkung auf die Tiere ausüben. So wird zum Beispiel bei staunassen Böden die Klauengesundheit beeinträchtigt; besonders bei tonhaltigen Böden können im Winter gefrorene Unebenheiten zu Verletzungen im Klauenbereich führen.

Ein Nachteil von sandigen Böden ist allerdings die Gefahr der Verfrachtung von Nährstoffen nach der Mineralisierung der Exkremente, je stärker die Sandfraktion vorherrscht. Vor allem häufig frequentierte Weidebereiche, wie Futter-, Liege- und Tränkeplätze, gehören zu den Problembereichen (EBEL & MILIMONKA 1998, HOCHBERG & WEIß 1998, WEISE et al. 1998, OPITZ v. BOBERFELD & STERZENBACH 1999, EBEL & MILIMONKA 2003). Gezielte Maßnahmen im Weidemanagement können die Belastung dieser Regionen reduzieren. So führt ein Bereitstellen von Winterfutter "auf dem Halm" dazu, dass sich die Tiere die meiste Zeit über die Fläche verteilt aufhalten, während sie bei ausschließlicher Versorgung über stationäre Futterraufen größtenteils (= bis zu 90 %) in einem engen Umkreis um die

Futterstellen verweilen (PRIEBE & ZUBE 1998). Durch einen regelmäßigen Wechsel der Futterplätze sowie durch Bereitstellen von ausreichend eingestreuten Liegeplätzen kann starken Belastungen dieser Weidebereiche mit Exkrementen vorgebeugt werden (EBEL & MILIMONKA 1998). Neben der Tragfähigkeit des Bodens spielt auch die zur Verfügung stehende Fläche eine Rolle für die Rentabilität von Systemen der Winteraußenhaltung. Nach BUCHWALD (1994) reicht der Verzicht auf konventionelle Winterstallhaltung meist nicht aus, um eine ausreichende Arbeitsentlohnung zu gewähren; hier sind neben Vermarktungsstrategien, Herdengröße und Flächenausstattung die durchschnittliche Schlaggröße der Betriebe sowie eine deutliche Senkung der Grund- und Kraftfutterkosten zu nennen. In Ländern, wie Neuseeland und den USA, wo nicht die Fläche sondern der Produktpreis limitierend auf das Produktionssystem Fleischerzeugung wirkt, hat die Ganzjahresaußenhaltung eine größere Bedeutung (DEBLITZ 1994). Die Futterkosten im Winter können erheblich gesenkt werden, wenn es gelingt, zumindest einen Teil der Konserven durch Futter "auf dem Halm" zu ersetzen (SCHNEIDER 1917, HUGHES 1954, CORBETT 1957, VAN KEUREN 1970a, BLACK 1978, BARTHOLOMEW et al. 1997, HALL et al. 1998, FREEZE et al. 1999) und wenn der Produktionsrhythmus dem Vegetationsverlauf, z.B. durch Frühjahrskalbung, angepasst wird. Mehrere Autoren stellen Masseverluste bei alleiniger Versorgung der Tiere durch natürlichen Aufwuchs im Winter fest (HUGHES 1954, BOEKER 1957, FREEZE et al. 1999), während bei einer Zufütterung mit Heu offenbar auch Zunahmen zu erzielen sind (VAN KEUREN 1970a, VILLALOBOS et al. 1997). Durch kompensatorisches Wachstum können in Zeiten besserer Futtermittellieferung saisonal auftretende Masseverluste ausgeglichen werden (HUGHES 1961, MENKE 1987, JEROCH et al. 1999). Untersuchungen in den USA zeigen, dass offenbar ein Absinken der Konditionsnote - beurteilt nach dem schottischen Condition Scoring System (LOWMAN et al. 1973) mit einer Skala von 0 bis 5 - bei frühjahrskalbenden Kühen von 3,5 im Herbst um knapp 1,5 Punkte bis Weideauftrieb im Frühjahr möglich ist, ohne dass negative Auswirkungen auf das Absetzgewicht des Kalbes festzustellen sind (RUSSEL & BROADBENT 1985). Eine gezielte Unterfütterung der tragenden Tiere auf Suberhaltungsniveau wird nach DEBLITZ (1994) häufig in den USA und Neuseeland während der Wintermonate praktiziert, um Winterfutter zu sparen.

### 2.1.2 Winterweide und Alternativen

Es ist sinnvoller Tiere weiden zu lassen, als das Futter zu ernten, zu lagern und dann wieder zu den Tieren zu transportieren (PETERSON et al. 1965). Im atlantisch geprägten Klima Großbritanniens hat die Winterweide auf Dauergrünland eine lange Tradition; erste Erwähnungen stammen aus dem 13. Jahrhundert (FRANKLIN 1953). Auch in dem klimatisch kontinentalen Norden der USA hat die Winterweide eine größere Bedeutung (TAYLOR & TEMPELTON 1976, BALASKO 1977, MATCHES 1979, ALLEN et al. 1989, BARTHOLOMEW et al. 1997). Bei KASDORFF (1955) finden neben Dauergrünland auch Zwischenfruchtfutterschläge zur Verlängerung der Weideperiode bis in den Winter Beachtung. Wo Winterweiden eine unzureichende Tragfähigkeit aufweisen, kann ein auf Ackerland stehendes Winterfutterlager zur Beweidung angelegt werden. Zur Nutzung als **Ackerpferch** wird Ackerland mit mobilen Weidezäunen schlagweise abgegrenzt; der Auslauf ist dadurch relativ groß bemessen (OPITZ v. BOBERFELD 1997). Ackerpferche können, wie bei Winterweide auf Dauergrünland, auch Einsparungsmöglichkeiten durch Verlängerung der Weideperiode bieten, wodurch der Bedarf an kostenintensiven Futterkonserven gesenkt werden kann. Neben der traditionellen Form der Stoppelweide oder Stoppelhutung, bei der die Tiere auf brachliegenden Ackerschlägen Ausfallgetreide und Stoppelreste aufnehmen, bietet sich die Möglichkeit der gezielten Verbesserung des Futterangebots durch Zwischenfrüchte an (OPITZ v. BOBERFELD 1997). Zwischenfrüchte liefern ein hochverdauliches Grundfutter (RENIUS 1992), das je nach Bedarf durch qualitativ weniger hochwertige, aber rohfaserreiche Konserven (= Stroh oder Heu von überständigen Aufwüchsen) zur Strukturverbesserung ergänzt werden kann.

**Strohperche** auf Ackerland haben ebenfalls den Vorteil, dass Stallkosten eingespart werden. Bei Besatzdichten, die mit Stallhaltung durchaus vergleichbar sind, muss jedoch mit ausreichender Menge Einstreu, etwa 20 kg pro Tier und Tag, kalkuliert werden, um den Eintrag größerer Nährstoffmengen in den Boden zu verhindern (OPITZ v. BOBERFELD & STERZENBACH 1999). Dies entspricht etwa der doppelten Einstreumenge wie in Tieflaufställen üblich und ist damit vergleichsweise hoch. Ein beträchtlicher Teil des Streumaterials wird jedoch auch als Futter aufgenommen, eine verlässliche Aufteilung der Gesamtmenge in Futter und Einstreu ist nicht möglich. Des Weiteren ist eine feste Einzäunung des Pferches durch mobile Gatter (= Corral-Systeme) zu gewährleisten. Als Winterfuttergrundlage wird in der Regel auf Heu und Silage zurückgegriffen. Um die Anzahl der Pferchstage möglichst gering zu halten (ARNDT 1995), sollten die Tiere in Frostperioden nach Möglichkeit Weidegang haben (OPITZ v. BOBERFELD & STERZENBACH 1999). Auch eine Kombination von Acker- und Strohperch wäre in diesem Zusammenhang denkbar.

### 2.1.3 Winterfutter "auf dem Halm"

Der Begriff "foggage" wird in jüngerer Zeit verwendet, um das Anlegen eines stehenden Winterfutterlagers auf Dauergrünland zu bezeichnen; auch hinter dem sogenannten "stockpiling" verbirgt sich die winterliche Beweidung von ab August geschonten Beständen (BOEKER 1957, DEBLITZ et al. 1993). Eine zu frühe Schonung der Grünlandaufwüchse als Winterweide geht offenbar zu Lasten der Futterqualität (MATCHES 1979, OPITZ v. BOBERFELD & WOLF 2002, WÖHLER 2003). Je später die letzte Vornutzung in der Vegetationsperiode, desto besser ist in der Regel die Winterfutterqualität, aber umso niedriger ist der Ertrag. Mit fortschreitendem Winter nehmen sowohl Ertrag als auch die Qualität des Futters ab (OPITZ v. BOBERFELD & WOLF 2002, OPITZ v. BOBERFELD & WÖHLER 2002). Durch verdorbenes Winterfutter "auf dem Halm" kann nach WHEELER (1968) sowohl die Gesundheit der Tiere als auch die Ausdauer der perennierenden Arten nachhaltig geschädigt werden. Je nach Witterungsverlauf im Herbst ist unter Umständen bei extrem überständigem Futter die Gefahr von Mykotoxinbelastung gegeben. Ein Indikator für den Verpilzungsgrad stellt die **Ergosterol-Konzentration** dar (OPITZ v. BOBERFELD 1996, OPITZ v. BOBERFELD et al. 2000, LASER et al. 2004). Als wintergrüne Art wirkt sich *Festuca arundinaceae* als Hauptbestandsbildner positiv auf die Futterqualität und den Ertrag aus (OPITZ v. BOBERFELD 1997, TITZE 1997, OPITZ v. BOBERFELD & WOLF 2002); vor allem in strengen Wintern wird der Vorteil von *Festuca arundinaceae* im Vergleich zu *Lolium perenne* deutlich (OPITZ v. BOBERFELD 2002, OPITZ v. BOBERFELD & WOLF 2002). In diesem Zusammenhang spielt die Frostresistenz, die nach SAKAI & LARCHER (1987) abhängig von der Pflanzenart, dem Gewebe und dem Entwicklungsstadium der Pflanze ist, eine Rolle. Die Frostempfindlichkeit und das Ausmaß der Frostschäden können zwischen den Pflanzenarten und den Entwicklungsstadien stark variieren. Bei den meisten Gräsern und Kräutern sterben im Winter die Blätter ab, es bleiben höchstens die Blätter in Bodennähe oder Rosettenblätter grün; sie überwintern, indem die Erneuerungsknospen durch Laub und Schnee geschützt unmittelbar am Boden liegen (BAEUMER 1992). Getreidearten können auch nach starken Frostschäden überleben, wenn das Meristem intakt bleibt (OLIEN & MARCHETTI 1976, TANINO & MCKERSIE 1985, SAKAI & LARCHER 1987). Bei Dicotyledonen sind offenbar die älteren, insbesondere die seneszenten Blätter am frostempfindlichsten, Stängel, Knospen und junge Blätter hingegen weniger. Grün überwintrende Kräuterarten sind in der Regel besonders von Frostschäden betroffen. Eisbildung in den Zellen kann zu einer mechanischen Zerstörung der Zellmembran führen. Eine größere Frosthärte bildet sich aus, wenn die Feldfrüchte vor der Überwinterung einer mehrwöchigen Phase mit niedrigen, die Stoffwechselfunktionen noch

nicht gefährdenden Temperaturen von  $-2$  bis  $+8$  °C unterliegen (BAEUMER 1992). Auch durch einen geringen Wassergehalt zu Beginn der Frostperiode kann das Gefrieren verhindert bzw. hinausgeschoben werden (KLEBESADEL 1993). Des Weiteren kann durch den Einbau kältestabiler Phospholipide in die Biomembranen die Einlagerung spezieller Aminosäuren, Zucker und Zuckerderivate die Frostresistenz erhöht werden (LARCHER 2001).

Bezogen auf die Ertragsleistung, Frosthärte und Standfestigkeit verschiedener Raps- und Kohlsorten (SCHLOTT 1980) gilt offenbar, dass die Frostempfindlichkeit mit steigenden Erträgen zunimmt, die Standfestigkeit jedoch, abhängig von Stängel und Verholzungsgrad, nicht parallel zur Frostresistenz verläuft. In Großversuchen zur Winterdirektäsung für Rot- und Rehwild stellt JAHN-DEESBACH (1971) fest, dass sich Markstammkohl eher für eine Vorwinterweide eignet als der frosthärtere Blattstammkohl. Winterraps bietet sich dagegen für die eigentliche Winter- und Nachwinterweide an und liefert auch bei höherer Schneedecke noch qualitativ hochwertiges Futter. Es ist davon auszugehen, dass - wie bei Winterweide auf Dauergrünland - Qualität und Ertrag mit fortschreitendem Winter abnehmen (OPITZ v. BOBERFELD & WOLF 2002, OPITZ v. BOBERFELD & WÖHLER 2002).

## **2.2 Zwischenfrüchte und Ackerpferchhaltung**

### **2.2.1 Zwischenfrüchte**

Der Anbau von Zwischenfrüchten deckt eine Vielzahl von ökologischen Funktionen, wie Erosionsschutz, Wasserschutz, Humusaufbau, biologische Unkrautregulierung und Schädlingsbekämpfung (KREMER-SCHILLINGS 1981, SCHÄFER 1991, RENIUS 1992) ab. Neben diesen umweltbezogenen Vorteilen kann durch Zwischenfruchtbau aber auch die Leistungsfähigkeit des Ackerbaus verbessert werden. Zwischenfrüchte vermögen die Produktivität und die Ertragsicherheit von Folgefrüchten zu steigern (HEYLAND & BRAUN 1980, BAEUMER 1992). Für die Futternutzung von Zwischenfrüchten zur Verlängerung der Weideperiode in den Herbst und Winter hinein bieten sich vor allem Stoppelfrüchte und Untersaaten an (RENIUS 1992); nach KASDORFF (1955) sind, früh gesät, auch Winterzwischenfrüchte geeignet. Die Weidenutzung der Untersaaten fällt hauptsächlich in den Zeitraum September/Oktober und kann je nach Witterung bis in den Dezember hinein möglich sein; des Weiteren wird der Vorteil einer besseren Trittsverträglichkeit von Untersaaten im Vergleich zu Stoppelsaaten bei der Beweidung hervorgehoben (RENIUS 1992). Als Untersaaten haben vor allem Kleearten, Gräser und Klee gras-Gemenge Bedeutung. Nach OPITZ v. BOBERFELD & SCHULTHEISS (1993) und SCHULTHEISS & OPITZ v. BOBERFELD (1994)

eignet sich zur Begrünung *Festuca rubra* offenbar gut als Untersaat; der Anbau von *Lolium perenne*, *Trifolium repens* und *Trifolium pratense* ist aufgrund vor allem von Lichtmangel mit Unsicherheit behaftet. *Dactylis glomerata* - im Herbst gesät - scheidet für Regionen mit langer Vegetationsperiode nach dieser Untersuchung aufgrund starker Deckfrucht-Beeinflussung aus. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch BRODOWSKI (2001). Untersuchungen zu Untersaaten in Winterweizen ergeben, dass bei Herbstsaat offenbar *Festuca rubra* geeignet ist, während Frühjahrssaaten mit *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Lolium multiflorum* und *Trifolium pratense* mit Unsicherheit behaftet waren. Im Gegensatz dazu findet bei RENIUS (1992) vor allem *Lolium multiflorum* als Untersaat Beachtung. Nach Untersuchungen, die im Hinblick auf winterliche Beweidung in Großbritannien vorliegen, ist offenbar aufgrund mangelnder Winterhärte der genannten Arten eine Winternutzung jedoch nur begrenzt möglich (BOEKER 1957).

Die Nutzung von Winterzwischenfrüchten erfolgt in der Regel im folgenden Frühjahr. Es sind grün überwinternde Arten, die schon bei geringen Temperaturen ihr Wachstum wieder aufnehmen und so bereits ab Mitte April Grünfütter zum Abweiden oder als Stallfütter liefern (KASDORFF 1955, NÖSBERGER 1986, BAEUMER 1992, RENIUS 1992). Zu den Winterzwischenfrüchten zählen Winterraps, Winterrüben, Grünroggen und Gemenge sowie das Landsberger Gemenge (SIMON 1987, RENIUS 1992). Vor allem *Brassicaceen* aber auch *Lolium multiflorum* sowie *Fabaceen* kommen nach verschiedenen Autoren (NÖSBERGER 1986, BAEUMER 1992, RENIUS 1992) als Stoppelsaaten in Betracht. Damit bis zur Nutzung im Herbst und Winter ausreichend Masse gebildet werden kann, ist die Stoppelsaat so früh wie möglich auszubringen. Auf eine Saatzeitverzögerung reagieren die verschiedenen Zwischenfrüchte unterschiedlich; Vertreter der *Brassicaceen* sind offenbar besser spätsaatverträglich als Arten der *Poaceen* (SCHUSTER 1966, SCHULTE 1980, SIMON 1987).

### **2.2.2 Ackerferch-Zwischenfrüchte**

Informationen zur Winternutzung von Zwischenfrüchten unter mitteleuropäischen Verhältnissen liegen - bezogen auf Ertrag und Qualität - in der Literatur nur ausgesprochen begrenzt vor. Sie reduzieren sich im Wesentlichen auf Artikel in praxisorientierten Zeitschriften und liefern nur wenige allgemeingültige Anhaltspunkte für die Eignung als Winterfütter. Daher lässt sich die Arten- und Sorteneignung von Zwischenfrüchten für Ackerferchhaltung im Winter vielfach nur indirekt anhand der Eigenschaften bei einer noch rechtzeitigen Nutzung im Herbst ableiten.

Als ertragreiches und qualitativ hochwertiges Futtergras findet *Lolium multiflorum* in den Unterarten *Lolium multiflorum ssp. italicum* (= Welsches Weidelgras, Italienisches Raygras) und *Lolium multiflorum ssp. gaudini* (= Einjähriges Weidelgras, Westerwoldisches Raygras) im Zwischenfruchtfutterbau sowohl als Herbstweide und zur Schnittnutzung als auch zur Gründüngung Verwendung (HEYLAND & BRAUN 1980, BERENDONK 1982, BECKHOFF & POTTHAST 1986, RENIUS 1992, LÜTKE ENTRUP 1992). Die Aussaat sollte bis Ende Juli erfolgen (SIMON 1987). *Lolium multiflorum* weist - bezogen auf die Fruchtfolge - keine Unverträglichkeiten auf und hat ein gutes Nährstoffaneignungsvermögen (BERENDONK 1982, BECKHOFF & POTTHAST 1986), es besteht allerdings die Gefahr von Durchwuchs. Unter günstigen Bedingungen können TS-Erträge bis zu 40 dt ha<sup>-1</sup> erreicht werden (NÖSBERGER 1986, LÜTKE ENTRUP 1992). Neben einem möglichst frühen Saattermin spielen die Witterungs- und Bodenbedingungen für den Herbstaufwuchs eine Rolle. Die Erstellung eines feinkrümeligen, rückverfestigten Saatbettes begünstigt das Auflaufen der *Poaceen* (RENIUS 1992, BERENDONK 2000). SCHULTE (1980) stellt fest, dass mit steigendem Tongehalt des Bodens die Sprossmasse abnimmt. Mit *Lolium multiflorum* kann für den Herbst hochqualitatives Futter produziert werden, das auch in der Rindermast und Milchviehfütterung eingesetzt wird. Laut DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer werden während des Schossens Konzentrationen von 21,1 % Rohprotein (= XP) und Energiedichten von 11,25 MJ ME bzw. 6,89 MJ NEL erreicht. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz (= DOM) liegt in diesem Wuchsstadium bei 85 %, der Rohfasergehalt (= XF) bei 23,1 % (ANONYMUS 1997a). Mit zunehmendem Alter nimmt der Anteil an XF zu, die Qualität des Futters - bezogen auf XP, Energiedichte und DOM - nimmt ab (STÄHLIN 1957, KLAPP 1971, RENIUS 1992, OPITZ v. BOBERFELD 1994). Im Unterschied zu *Lolium multiflorum ssp. gaudini* wird von *Lolium multiflorum ssp. italicum* im ersten Jahr allgemein nur Blattmasse gebildet (NÖSBERGER 1986, BECKHOF & POTTHAST 1986, LÜTKE ENTRUP 1992, BERENDONK 2000, ANONYMUS 2003). *Lolium multiflorum ssp. gaudini* ist unter den Weidelgräsern die kurzlebigste Art. Mangelnde Winterhärte und Schoßbereitschaft ohne Kältebedürfnis unterscheidet das Einjährige Weidelgras von den anderen Weidelgräsern (LÜTKE ENTRUP 1992). Bei früher Saat bis Ende Juli beginnt das kurzlebige Gras bereits nach wenigen Wochen mit der Ährenbildung, der Rohfasergehalt ist höher als bei zur gleichen Zeit gesättem *Lolium multiflorum ssp. italicum*. Die Anzahl der Ähren hat auch einen Einfluss auf den Ertrag. Je stärker die Ährenbildung, umso höher sind die erzielten Erträge (BERENDONK 2000). Trotz deutlicher Unterschiede im Rohfasergehalt sind in dieser Untersuchung von BERENDONK (2000) nur geringe Unterschiede zwischen den Energiedichten der Arten

festzustellen, wobei die höchste Energiedichte des Herbstaufwuchses bei 5,85 MJ NEL liegt. BECKHOFF & POTTHAST (1986) finden bei Untersuchungen zur Futterqualität von *Lolium multiflorum* als Sommerzwischenfrucht Unterschiede zwischen Sorten von *Lolium multiflorum ssp. italicum* und *Lolium multiflorum ssp. gaudini*. Bezogen auf Ertrag und Struktur im Herbst ist *Lolium multiflorum ssp. gaudini* *Lolium multiflorum ssp. italicum* offenbar überlegen, bezogen auf den Energieertrag hat *Lolium multiflorum ssp. italicum* die höchsten Erträge erzielt (BECKHOFF & POTTHAST 1986). Nach RENIUS (1992) und BERENDONK (2000) kommt *Lolium multiflorum ssp. italicum* vor allem dann bevorzugt zum Einsatz, wenn nach Nutzung im Herbst und anschließender Überwinterung eine weitere Nutzung im Frühjahr erfolgt. Soll das Weidelgras als strukturelle Ergänzung dienen, sind Sorten mit früher Ährenbildung zu bevorzugen, da der Rohfasergehalt im Aufwuchs primär von der Ährenbildung beeinflusst wird.

Die kostengünstigste Variante im Hinblick auf die Saatbettbereitung und die Saatgutkosten stellt die Nutzung von Stoppelresten und **Ausfallgetreide** dar. Über den zu erwartenden Ertrag und die Futterqualität des auf diese Weise erzeugten Herbstfutters liegen bisher kaum systematische Untersuchungen vor; hier kann als grober Anhaltspunkt auf Werte zurückgegriffen werden, die sich auf die Ganzpflanze (= Getreide bis zum Ährenschieben) beziehen. In der DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (ANONYMUS 1997a) werden für Wintergerste in diesem Wuchsstadium Konzentrationen von 18,0 % XP und Energiedichten von 11,25 MJ ME bzw. 6,89 MJ NEL angegeben. Der Gehalt an XF liegt in diesem Wuchsstadium bei 23,1 %. Die Qualität von Weizen als Ganzpflanze ist danach etwas geringer, die von Roggen offenbar etwas besser. Bis Ende der Blüte und der Abreife der Körner sinkt - bei Weizen und Gerste stärker ausgeprägt als bei Roggen - die Futterqualität (ANONYMUS 1997a). Nach STÄHLIN (1957) ist Grüngetreide ein hochwertiges und gern gefressenes Futter, wenn es vor dem Erscheinen der Ähre genutzt wird; allerdings handelt es sich hier um speziell für Futterzwecke angesätes Grüngetreide mit höheren Saatstärken. Über die Nutzung von ausgefallenem Getreide als Herbst- oder Winterfutter liegt so gut wie keine Literatur vor. Im Hinblick auf eine getreidereiche Fruchtfolge wird in praxisorientierten Zeitschriften auf die Übertragung von Krankheiten durch auflaufendes Ausfallgetreide hingewiesen.

Bezogen auf eine ausreichende Frosthärte für die winterliche Beweidung kommen in erster Linie Vertreter der **Brassicaceen** in Frage. Neben Futterraps, *Brassica napus ssp. napus*, werden bei JAHN DEESBACH (1971) und SCHLOTT (1980) im Hinblick auf Frosthärte und Standfestigkeit die Zweitfrüchte Markstammkohl (*Brassica oleracea* convar. *acephala* var.

*medullosa*) und Blattkohl (*Brassica oleracea* convar. *acephala* var. *sabellica*) als Winterfuttergrundlage positiv erwähnt. Dem steht ein ausreichend früher Saattermin (=Mitte Juni) der auf Winterzwischenfrüchte folgenden Zweitfrüchte entgegen (KNAUER 1975, SIMON 1987, BAEUMER 1992). Des Weiteren finden ONDERSCHEKA et al. (1987) bei Futterkohl im Vergleich zu Futterraps relativ hohe Gehalte an S-Methyl-L-Cystein-Sulphoxid (=SMCO), die den sogenannten Kohlanämiefaktor bedingen (SMITH 1975).

Winterraps stellt erst bei Temperaturen unter  $-3^{\circ}\text{C}$  das Wachstum ein (BERENDONK 1982) und kann so auch im Herbst und Winter noch gute Zuwachsraten und Erträge aufweisen; die Aussaat sollte bis Mitte August erfolgen (SIMON 1987). Allerdings ist beim Einsatz von *Brassicaceen* als Zwischenfrüchte - bezogen auf Pflanzenkrankheiten und Schädlinge - auf die Fruchtfolge zu achten (RENIUS 1992). Für die Futternutzung von Sommerraps stehen mittlerweile spezielle Sorten zur Verfügung, die sich bezogen auf das Blatt-/Stängel-Verhältnis und die Blühneigung differenzieren lassen. Früh gesät neigt Sommerraps zur Blüte (BRETTSCHEIDER-HERMANN & SCHUSTER 1967, SIMON 1987, BAEUMER 1992, RENIUS 1992), Winterraps blüht erst nach Überwinterung (RENIUS 1992). Im Gegensatz zu Winterraps wird beim Sommerraps durch höhere Temperaturen und Langtagbedingungen das Längenwachstum und die generative Entwicklung beschleunigt; dadurch hat, sortenabhängig, Sommerraps häufig einen, im Verhältnis zum Blatt, höheren Stängelanteil. Einen Einfluss der Ertragsstruktur auf die Futterqualität findet BERENDONK (1982). So ist offenbar die Höhe des XP- und XF-Gehaltes ebenso wie die DOM der Gesamtpflanze und des Stängels vom Blatt-/Stängelanteil abhängig. Ein hoher Blattanteil wirkt sich demnach positiv auf die XP-Konzentration und die DOM aus, auch die DOM des Stängels steigt mit zunehmendem Blattanteil an. In diesem Zusammenhang sinkt bei einem höheren Blattanteil der Rohfasergehalt sowohl in der Gesamtpflanze als auch im Stängel. Die höchsten Rohfasergehalte des Stängels werden bei den stängelreichen Sommerrapsorten festgestellt. Die Futterqualität wird so maßgeblich von der Sortenwahl beeinflusst. Bei einer Futternutzung bis Ende November eignen sich offenbar Sorten mit hohem bis mittlerem Blattanteil und hohem Ertrag am besten (BERENDONK 1982). Im Hinblick auf die Nutzung als Herbstweide zeigen die Untersuchungen von BERENDONK (1982), dass in der Zeit von Ende Oktober bis Ende November Futter mit relativ sicheren Erträgen von guter und konstanter Qualität zur Verfügung steht. Ein Einfluss des Erntetermins ist in dieser Untersuchung, bezogen auf die Verdaulichkeit der Gesamtpflanze - im Gegensatz zur Sortenwahl - offenbar zu vernachlässigen. Der Ertrag an verdaulich organischer Masse steigt von Ende September bis Ende Oktober bei allen geprüften Sorten deutlich an und bleibt dann bis Ende November

auf gleichem Niveau. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch DUMONT et al. (1978), SHELDRIK et al. (1981) und SHELDRIK & LAVENDER (1981); Winterraps zeigt bei fortschreitender Vegetationsdauer eine relativ geringe Veränderung des Futterwertes. Bei Untersuchungen im milderen, atlantisch geprägten Klima Großbritanniens erfolgt die Nutzung bis in den Januar. Der Einfluss der Witterung spielt in dieser Untersuchung für den Ertrag offenbar eine entscheidende Rolle. So werden in dem Versuchsjahr mit den höchsten Niederschlägen und mildem Winter die niedrigsten Erträge erreicht, in den Jahren mit relativ geringen Niederschlägen und frühen Frösten die höchsten Erträge (SHELDRIK et al. 1981). Ähnliche Beobachtungen macht SCHULTE (1980) im niederschlagsreichen Versuchsjahr, in dem sich die Sprossmasse von Winterraps im Verlaufe des Herbstes sogar verringert.

Eine hohe DOM sowie hohe XP- und Energiegehalte von 11,30 MJ ME bzw. 7,00 MJ NEL (ANONYMUS 1997a) zeichnen Raps als Grundfutterpflanze von hoher Qualität aus (BERENDONK 1982, DANIEL & ZOBELT 1986). Die Nutzung von Zwischenfruchtfutterschlägen mit Raps erfolgt häufig mit Milch- oder Mastvieh, wobei geringe Gehalte an XF, eine hohe DOM von 88% und ein hohe XP-Konzentrationen von 19,4 % (ANONYMUS 1997a) bzw. 20,6 % (RENIUS 1992) des Rapses sogar begrenzend wirken (DANIEL & ZOBELT 1986, ZOBELT 1990, RENIUS 1992). In diesem Zusammenhang spielt neben dem Rohfasergehalt für eine wiederkäuergerechte Ration auch das Verhältnis von Rohprotein zu Energiedichte (=P/E-Quotient) eine Rolle (MENKE 1987). Während zu niedrige Werte zu einer Proteinunterversorgung führen können, kann es bei zu hohen Werten zu einer übermäßigen Belastung der Leber und infolge dessen zu Leberschäden sowie zu Fruchtbarkeitsstörungen kommen (MENKE 1987, JEROCH et al. 1999). Für Mutterkühe sollte ein P/E-Quotient von 11-12 angestrebt werden, für Mastvieh ist der Bereich mit 10-14 etwas weiter gefasst (MENKE 1987). Für eine wiederkäuergerechte Struktur in der Ration ist ein XF-Gehalt von mindestens 18 % erforderlich, für Mastbullen werden gegebenenfalls auch niedrigere Gehalte von 14 -16 % XF toleriert (KIRCHGESSNER 1997, JEROCH et al. 1999). Mangelnde Struktur in der Ration kann zu gestörter Pansengärung (= Acidosen) führen, die Futteraufnahme geht zurück (MENKE 1987). In der DLG Futterwerttabelle für Wiederkäuer (ANONYMUS 1997a) werden für Futterraps Rohfasergehalte von 13,3 % angegeben. In Untersuchungen von BERENDONK (1982a) zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Rohfasergehalten von Blatt und Stängel; vor allem die stängelreichen Sorten weisen im Stängel Rohfasergehalte von bis zu 30 % auf. Bezogen auf eine wiederkäuergerechte Ration kann der Rohfasergehalt des Stängels aber nur bedingt eingerechnet werden; Beweidungsversuche von BERENDONK (1985) zeigen einen deutlichen Anstieg des Weiderestes mit zunehmendem Stängelanteil. Die Tiere lassen

den Stängel weitestgehend unberührt. RENIUS (1992) empfiehlt eine rohfaserreiche Ergänzung, z. B. durch entsprechende Kombination von Futterraps und *Lolium multiflorum* mit einem hohen Anteil an Schossern. Eine andere Möglichkeit bietet die Zufütterung von rohfaserreichem Heu oder Stroh.

Eine weitere zu den *Brassicaceen* zählende Art ist die **Stoppelrübe**, auch Herbst- oder Wasserrübe genannt, *Brassica rapa ssp. rapa*. Die Stoppelrübe gehört der gleichen botanischen Art wie Rübsen an; nach *Brassica napus* und Verwandten ist sie flächenmäßig die wichtigste Sommerzwischenfrucht, wenngleich sich der Anbau im Wesentlichen auf Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen beschränkt. Die Stoppelrübe wird sowohl als Futter wie auch als Speiserübe verwendet (STÄHLIN 1957, SIMON 1987). *Brassica rapa ssp. rapa* zählt zu den absoluten Zwischenfrüchten, die Aussaat erfolgt Ende Juli bis Mitte August. Es werden Erträge von durchschnittlich 50 bis 60 dt TS ha<sup>-1</sup> erzielt. Die Stoppelrübe ist ein wasserreiches, aber hochverdauliches Futter (RENIUS 1992) mit Konzentrationen von 19,1 % XP, 89 % DOM und Energiedichten von 11,98 MJ ME bzw. 7,55 MJ NEL in der Gesamtpflanze. Die Rohprotein- und Rohfettgehalte sind im Blatt höher als im Rübenkörper, die Rübe ist mit 384 g Zucker kg TS<sup>-1</sup> recht zuckerhaltig (ANONYMUS 1997a). Der XF-Gehalt ist mit 12,2 % (ANONYMUS 1997a) für eine wiederkäuergerechte Ernährung zu gering und damit, wie beim Raps, durch strukturreiches Futter zu ergänzen. Durch den größtenteils oberirdisch wachsende Rübenkörper sind Rübe und Blatt durchaus für eine Beweidung geeignet (BERENDONK 1985, SIMON 1987, BAEUMER 1992, RENIUS 1992). Bei Beweidungsversuchen mehrerer *Brassicaceen* zeichnet sich die Stoppelrübe durch den geringsten Weiderest aus, in steigender Reihenfolge gefolgt von Winterrübsen, Winterraps, Markstammkohl, Sommerraps, Ölrettich und Weißem Senf (BERENDONK 1985).

Als futterwertmindernde Stoffe enthalten *Brassicaceen* **Glucosinolate**. Im Hinblick auf den Samenglucosinolatgehalt von *Brassica napus ssp. napus* ist es durch Züchtung sogenannter 00-Sorten gelungen, den Glucosinolatgehalt um durchschnittlich 80 % zu senken; der Einsatz von Rapsextraktionsschrot als wertvoller Eiweißträger in der Milchviehfütterung wird wieder vermehrt diskutiert (JAHREIS et al. 1993, LEBZIEN et al. 1994, GRÜNEWALD et al. 1996). Auch in der Grünmasse von Raps konnte ein deutlicher Unterschied im Glucosinolatgehalt zwischen 0- und 00-Sorten, vor allem der Alkenyl-Fraktion, festgestellt werden; allerdings sind neben dem Einfluss des Genotyps offenbar auch das Entwicklungsstadium bzw. das Alter der Pflanze und der Witterungsverlauf sowie die Bodenverhältnisse von Bedeutung (BUCHNER 1988, DEMES 1989, ZOBELT 1990). Während bei Beweidungsversuchen von ZOBELT (1990) die glucosinolatarmen Sorten von Schafen bevorzugt werden, spielt dieser

Einfluss nach Untersuchungen von BERENDONK (1985) im Hinblick auf den Weiderest durch Rinder - wenn überhaupt - nur eine untergeordnete Rolle. Bedingt durch den hohen Glucosinolatgehalt der Stoppelrüben (RENIUS 1992, STEINHÖFEL 1999) kann die Milch bei alleiniger Fütterung an Milchkühe einen scharfen, negativen Beigeschmack annehmen. Die tägliche Ration sollte deswegen auf 40 – 50 kg Frischmasse Tier und Tag limitiert werden (KÜRTEIN 1963, ESSER et al. 1964, RENIUS 1992); bei STEINHÖFEL (1999) werden nur 25 kg Frischmasse Tier und Tag als Höchstmenge angegeben. Gesundheitliche Folgen durch den Verzehr von *Brassicaceen* werden von verschiedenen Autoren beschrieben (STÄHLIN 1957, VAN ETTEN 1969, ROSENBERGER 1970, KEMP et al. 1977, HUSS 1987, STEINHÖFEL 1999), neben den Spaltprodukten der **Glucosinolate** spielen hier auch **Nitrat** und **SMCO** (= S-Methyl-L-Cystein-Sulphoxid) eine Rolle. Die Hemmung der Schilddrüsenfunktion und damit verbundene Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsstörungen sowie Wachstumsdepression werden den Spaltprodukten der **Glucosinolate** zugeschrieben (HUSS 1987, SCHÖNE et al. 1997, STEINHÖFEL 1999, MITHEN et al. 2000, MITHEN 2001). Intakte Glucosinolate sind geschmacks- und geruchsneutral. Erst nach ihrer Spaltung durch das Enzym Myrosinase, vgl. Kap. 2.2.3., entstehen unter anderem Isothiozyanate, die fast ausschließlich den scharfen und zum Teil bitteren Geschmack verursachen und auch die gesundheitsschädigende Wirkung bedingen (FENWICK et al. 1983). Aus dem Alkenyl-Glucosinolat Progoitrin, vgl. Anhangtab. 80, kann nach Sekundärreaktion 5-Vinyl-Thiooxazolidon (= VTO), Goitrin, entstehen. Goitrin gilt als antiathyreoideale Substanz (= Hemmung der Schilddrüsenfunktion), deren organvergrößernde Wirkung auf die Schilddrüse nicht durch zusätzliche Jodgaben behoben werden kann (VIRTANEN 1961, VAN ETTEN 1969, GOSDEN 1977, MITHEN et al. 2000, MITHEN 2001).

Der **Nitratgehalt** im Grünfutter wird maßgeblich von der Düngung und dem Stickstoffgehalt des Bodens beeinflusst (WEISSBACH & HEIN 1976, KEMP et al. 1977, MARSCHNER 1985, BAEUMER 1992), außerdem werden überschüssige Stickstoffmengen offenbar dann in den Pflanzen gespeichert, wenn Wachstum und Stoffwechsel der Pflanze durch niedrige Temperaturen, eingeschränkte Strahlung oder Wasserstress vermindert sind (HUSS 1987). Stickstoff wird von den Pflanzen als Ammonium (=  $\text{NH}_4^+$ ) oder als Nitrat (=  $\text{NO}_3^-$ ) aufgenommen; aufgenommenes Nitrat wird in der Pflanze in der Regel über Nitrit (=  $\text{NO}_2$ ) zu Ammonium umgewandelt, weiter zu Ammoniak (=  $\text{NH}_3$ ) reduziert und steht der Pflanze dann zum Aminosäureaufbau zur Verfügung. Dieser Vorgang ist unter normalen Bedingungen durch eine schnelle Umsetzung charakterisiert (MENGEL 1991), so dass Nitrat unter diesen Verhältnissen in der Pflanze nur in geringen Mengen vorliegt. Witterungsbedingt und

aufgrund von Lichtmangel kann der Nitratmetabolismus in der Pflanze beeinträchtigt sein, so dass Nitrat aufgenommen, aber nicht umgesetzt wird. Dies kann die Anreicherung von Nitrat in der Pflanze begünstigen, so dass vor allem Herbstaufwüchse häufig hohe Nitratgehalte aufweisen (KEMP et al. 1977, VOIGTLÄNDER 1987).

Beim Wiederkäuer wird das aufgenommene Nitrat im Pansen zu Nitrit reduziert. Ein Teil des Nitrits wird in Ammoniak umgewandelt und kann zur Proteinsynthese verwendet werden (KIRCHGESSNER 1997, STEINHÖFEL 1999). Für diesen Vorgang wird Energie benötigt; das Vorhandensein vor allem von leicht fermentierbaren Kohlehydraten kann nach Gewöhnung den Toleranzbereich von nitrathaltigem Futter erhöhen (WEISSBACH & HEIN 1976, VOIGTLÄNDER 1987). Liegt Nitrit im Pansen in hohen Konzentrationen vor, besteht die Gefahr, dass es durch die Pansenwand diffundiert und so ins Blut gelangt. Nitrit reagiert mit Hämoglobin zu Methämoglobin, das dadurch seine Fähigkeit zum Sauerstofftransport verliert (KEMP et al. 1977, STEINHÖFEL 1999). Normalerweise liegt Methämoglobin im Blut in Konzentrationen von 2-3 % vor; durch die Aufnahme von nitrathaltigem Futter kann der Methämoglobingehalt bereits 2-3 h nach Futteraufnahme auf 30-40 % ansteigen. Bei einer Konzentration von mehr als 50 % können Krankheitserscheinungen und baldiger Tod eintreten (KEMP et al. 1977). Als Folge von Nitratintoxikationen verfärben sich die Schleimhäute bräunlich, wenn der Methämoglobingehalt auf 20 % und höher steigt. Weitere Symptome sind Muskelzittern, beschleunigter Puls und schnelles Atmen, schwankender Gang oder sogar Blindheit (KEMP et al. 1977). Gesunde Tiere vorausgesetzt, können nach WIESNER et al. (1979) bei Stallfütterung 0,8 %, bei Weidegang bis 1,0 % Nitrat i. d. TS offenbar noch toleriert werden. KEMP et al. (1977) stellen in Untersuchungen fest, dass - neben den absoluten Nitratgehalten - die Verteilung des Nitrats in der Ration sowie die Geschwindigkeit der Futteraufnahme eine Rolle spielen. Hier lagen die maximal tolerierbaren Werte bei Weidegang bei 2,0 % i. d. TS, bei Stallfütterung mit Frischgras bei 1,5 % i. d. TS und für Silage bei 0,7 % i. d. TS. Nach STEINHÖFEL (1999) ist außerdem auf eine langsame Gewöhnung der Tiere an nitratreiches Futter zu achten, die Grenzwerte für Weidegang decken sich mit den Untersuchungen von KEMP et al. (1977). Diese Werte werden von Sommerzwischenfrüchten, insbesondere *Brassica napus ssp. napus*, *Brassica rapa ssp. rapa* und *Lolium multiflorum*, leicht überschritten (KEMP et al. 1977, RENIUS 1992, STEINHÖFEL 1999). HUSS (1987) sieht im Acker- und Grünlandfutter sowie in Rüben und Rübenblatt die größten Nitratquellen für den Wiederkäuer. In Abhängigkeit von Witterung, Stickstoffverfügbarkeit und Lichtverhältnissen können die Nitratgehalte leicht toxische Konzentrationen erreichen. KEMP et al. (1977) finden in Herbstrüben Nitratgehalte von bis zu

6,0 %, in neu angesätem Grünland bis 5,0 %, bei RENIUS (1992) werden in Zwischenfrüchten in Abhängigkeit von Düngungsintensität mit Gülle Nitratgehalte von 0,5 % bis 4,2 % erreicht. Auch in Untersuchungen von ZOBELT (1990) werden von *Brassica napus ssp. napus* im Herbst Nitratkonzentrationen von 3,8 % bzw. 5,1 % erreicht. DEMES (1989) findet in Phytotronversuchen unter Simulation von relativer Trockenheit, Lichtmangel und ausreichender Stickstoffnachlieferung Nitrathöchstgehalte von 12,9 %.

Die in der Grünmasse von *Brassicaceen* vorkommende freie Aminosäure SMCO wird von SMITH (1975) als Kohlanämie-Faktor der Wiederkäuer beschrieben. Die Kohlanämie äußert sich beim Wiederkäuer durch Blutharnen, Reduktion der Futteraufnahme und erhöhten Puls; dabei sind die Tiere oft lethargisch. Im Blut finden sich stark erniedrigte Erythrozytenzahlen und es sind die sogenannten "Heinz-Ehrlich-Körper" in den Erythrozytenzellen sichtbar; es kommt zur Hämolyse, bei der die Hämoglobingehalte auf 60 % des Normalwertes absinken können (SMITH 1976, GOSDEN 1977, SMITH 1980). Die höchsten Gehalte werden mit 20 mg SMCO g<sup>-1</sup> TS offenbar in Futterkohl gefunden; bei Raps sind die Gehalte mit 5 mg g<sup>-1</sup> TS viel geringer (ONDRSCHKA et al. 1987). Allerdings haben Untersuchungen ergeben, dass der Anstieg des SMCO-Gehalts im Zwischenfruchtbau vor allem im Zeitraum von Oktober bis Dezember stattfindet und zum Teil bis in den Januar andauert. Bei Untersuchungen von SMITH (1980) ergaben sich Steigerungen von 0,5 % auf 6,0 % SMCO in der TS. Ob Frost die SMCO-Gehalte erhöht, konnte nach WHITTLE et al. (1976) nicht belegt werden, aktuellere Untersuchungen liegen nicht vor. Nach SMITH (1980) sind Aufnahmen von 5-10 g SMCO kg<sup>-1</sup> Lebendmasse tolerierbar; die Gefahr der akuten hämolytischen Anämie tritt offenbar ab einer täglichen Aufnahme von 15-20 g SMCO kg<sup>-1</sup> Lebendmasse auf.

### 2.2.3 Glucosinolate

Glucosinolate sind schwefelhaltige, vorwiegend in *Brassicaceen* vorkommende Glucoside, die im Sekundärstoffwechsel der Pflanze aus Aminosäuren gebildet werden. Sie bestehen aus einer Sulfatgruppe, Glucose und einer variablen Seitengruppe (= R), vgl. Abb. 1 (MITHEN et al. 2000, MITHEN 2001). Mittlerweile sind über 100 verschiedene Glucosinolate identifiziert, die sich anhand der funktionalen Gruppe unterscheiden (FENWICK et al. 1983, BUCHNER 1988, MITHEN et al. 2000, MITHEN 2001). Die chemische Struktur der Seitengruppe, vgl. Anhangtab. 93, bedingt außerdem das chemische Verhalten der einzelnen Glucosinolate und ermöglicht eine Einteilung in Untergruppen, von denen die Alkenyl- und die Indol-Glucosinolate die größte Bedeutung in der Rapsgrünmasse haben (BUCHNER 1988).

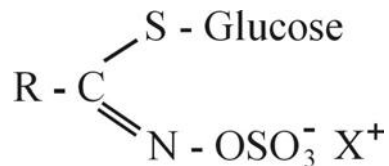


Abb. 1: Allgemeine Strukturformel der Glucosinolate

$\text{X}^+$  = Kalium oder Sinapin

R = variable Seitengruppe, vgl. Anhangtab. 93

Der Glucosinolatgehalt variiert in den vegetativen Pflanzenteilen ganz erheblich; ROTHE et al. (2004) finden im Stängel um 10-fach und in der Wurzel um 35-fach höhere Glucosinolatgehalte als im Blatt. Des Weiteren wird der Glucosinolatgehalt auch von Genotyp, Witterungsbedingungen, Entwicklungsstadium und Bodenbedingungen beeinflusst (BUCHNER 1988, DEMES 1989, ZOBELT 1990, ROSA 1997, ROSA & RODRIGUES, 1998, MITHEN et al. 2000, MITHEN 2001). Über die Auswirkungen von Kältestress, Seneszenz, dem Absterben von Pflanzenteilen sowie von Abbau- und Translokationsvorgängen, denen die Pflanzen im Winter unterliegen, ist im Hinblick auf den Glucosinolatgehalt bisher nur wenig bekannt. Verschiedene Untersuchungen belegen einen Anstieg des Glucosinolatgehaltes bei *Brassicaceen*, ausgelöst durch Schädlings- bzw. Pilzbefall (BARTELET et al. 1999, MENARD et al. 1999, ). MENARD et al. (1999) stellen in Untersuchungen an *Brassica oleracea* var. *botrytis* (= Blumenkohl) bei Befall mit *Peronospora parasitica* (= echter Mehltau) einen Anstieg des Glucosinolatgehaltes sowohl bei resistenten als auch bei anfälligen Sorten fest. Anfällige Sorten lassen sich in dieser Untersuchung von den resistenten Sorten offenbar durch ein verhältnismäßig höheren Indol-Glucosinolatgehalt unterscheiden. Das Enzym Myrosinase (= Thioglucosid-Glucohydrolase, EC 3.2.3.1), ist im Zytoplasma an die sogenannten Myrosinzellen gebunden (MITHEN et al. 2000, MITHEN 2001) und kommt immer in Kombination mit Glucosinolaten vor. In der intakten Zelle liegen Glucosinolat und Myrosinase jedoch immer getrennt voneinander vor (BÖRKMANN 1976, FENWICK et al. 1983, MITHEN et al. 2000, MITHEN 2001). Durch eine Zerstörung der Zellstruktur wird die räumliche Trennung aufgehoben und so ein enzymatischer Abbau ausgelöst. Ascorbinsäure ist offenbar als Koenzym an der hydrolytischen Spaltung beteiligt (MITHEN et al. 2000, MITHEN 2001). Die Geschwindigkeit, mit der die Hydrolyse des Glucosinolats stattfindet, wird von externen und internen Reaktionsbedingungen beeinflusst. Nach BJÖRKMANN (1976) und FENWICK et al. (1983) variiert die Enzymaktivität sowohl zwischen den Arten und Sorten als auch im Verlauf der Ontogenese zwischen den Pflanzenorganen. FINIGUERRA et al. (2001) finden bei *Crambe abyssinica* (= Krambe) offenbar eine unterschiedliche Myrosinaseaktivität in Abhängigkeit von dem zu spaltenden Glucosinolat. LUDI KHUYZE et al. (2000) gelingt es,

die Aktivität der Myrosinase bei einem pH-Optimum von 6,5-7,0 durch Anreicherung des Reaktionsmediums mit  $MgCl_2$  und Ascorbinsäure zu steigern. Neben Reaktionsmedium und pH-Wert hat die Temperatur auf die Enzymaktivität offenbar einen entscheidenden Einfluss (LEIN 1972, MAIER 1977). Eine Temperatursteigerung von  $1^\circ C$  kann nach MAIER (1977) eine Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit von 10 % und mehr bedingen. Das Temperaturoptimum für pflanzliche Enzyme findet MAIER (1977) häufig bei  $60 - 70^\circ C$ . Dies deckt sich mit Aktivitätsuntersuchungen an Myrosinase, hier werden Steigerungen der Aktivität bis  $60^\circ C$  und teilweise  $65^\circ C$  von verschiedenen Autoren angegeben, eine Inaktivierung des Enzyms ist erst bei Temperaturen über  $75^\circ C$  gegeben (LEIN 1972, JOSEFSSON 1975a, b, BJÖRKMANN 1976). Die Myrosinase ist unter Laborbedingungen bei  $+4^\circ C$  längere Zeit ohne Aktivitätsverlust haltbar, während Einfrieren oder Gefriertrocknung mit Aktivitätsverlusten verbunden sind (LEIN 1972). Untersuchungen über den Glucosinolatgehalt von geerntetem Kohlgemüse von RODRIGUES & ROSA (1999) ergeben offenbar, dass bei einer Lagertemperatur von  $20^\circ C$  im Vergleich zu  $4^\circ C$  bzw. gefrorener Lagerung mit dem höchsten Verlust an Glucosinolaten durch Myrosinaseaktivität zu rechnen ist; bei der Lagerung bei  $4^\circ C$  ist in dieser Untersuchung ein Rückgang des Glucosinolatgehaltes von 4 % festzustellen, die Lagerung von gefrorenem Kohlgemüse zeigt keinerlei Veränderung im Glucosinolatgehalt. YAMADA et al. (2003) stellen in Untersuchungen an Myrosinase offenbar eine lichtabhängige Aktivität fest.

Während in der Tierernährung die Glucosinolate nach wie vor kontrovers diskutiert werden (SCHÖNE et al. 1997, VIPOND et al. 1999, OPALKA et al. 2001, TRIPATHI et al. 2001 a, b), gelten sie in der menschlichen Ernährung konzentrationsabhängig als wertvoll. Auf eine offenbar anticancerogene Wirkung wird von verschiedenen Autoren hingewiesen (MITHEN et al. 2000, NASTRUZZI et al. 2000, MITHEN 2001, ROSA et al. 2001, JOHNSON 2002). Intakte Glucosinolate sind physiologisch ungefährlich sowie geruchs- und geschmacksneutral. Kommt es durch das Enzym Myrosinase jedoch zu einem Abbau der Glucosinolate, entstehen neben Glucose und Sulfat Aglucone. Aus den Glucosinolaten von *Brassica napus ssp. napus* entstehen als primäre Spaltprodukte in der Regel Isothiocyanate und Thiooxazolidone. In Abhängigkeit von der Struktur des funktionalen Restes und dem pH-Wert des Reaktionsmediums können in Folge einer Sekundärreaktion auch Nitrile, Epithionitrile sowie freie und organische Thiocyanate entstehen (VAN ETTEN & TOOKEY 1979, FENWICK et al. 1983, MITHEN et al. 2000, MITHEN et al. 2001).

## 2.3 Arbeitshypothese

Aus der Literatur lässt sich zusammenfassend herausstellen:

- Die ganzjährige Freilandhaltung von Mutterkühen hat den Vorteil reduzierter Kosten für Gebäude sowie für Futtermischungen und wird in anderen Ländern schon länger erfolgreich praktiziert. Unter mitteleuropäischen Verhältnissen ist der Mangel an ausreichend trittfestem Dauergrünland meist der limitierende Faktor für dieses Produktionssystem.
- Wo Winterweiden eine unzureichende Tragfähigkeit aufweisen, kann ein auf Ackerland stehendes Winterfutterlager zur Beweidung angelegt werden. Die Nutzung von auflaufendem Ausfallgetreide stellt hierbei die kostengünstigste Variante dar, es bietet sich jedoch auch die gezielte Verbesserung des Futterangebotes durch Zwischenfrüchte an.
- Aufgrund ausreichender Frosthärte und hohen Zuwachsraten bei niedrigen Temperaturen kommen für die Erstellung eines stehenden Winterfutterlagers insbesondere *Brassica napus ssp. napus* und *Brassica rapa ssp. rapa* in Frage. Niedrige Rohfasergehalte, hohe Rohprotein-Konzentrationen sowie der Gehalt an Glucosinolaten können deren Einsatz für die wiederkäuergerechte Ernährung jedoch begrenzen.
- *Lolium multiflorum* ist bei Herbstnutzung ein ertragreiches und qualitativ hochwertiges Futtergras mit einer guten Struktur. Aufgrund mangelnder Frosthärte ist im Verlauf des Winters infolge von Frostschäden und Seneszenz mit einem Rückgang von Masse und Qualität zu rechnen.
- Ein früher Saattermin bis Ende Juli ist vor allem für die Vertreter *Poaceen* anzustreben, Arten der *Brassicaceen* sind spätsaatverträglicher.
- Der Futterwert von *Brassica napus ssp. napus* wird maßgeblich vom Blatt-/ Stängel-Verhältnis beeinflusst, wobei vor allem Sommerraps - sortenabhängig - weniger Blatt- und mehr Stängelmasse bildet.
- *Brassica napus ssp. napus* reagiert bei Nutzung bis in den Spätherbst und Winter hinein auf Frost mit relativ geringen Veränderungen des Futterwertes und des Ertrages, während mildere, niederschlagsreiche Winter offenbar zu Ertragseinbußen führen können.

- Im Herbst kann es sowohl bei *Brassicaceen* als auch bei *Poaceen* zu Nitratakkumulationen kommen, die für das Tier toxische Konzentrationen annehmen können. Über den Verlauf des Nitratgehaltes der Pflanzen im Winter liegen bislang keine Informationen vor.
- *Brassicaceen* enthalten als antinutritive Substanzen Glucosinolate. Der Glucosinolatgehalt variiert in den vegetativen Pflanzenteilen ganz erheblich und wird unter anderem von Genotyp, Witterungsbedingungen, Entwicklungsstadium und Bodenbedingungen beeinflusst. Über die Auswirkungen von Kältestress, Seneszenz, Abbau- und Translokationsvorgängen, denen die Pflanzen im Winter unterliegen, ist im Hinblick auf den Glucosinolatgehalt bisher nur wenig bekannt.
- Beim derzeitigen Kenntnisstand zu Ackerpferch-Zwischenfrüchten kann ein mehrfaktorieller Versuch dieser Art nicht mit weidenden Tieren durchgeführt werden. Die erforderliche Anzahl an Varianten sowie Flächenmindestgrößen für die Beweidung bedingen große Blöcke mit der Gefahr großer Bodenunterschiede innerhalb einzelner Blöcke.

Ausgehend von diesen Feststellungen soll die Arbeit zur Klärung folgender Fragen beitragen:

- Welche futterbauliche Leistung kann mit *Brassica napus ssp. napus*, *Brassica rapa rapa*, *Lolium multiflorum ssp. italicum*, *Lolium multiflorum ssp. gaudini* oder Ausfallgetreide unter mitteleuropäischen Bedingungen im Winter erzielt werden?
- Welche Rolle spielt ein früher bzw. später Saattermin und bis zu welchem Zeitpunkt muss die Nutzung im Winter erfolgen ?
- Bestehen markante Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Frucht x Erntetermin, Frucht x Saattermin?
- Welchen Effekt hat der Witterungsverlauf auf Masse und Qualität von Ackerpferch-Zwischenfrüchten?
- Welche Rolle spielen Ertragsstruktur und Glucosinolatgehalt bei *Brassica napus ssp. napus* und bei winterlicher Nutzung?
- Wie stark reagieren *Brassica napus ssp. napus*, *Brassica rapa ssp. rapa* und *Lolium multiflorum* im Vergleich zu Ausfallgetreide auf die Verpilzung gemessen an der Ergosterolkonzentration?

## 3 Material und Methoden

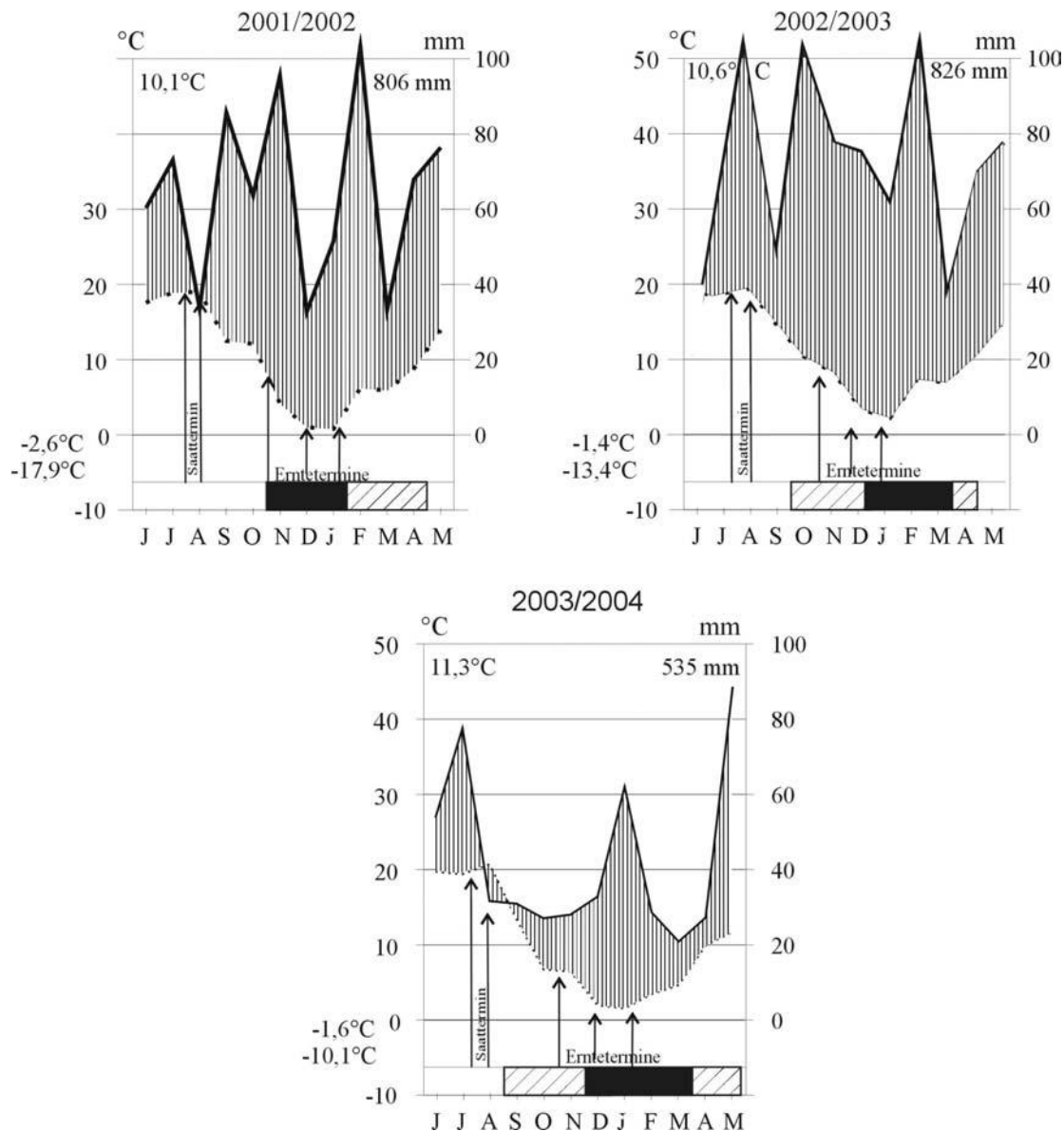
### 3.1 Material

#### 3.1.1 Standort und Witterung

Die Versuchsflächen befanden sich auf dem Gelände der Versuchsstation des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau - der Universität Gießen, etwa 6 km südlich von Gießen, 160 m über NN. Bei dem anstehenden Bodentyp handelt es sich um einen Pseudogley aus periglazialen Fließerden über reliktschem Rotlehm (HARRACH 1987), vgl. Anhangtab. 1. Um Mangelsituationen auszuschließen, wurde in den ersten beiden Versuchsjahren Mitte September, im dritten Jahr Ende Juli eine Düngung durchgeführt. In den ersten beiden Versuchsjahren wurde mit einem Volldünger (= N/P/K) in 2001 in den Mengen 85 kg N, 85 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 120 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> und in 2002 mit 60 kg N, 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 90 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> gedüngt. In 2003 wurde direkt vor der Aussaat - nach Analyse des Bodenstickstoff-Gehaltes – 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> als Superphosphat sowie 50 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> als Kainit gedüngt. Der Stickstoffgehalt des Bodens bis 30 cm Tiefe entsprach auf der gesamten Fläche nach der Analyse des Nitrat-N etwa 100 kg ha<sup>-1</sup>, vgl. Anhangtab. 2. Der Witterungsverlauf der Untersuchungsjahre ist aus Abb. 2 ersichtlich, zusätzlich wird die Witterung während der Saattermine und im anschließenden Vegetationszeitraum (= bis Oktober) sowie die Anzahl der Schneetage während der Wintermonate in den Anhangtab. 3-5 dargestellt.

#### 3.1.2 Varianten und Versuchsanlage

Die Varianten mit einer Parzellengröße von 12,6 m<sup>2</sup> sind nach dem Plan einer Spaltanlage mit drei Wiederholungen angeordnet. Um den für Arten bzw. Sortentypen zu fordernden Verallgemeinerungsgrad sicherzustellen, wurde bis auf die Wintergerste, bei der es sich um eine Ausfallgetreidesimulation handelt, stets von einem Sortengemisch Gebrauch gemacht. Unter dem Aspekt Glucosinolat-Konzentrationen wurden von *Brassica napus ssp. napus* gezielt jeweils eine 0- und eine 00-Sorte gewählt, um unter Minimierung von sortenspezifischen Effekten intermediäre Werte in der Frischmasse zu erreichen und mögliche Veränderungen der Glucosinolat-Konzentration bei verspäteter Nutzung deutlicher herausstellen zu können.



**Abb. 2:** Witterungsdiagramme der Versuchstation Linden-Forst, zusammengestellt nach WALTER (1957)

Die beiden Rapsformen und unterschiedlichen Typen des Sommerraps wurden gewählt, um dem für Futterqualität und Frostverträglichkeit herausragenden Faktor Blatt-/Stängel-Verhältnis Rechnung zu tragen. Um eine hinreichende Differenzierung zwischen den verschiedenen Sorten von *Brassica napus ssp. napus* vornehmen zu können, werden im Folgenden die Trivialnamen verwendet. Die verwendeten Sorten gelten als Spitzensorten und werden in der Praxis zur Erzeugung von Grünfutter ausdrücklich empfohlen (BERENDONK 2002, 2004). Die Saat- und Erntetermine sind in Anhangtab. 6 aufgelistet.

**Tab. 1:** Varianten

Faktoren	Stufen
<b>1. Früchte</b>	1.1 Ausfallgetreide, <i>Hordeum vulgare</i> (Winter-Gerste-Simulation – 500 kg ha <sup>-1</sup> ) 1.2 Winterraps, <i>Brassica napus ssp.napus</i> (AKELA (0), LIRATOP (00) – 12 kg ha <sup>-1</sup> ) 1.3 Sommerraps, Weidetyp, <i>Brassica napus ssp. napus</i> (SPARTA (0), ORLY (00) – 12 kg ha <sup>-1</sup> ) 1.4 Sommerraps, Schnitttyp, <i>Brassica napus ssp.napus</i> (PETRANOVA (0), LIFORUM (00) – 12 kg ha <sup>-1</sup> ) 1.5 Herbstrübe, <i>Brassica rapa ssp. rapa</i> (AGRESSA, SILOGANOVA – 1,5 kg ha <sup>-1</sup> ) 1.6 Einjähriges Weidelgras 4n, <i>Lolium multiflorum ssp. gaudinii</i> , spät (ANDY, JIVET – 50 kg ha <sup>-1</sup> ) 1.7 Welsches Weidelgras 4n, <i>Lolium multiflorum ssp. italicum</i> (FABIO, ZORRO – 50 kg ha <sup>-1</sup> )
<b>2. Saattermin</b>	2.1 Anfang August 2.2 Mitte August
<b>3. Erntetermin</b>	3.1 Anfang November 3.2 Mitte Dezember 3.3 Ende Januar
<b>4. Jahr</b>	4.1 2001/2002 4.2 2002/2003 4.3 2003/2004

## 3.2 Methoden

### 3.2.1 Ertragsermittlung und Probennahme

Zur Ertragsermittlung und Probennahme wurden die Parzellen mit einem Einachsmäher bei einer Stoppelhöhe von 6 cm geschnitten und auf dem Feld gewogen. Aus dem gemähten und anschließend gemischten Material wurden mit dem Stecheisen je Parzelle zwei repräsentative Proben entnommen, bei 60 °C in einem Frischlufttrockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und anschließend auf eine Partikelgröße von < 1 mm vermahlen. Eine repräsentative Probe dieses Materials wurde bei 103 °C getrocknet und die TS-Gehalte berechnet. Die Rübenenernte erfolgte von Hand. Blatt und Rübenkörper wurden getrennt gewogen, die Rübenkörper wurden vor dem Wiegen gereinigt. Zur Erfassung der Ertragsanteile grünes Blatt, Stängel bzw. Rübe und totes Blatt der *Brassicaceen* wurden jeweils 1,4 m<sup>2</sup> als Meterschnitte separat geerntet, gewogen, anschließend fraktioniert und wieder gewogen. Eine repräsentative Probe des fraktionierten Materials wurde bei 103 °C in einem Frischlufttrockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und ebenfalls die TS-Gehalte berechnet. In allen drei Jahren wurden zum zweiten Erntetermin im Dezember die

Proben des fraktionierten Materials bei 60 °C getrocknet und anschließend vermahlen, um sie - wie die Proben der Vollernte - auf qualitative Merkmale hin untersuchen zu können.

Die Probennahme für die Glucosinolat-Analyse erfolgte in Anlehnung an ZOBELT (1990). In Untersuchungen zur Optimierung der Probennahme zur quantitativen Analyse der Glucosinolate aus Futterrapsbeständen hat ZOBELT (1990) festgestellt, dass die Entnahme und Trocknung ganzer Pflanzen bei 60 °C ein gut geeignetes Verfahren zur repräsentativen Probennahme ist. Da in der vorliegenden Untersuchung ausschließlich mit Sortengemischen von 0- sowie 00-Rapssorten gearbeitet wurde, vgl. Tab. 1, ist allerdings für die Repräsentativität der Probe eine viel größere Anzahl an Pflanzen notwendig. Vor dem Hintergrund einer verminderten Myrosinase-Aktivität bei niedrigen Temperaturen (LEIN 1972, MAIER 1977, RODRIGUES & ROSA 1999) wurde zusätzlich untersucht, inwieweit auch Proben, die mit dem Proben-Stecheisen (= Zerstörung der Zellstruktur, Freisetzung der Myrosinase) entnommen worden sind, vgl. Abb. 14 und Anhangtab. 68 - 69, zur Analyse und quantitativen Erfassung des Gesamt-Glucosinolat-Gehaltes geeignet sind. Pflanzenproben der Herbstrübe, *Brassica rapa ssp. rapa*, wurden sowohl als ganze Pflanze und Rübe als auch als zerkleinerte Probe bei 60 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, anschließend vermahlen und analysiert. Die Herbstrübe wurde für diese ergänzende Untersuchung gewählt, da ein Einfluss der Sorte auf den Glucosinolat-Gehalt weitestgehend ausgeschlossen werden kann und die Gehalte relativ hoch sind. Im Gegensatz zu Raps wird diese Art im Hinblick auf einen geringen Glucosinolat-Gehalt weniger zielgerichtet züchterisch bearbeitet.

### 3.2.2 Futterqualität

Die **Energiedichte** wurde mit dem Hohenheimer Futterwerttest (ANONYMUS 1997b) über die Variablen Gasbildung, Rohfett und Rohprotein als umsetzbare Energie (= ME) sowie als Netto-Energie-Laktation (= NEL) nach der Formel 16e, die Verdaulichkeit der organischen Substanz (= DOM) nach der Formel 41f über die Variablen Gasbildung und Rohprotein (STEINGASS & MENKE 1986, MENKE & STEINGASS 1987) geschätzt. Die wesentlich aufwendigere *in vitro* Pansensaftmethode wurde gewählt, da diese offenbar besser als chemische oder enzymatische Methoden geeignet ist, den wahren Wert der Verdaulichkeit wiederzugeben (THEOBALD 2002, OPITZ v. BOBERFELD et al. 2003). Sowohl pilzliche Stoffwechselprodukte (HÖLTERSCHINKEN et al. 1996, 2000) als auch sekundäre Inhaltsstoffe der Pflanze (THEOBALD 2002) können die Aktivität der Pansenmikroben beeinflussen. **Rohprotein** wurde nach KJEHLDAHL (ANONYMUS 1997b) und **Rohfett** im Petroletherauszug (ANONYMUS 1997b) bestimmt. Der **Rohprotein/Energie-Quotient** (= P/E-Quotient) wird aus

den Rohprotein-Konzentrationen in  $\text{g kg}^{-1}$  TS und der Energiedichte in  $\text{MJ ME kg}^{-1}$  TS berechnet. **Ergosterol** wurde nach Verseifung und Extraktion in Petrolether mit der HPLC am UV-Detektor bestimmt (SCHWADORF & MÜLLER 1989, ANONYMUS 1993). Da die Ernte im Januar des ersten Jahres bei Tauwetter mit größeren Erdverunreinigungen des geernteten Materials einherging, wurde die Konzentration an säureunlöslicher Asche bestimmt (ANONYMUS 1993) und bei den Ergebnissen korrigierend berücksichtigt. Da bei der Bestimmung der Sandfraktion auch in den Pflanzen enthaltene Silikate erfasst werden können (BASSLER & PUTZKA 1985), wurde bei den Varianten der Erntetermine November und Dezember, die ohne nennenswerte Erdverunreinigungen geerntet wurden, auf eine Sandkorrektur verzichtet. Auch in den folgenden Jahren wurde aus Gründen der Orthogonalität nur der letzte Erntetermin um den Anteil an säureunlöslicher Asche korrigiert. Die Analyse der **Glucosinolate** in der Grünmasse erfolgte durch ein isocratisches HPLC-Verfahren (= Hochdruckflüssigkeitschromatograph) am UV-Detektor. Die Methode der isocratischen Trennung wurde gewählt, da sie im Hinblick auf den Aufwand an Geräten (= Pumpe, Mischkammer) günstiger zu beurteilen ist. Bezogen auf die Fragestellung des Glucosinolat-Gehaltes im Verlauf des Winters liefert die isocratische Trennung ausreichende Informationen. Zur Validierung der Methode wurden die externen Standards BCR-190R und BCR-367R der europäischen Kommission (ANONYMUS 2001) verwendet, als interner Standard diente Sinigrin (ROTHE et al. 2004). Da sich bei isocratischer Analyse eine andere Reihenfolge in der Elution der Glucosinolate sowie eine schlechtere Trennung ergeben können, wurde die Methode anhand der BCR-Standards überprüft und durch die Unterstützung der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, MVP, SG Qualitätsforschung, eine optimale Konzentration des Fließmittels für die isocratische Trennung ermittelt. Die Probenaufbereitung und Desulfatierung der Glucosinolate folgte weitestgehend der Analysenvorschrift der EG für Rapssaat (ANONYMUS 1992); für die Bestimmung der Glucosinolate in der Raps-Grünmasse wurden in Anlehnung an BUCHNER (1988), DEMES (1989) und ROTHE et al. (2004) die in der Analysenvorschrift unterstrichenen Änderungen vorgenommen. Der zusätzlich "fett" markierte Abschnitt erfolgte, da es ansonsten bei der isocratischen Trennung zu einem Störpeak kam, der die Identifizierung von Progoitrin im Chromatogramm erheblich beeinträchtigte.

**Analysengang:**

- a. 200 mg der Probe auf 0,1 mg genau in Zentrifugenröhrchen einwiegen.
- b. Zentrifugenröhrchen in ein 75°C heißes Wasserbad stellen und ca. 4 Minuten stehen lassen.
- c. 3 ml kochendes 70% Methanol zugeben und anschließend sofort 200 µl des internen Standards zugeben (10 mmol Sinigrin). Die Zentrifugengläser 10 Minuten im Wasserbad erhitzten und mindestens 2 mal gut durchmischen.
- d. Die Proben 10 Minuten zentrifugieren.
- e. Überstände in ein anderes Zentrifugenröhrchen überführen. Zu den Rückständen nochmals 3 ml kochendes 70 % Methanol geben, weitere 10 Minuten im Wasserbad belassen, anschließend wieder 10 Minuten zentrifugieren.
- f. Überstände vereinigen und die ca. 5 ml Rohextrakt mit 100 µl Blei-Barium-Acetat zur Fällung des Proteins versetzen, einige Minuten stehen lassen und anschließend noch mal 10 Minuten zentrifugieren.
- g. 1 ml des Rohextraktes auf neu hergestellte Ionen-Austauschersäule (Sephadex, DEAE –25) geben
- h. Anschließend einmal mit 1 ml Natrium-Acetat-Puffer (= pH 4) und **dreimal mit je 1 ml hochreinem HPLC-Wasser nachwaschen**.
- i. 100 µl Sulfatase (= Sulfatase H1 aus Helix pomatia, EC 3.1.6.1) aufgeben und zur Reaktion (= Desulfatierung) über Nacht (= 16 h) stehen lassen.
- j. Desulfo-Glucosinolate zweimal mit je 1 ml hochreines Wasser eluieren, gut mischen und in Probengefäße füllen.
- k. 30 µl des Eluates über Autosampler in die HPLC injizieren.

**Geräteparameter:**

Säule (= stationäre Phase): RP Nucleosil 100-5 C18 , 200 x 4 mm

Säulentemperatur: 30°C

Elutionsmittel (= mobile Phase): 94 % Wasser, 6 % Acetonitril

Flußrate: 1,8 ml min<sup>-1</sup>

Detektion: UV/ VIS-Detektor, 229 nm

Unter den beschriebenen Bedingungen betrug die Analysenzeit 35 Minuten.

Chromatogramme der BCR Standards, des Rübenkörpers und der Raps-Grünmasse sind im Anhang, vgl. Anhangabb. 1-4, abgebildet. Die Identifizierung der Einzelglucosinolate erfolgte durch die BCR-Standards sowie anhand von Vergleichsanalysen durch HPLC-Verfahren mit Lösungsmittel-Gradienten. Bei der quantitativen Auswertung wurde nach der "Internen Standard-Methode" verfahren, wobei die Responsefaktoren der EG (ANONYMUS 1992) verwendet wurden.

### 3.2.3 Statistische Auswertung

Die Auswertung des Datenmaterials erfolgte mit Hilfe des PC-Statistikprogramms SPSS für Windows (ANONYMUS 2000). Die Daten wurden als Spaltanlage - zur Begrenzung von Interaktionen höherer Ordnung für jedes Untersuchungsjahr getrennt - varianzanalytisch verrechnet. Der Faktor Saattermin belegte die Hauptteilstücke, der Faktor Erntetermin die Mittelteilstücke und der Faktor Früchte die Kleinteilstücke, vgl. Tab. 2.

Für die Tests auf Signifikanz wurden folgende Signifikanzniveaus zu Grunde gelegt:

- F-Test der Varianztabelle  
 Signifikanzniveau 5 %, in den Tabellen gekennzeichnet durch "\*"
   
 Signifikanzniveau 1 %, in den Tabellen gekennzeichnet durch "\*\*"
- Multipler t-Test für die Einzelwerte der Tabellen  
 Signifikanzniveau 5 %

**Tab. 2:** Aufteilung der Freiheitsgrade für ein Beobachtungsjahr

<b>Varianzursache</b>	<b>FG</b>
Blöcke	2
Saattermin	1
<u>Rest<sub>1</sub></u>	<u>2</u>
Ernte	2
Ernte x Saattermin	2
<u>Rest<sub>2</sub></u>	<u>8</u>
Früchte	6
Früchte x Saattermin	6
Früchte x Erntetermin	12
Früchte x Saattermin x Erntetermin	12
<u>Rest<sub>3</sub></u>	<u>72</u>
<b>Total</b>	<b>125</b>

## 4 Ergebnisse

### 4.1 TS-Ertrag und Ertragsstruktur

#### 4.1.1 TS-Ertrag

In Abb. 3 sind die TS-Erträge der drei Versuchsjahre dargestellt, vgl. Anhangtab. 7 – 10. Die über alle drei Jahre gesicherte Wechselwirkung Frucht x Saattermin bezogen auf den TS-Ertrag, vgl. Anhangtab. 7, wird durch die meist signifikanten Ertragsdifferenzen zwischen den Saatterminen im Falle der Rapsformen und jahrabhängig auch der Herbstrübe ausgelöst, während bei den Weidelgräsern und der Ausfallgetreide-Simulation die Ertragsunterschiede, bezogen auf den Saattermin, nur in Ausnahmen gesichert sind. Des Weiteren zeigt ein Vergleich der Früchte des zweiten Saattermins weniger signifikante Ertragsunterschiede als ein Vergleich der Varianten des ersten Saattermins; dies ist insbesondere im dritten Versuchsjahr sichtbar. In den letzten beiden Versuchsjahren ist außerdem die Interaktion Frucht x Erntetermin signifikant, dies ist im zweiten Versuchsjahr von größerer Relevanz und wird ausgelöst durch einen Ertragszuwachs von Winter- und Sommerraps des ersten Saattermins zum zweiten Erntetermin, während das Welsche und das Einjährige Weidelgras bereits zu diesem Zeitpunkt einen Ertragsrückgang zeigen. Bei fortschreitendem Winter bleiben im zweiten Versuchsjahr die Erträge der Weidelgräser konstant, während Winter- und Sommerraps einer deutlichen Ertragsabnahme unterliegen. Sowohl der erste als auch der zweite Saattermin der Herbstrübe zeigen in diesem Jahr über alle drei Erntetermine ein gleichbleibendes Ertragsniveau. Die Interaktion Saattermin x Erntetermin ist im letzten Versuchsjahr signifikant. Gemittelt über alle Früchte eines Erntetermins bauen die Varianten des ersten Saattermins bei fortschreitendem Winter mehr Masse als die Varianten des zweiten Saattermins ab, vgl. Anhangtab. 7 und 10.

Die größte Varianzursache ist in allen drei Jahren der Saattermin, vgl. Anhangtab. 7. In der Mehrzahl der Fälle erreichen die Varianten des frühen Saattermins ein höheres Ertragsniveau als die Varianten des späten Saattermins. Auch die Faktoren Frucht und Erntetermin sind gesichert. Der höchste Ertrag wird im ersten Versuchsjahr von der Herbstrübe erreicht, in den beiden folgenden Jahren bildet der stängelreiche Sommerraps "Schnitttyp" die größte Masse. Die niedrigsten Erträge werden in allen Jahren von der Ausfallgetreide-Simulation - insbesondere zum letzten Erntetermin im Winter - erreicht. Zu Beginn des Winters unterscheiden sich Ausfallgetreide und Weidelgräser meist nicht.

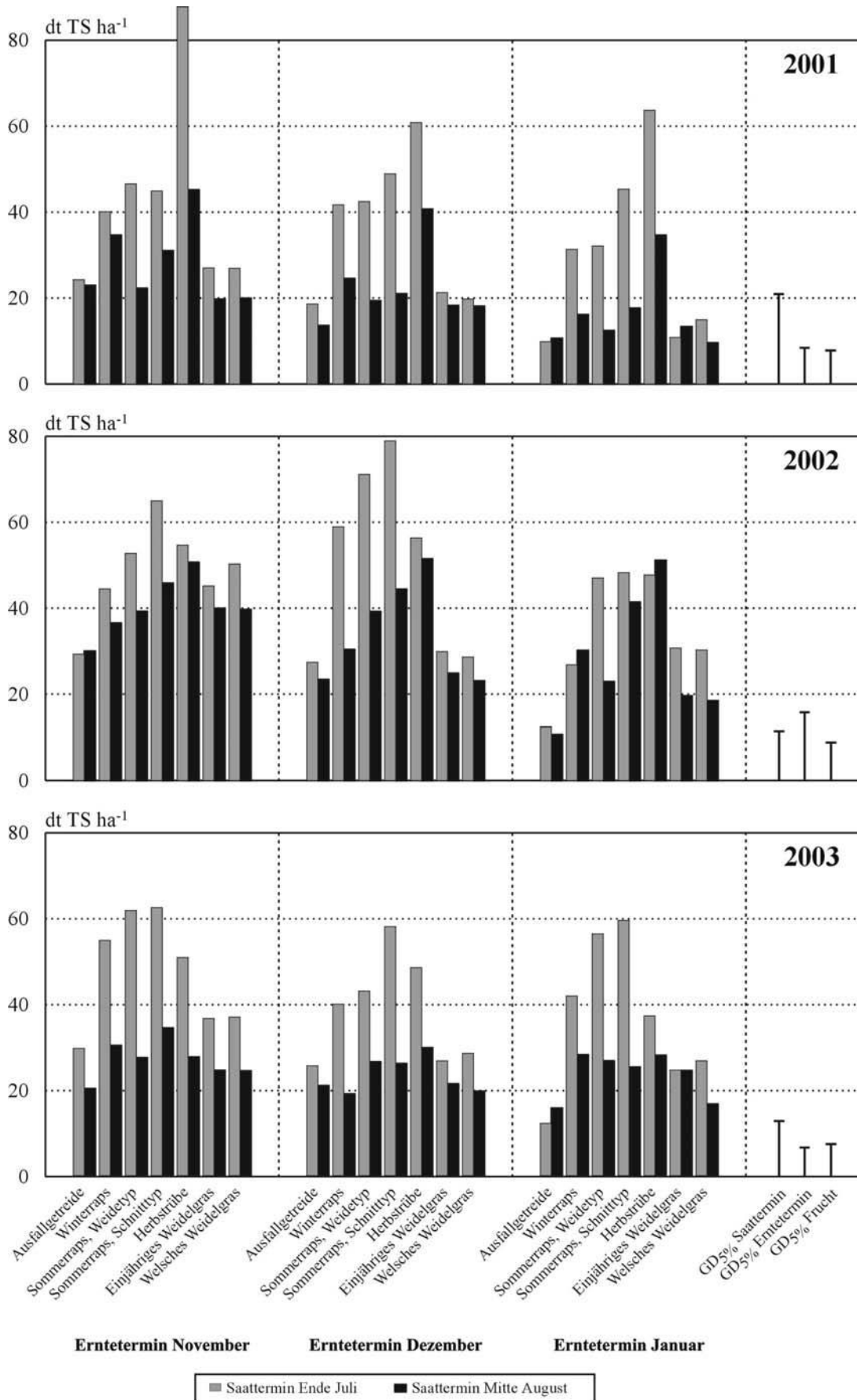
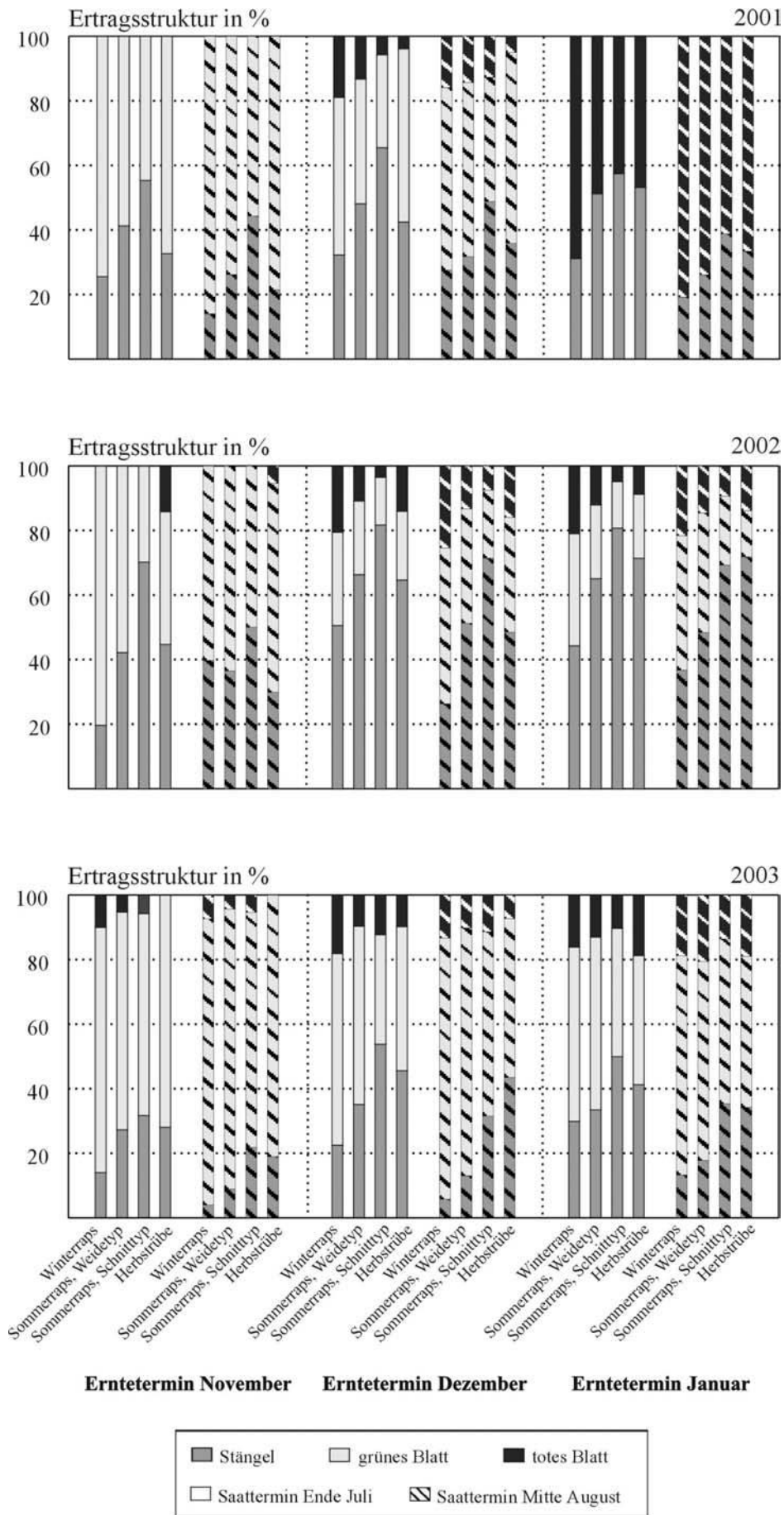


Abb.3: TS-Ertrag in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht

Die Ertragsabnahme ist, betrachtet über die Varianten eines Erntetermins innerhalb eines Saattermins, in den ersten beiden Versuchsjahren stärker ausgeprägt als im letzten Versuchsjahr, vgl. Anhangtab. 8 - 10. Das insgesamt höchste Ertragsniveau, gemittelt über alle Erntetermine, wird - unabhängig vom Saattermin - im niederschlagsreichen zweiten Jahr erreicht, die geringste Masse wird im ersten Versuchsjahr gebildet, das letzte Jahr nimmt - bezogen auf den Ertrag - eine Mittelstellung ein.

#### 4.1.2 Ertragsstruktur

In Abb. 4 ist die Ertragsstruktur der *Brassicaceen* in ihren Fraktionen grünes Blatt, totes Blatt und Stängel bzw. Rübe dargestellt. Die früh gesäten Varianten haben in der Regel einen geringeren Blattanteil als die spät gesäten Varianten. Ebenso verhält es sich in der Mehrzahl der Fälle bei der Herbstrübe, wobei die Unterschiede im ersten Versuchsjahr über alle Erntetermine deutlich ausgeprägt sind. Im zweiten Jahr gleichen sich die beiden Saattermine der Herbstrübe im Hinblick auf das Verhältnis von Blatt zu Rübe im Verlauf des Winter an, im dritten Winter sind diese Unterschiede nur gering, wobei der prozentuale Anteil "Rübe" bis in den Dezember noch zunimmt. Der höchste Stängelanteil wird im Vergleich der Rapsformen in allen Jahren und über alle Erntetermine vom Sommerraps "Schnitttyp" erreicht, gefolgt vom Sommerraps "Weidetyp". Winterraps hat in den meisten Fällen die größte Blattmasse. Der Anteil toter Blätter steigt vor allem im ersten Versuchsjahr im Januar deutlich an, hier erfolgt die Ernte erst nach einer längeren Schneeauflage, während die folgenden Winter weitgehend schneefrei bleiben. Im zweiten Versuchsjahr hat der stängelreiche Sommerraps "Schnitttyp" den geringsten Anteil toter Blätter, im dritten Jahr zeigt sich dieser Unterschied nicht. Auch ein Unterschied zwischen den Saatterminen ist, bezogen auf den Anteil toter Blätter, nicht erkennbar. Im Hinblick auf die Frischmasseerträge sei hier noch der hohe Wassergehalt des Rübenkörpers erwähnt, der in den Versuchsjahren zwischen 88 % und 95 % lag ( $\bar{x} = 92\%$ ):

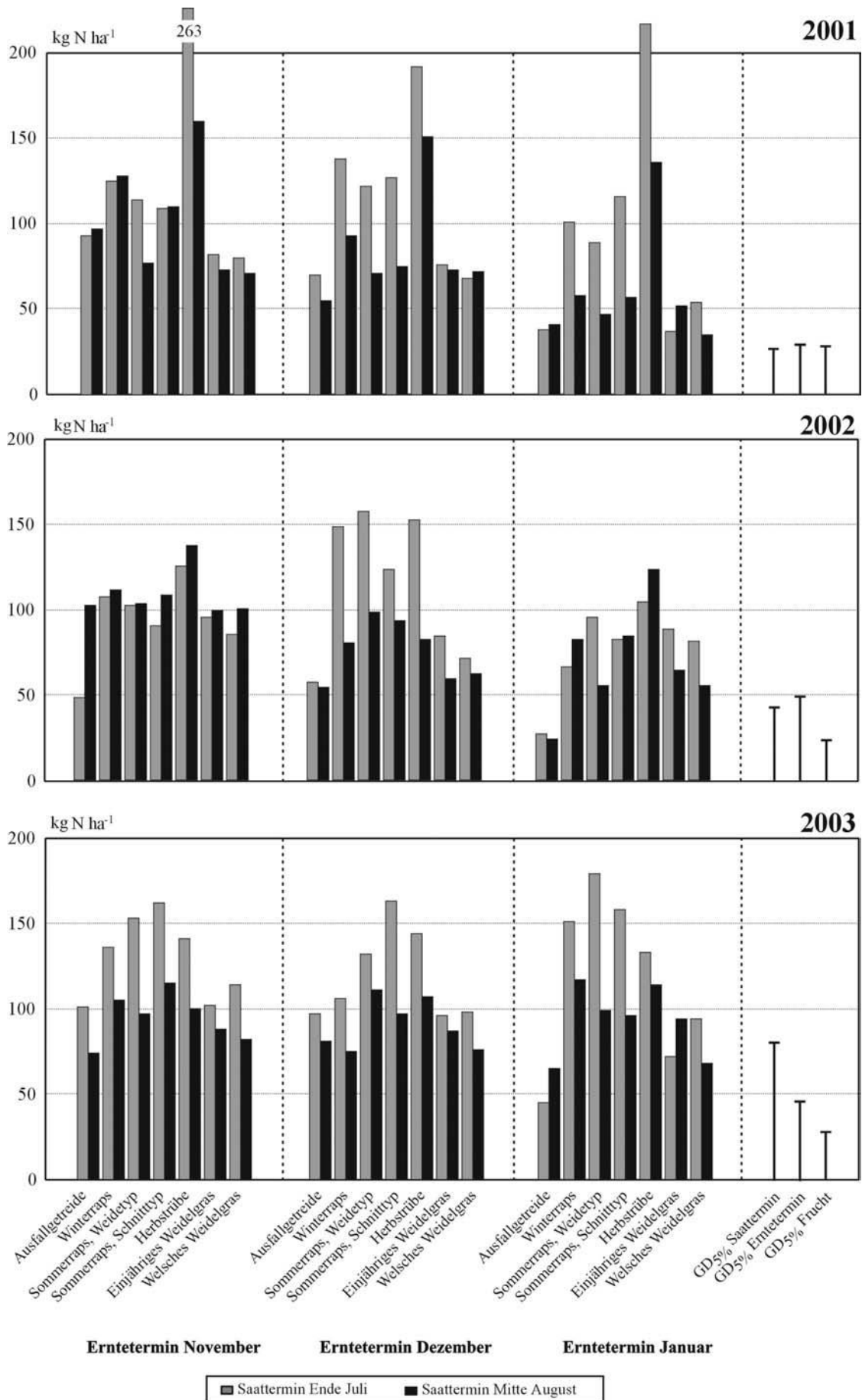


**Abb.4:** Ertragsstruktur in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht

### 4.1.3 N-Entzüge

In Abb. 5 sind die N-Entzüge in der Erntemasse dargestellt, vgl. Anhangtab. 39 - 42. Die Wechselwirkung Frucht x Saattermin ist in allen drei Jahren gesichert, vgl. Anhangtab. 39, im ersten und dritten Versuchsjahr ist diese Interaktion von großer Relevanz. Ausgelöst wird die Wechselwirkung Frucht x Saattermin in 2001 durch einen unterschiedlichen Einfluss des Saattermins auf *Poaceen* und *Brassicaceen*. In der Mehrzahl der Fälle ist der Unterschied zwischen den Saatterminen bezogen auf die N-Entzüge bei den *Brassicaceen* während des gesamten Winters signifikant, während bei den *Poaceen* kein sicherer Unterschied zwischen den Saatterminen besteht. Auch in 2003 erreichen die *Brassicaceen* des frühen Saattermins die höheren N-Entzüge, die Unterschiede sind im dritten Versuchsjahr jedoch aufgrund hoher Grenzdifferenzen, insbesondere des Saattermins (= hier stets nur 2 Freiheitsgrade, vgl. Tab 2) nicht signifikant. Allerdings ist der Unterschied zwischen den Früchten innerhalb eines Saattermins bei den früh gesäten Varianten größer und auch häufiger signifikant; die Varianten des zweiten Saattermins unterscheiden sich in der Mehrzahl der Fälle nicht. Im zweiten Versuchsjahr ist die Interaktion Saattermin x Erntetermin die wichtigste Wechselwirkung. Im Mittel aller Varianten eines Saattermins nehmen die N-Entzüge der früh gesäten Varianten erst nach dem zweiten Erntetermin signifikant ab, die der spät gesäten bereits von November bis Dezember und bleiben im weiteren Verlauf konstant. Des weiteren findet bei Winterraps und Sommerraps "Weidety" des ersten Saattermins zwischen dem zweiten und dritten Erntetermin ein signifikanter Rückgang der N-Menge in der oberirdischen Pflanzenmasse statt, während bei allen anderen Früchten des ersten Saattermins der Einfluss des Erntetermins nicht signifikant ist. Auch bei den Varianten des zweiten Saattermins ist in 2002 lediglich für die Ausfallgetreide-Simulation ein Effekt des Erntetermins gesichert, bei allen anderen Varianten ist die Verringerung der N-Entzüge im Verlauf des Winters nicht signifikant. Dies löst die ebenfalls in allen Versuchsjahren gesicherte Interaktion Frucht x Erntetermin aus.

Die wichtigste Varianzursache ist in allen drei Jahren der Faktor Frucht, vgl. Anhangtab. 39, des Weiteren ist der Einfluss des Saattermins in allen Versuchsjahren als Hauptwirkung gesichert. Im ersten und im zweiten Versuchsjahr ist außerdem der Einfluss des Erntetermins signifikant. Die deutlichsten Effekte der drei Hauptwirkungen zeigen sich im ersten, schneereichen Winter. In 2001 erreicht die Herbstrübe die mit Abstand höchsten N-Entzüge, die *Brassicaceen* des frühen Saattermins haben meist höhere N-Entzüge als die spät gesäten Varianten, des weiteren verringern sich die N-Entzüge im Verlauf des Winters bei fast allen



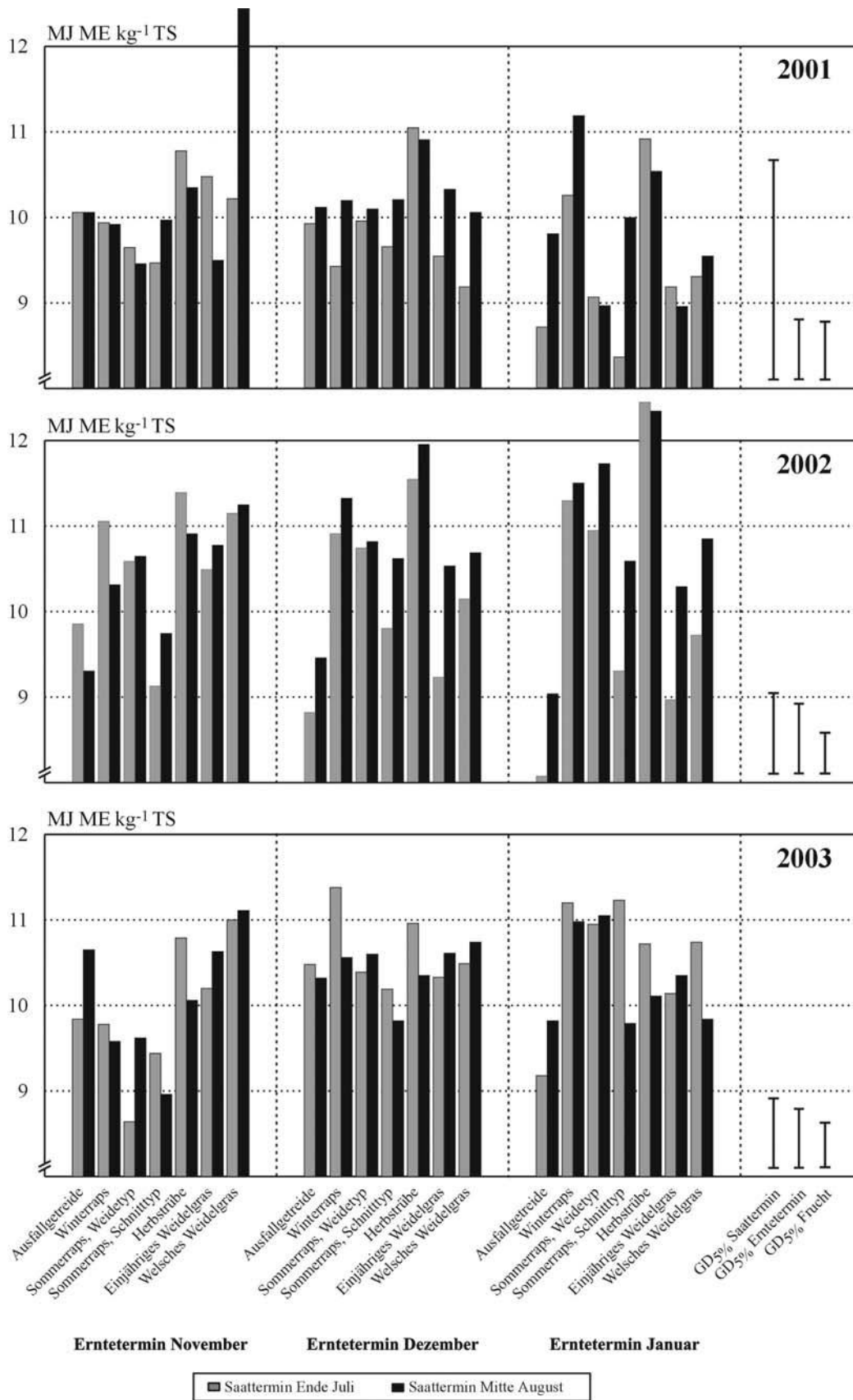
**Abb.5:** N-Entzüge in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht

Varianten signifikant. Im letzten, relativ trockenen Versuchsjahr sind die Effekte von Saat- bzw. Erntetermin in den meisten Fällen nicht signifikant, das zweite, niederschlagsreiche Versuchsjahr nimmt eine Mittelstellung ein. Die höchsten N-Entzüge erreichen in 2002 der Sommerraps "Weidety" und die Herbstrübe im Dezember, die niedrigsten hat die Ausfallgetreide-Simulation im Januar.

## 4.2 Futterqualität

### 4.2.1 Energiedichte

Die Umsetzbare Energie (= ME) aller drei Versuchsjahre ist in Abb. 6 dargestellt, vgl. Anhangtab. 15 – 18. Die in allen drei Jahren gesicherte Wechselwirkung Frucht x Erntetermin, vgl. Anhangtab. 15 wird durch einen unterschiedlichen Verlauf des Energieniveaus der verschiedenen Arten während des Winters ausgelöst. Die Weidelgräser - insbesondere das Welsche Weidelgras - weisen meist zu Beginn des Winters die signifikant höchsten Energiedichten auf und reagieren auf den fortschreitenden Winter in der Mehrzahl der Fälle mit einer Verringerung des Energieniveaus. Bei Winterraps und jahrabhängig auch bei Sommerraps und Herbstrübe steigt die Energiedichte im Verlauf des Winters an, so dass von den *Brassicaceen* die signifikant höchsten Energiedichten meistens im Januar erreicht werden. In allen drei Versuchsjahren ist auch die Wechselwirkung Frucht x Saattermin gesichert, allerdings können hier keine einheitlichen Effekte herausgestellt werden, so dass die futterbauliche Relevanz dieser Wechselwirkung, bezogen auf die Energiedichte, vernachlässigt werden kann. In dem niederschlagsreichen Versuchsjahr 2002 ist zudem die Wechselwirkung Saattermin x Erntetermin gesichert. Im Mittel aller Arten eines Erntetermins nimmt bei den Varianten des ersten Saattermins die Energiedichte bei fortschreitendem Winter signifikant ab, während die Varianten des zweiten Saattermins eine signifikante Steigerung der Energiedichte zum Erntetermin im Januar hin aufweisen, vgl. Anhangtab. 17. Die größte Varianzursache ist in den ersten beiden Versuchsjahren der Faktor Frucht, im dritten Versuchsjahr der Faktor Erntetermin. Bei einem Vergleich aller Früchte, gemittelt über alle Saat- und Erntetermine, weisen im ersten Versuchsjahr die Ausfallgetreide-Simulation, beide Sommerrapstypen sowie das Einjährige Weidelgras die niedrigsten Energiedichten auf, Winterraps, Herbstrübe und Welsches Weidelgras die höchste. Im zweiten Versuchsjahr ist die Differenz zwischen den Früchten größer, hier erreicht die Herbstrübe zum dritten Erntetermin die höchsten Energiegehalte. Die Energiedichte der Ausfallgetreide-Simulation ist zu diesem Zeitpunkt auf dem niedrigsten Niveau. Der Faktor Frucht ist auch im dritten,

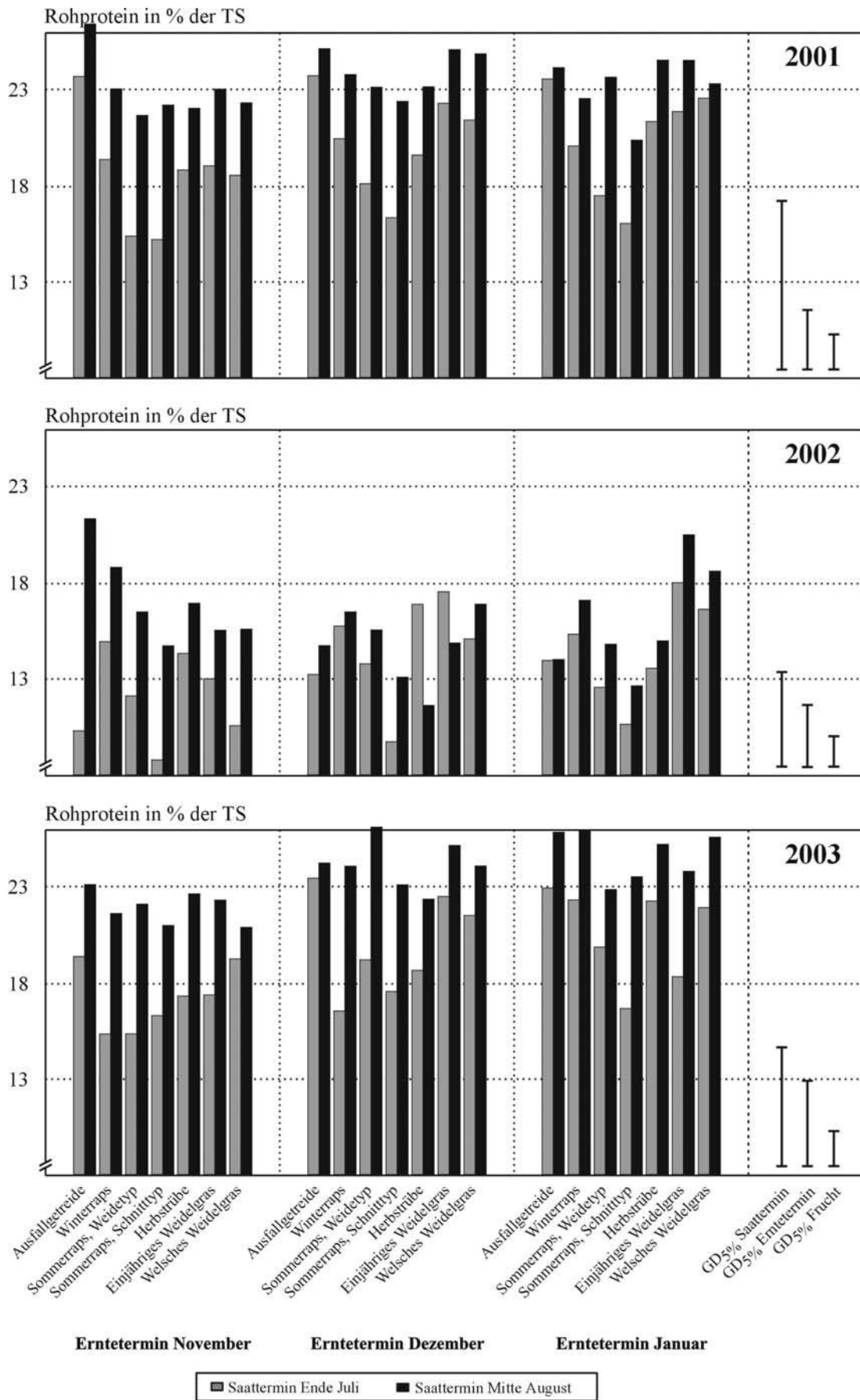


**Abb.6:** Energiedichte als Umsetzbare Energie in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht

Versuchsjahr gesichert, hier haben die Ausfallgetreide-Simulation und der stängelreiche Sommerraps "Schnitttyp" die niedrigste Energiedichte. Welsches Weidelgras, Winterraps und Herbstrübe liegen auf signifikant höherem Niveau. Der größte Einfluss auf die Energiedichte geht in dem letzten Versuchsjahr vom Erntetermin aus. Im Mittel aller Varianten nimmt die Energiedichte im Verlauf des Winters zu, vgl. Anhangtab. 18. Im ersten, schneereichen Versuchsjahr ist der Faktor Erntetermin ebenfalls gesichert, hier zeigt sich im Verlauf des Winters eine signifikante Abnahme der Energiedichte, vgl. Anhangtab. 16. Im zweiten niederschlagsreichen Jahr ist der Einfluss des Erntetermins nicht signifikant. Im Mittel aller Früchte bleibt das Energieniveau im Verlauf des Winters konstant, vgl. Anhangtab. 17.

#### 4.2.2 Rohprotein-Konzentration

Die XP-Konzentration wird in Abb. 7 sowie in Anhangtab. 11 – 14 dargestellt. In allen drei Versuchsjahren ist die Wechselwirkung Frucht x Saattermin gesichert, vgl. Anhangtab. 11, und im ersten Versuchsjahr von höchster Relevanz. In den Jahren 2001 und 2003 wird die Interaktion durch die Rapsformen ausgelöst; die früh gesäten Varianten, insbesondere des stängelreichen Sommerraps "Schnitttyp", weisen häufig die signifikant niedrigsten XP-Konzentrationen auf, während sich die Rapsformen des zweiten Saattermins meist nicht signifikant von den anderen Früchten unterscheiden. Die Wechselwirkung Frucht x Saattermin wird im zweiten Jahr durch die Ausfallgetreide-Simulation zum ersten Erntetermin ausgelöst. Die früh gesäte Ausfallgetreide-Simulation hat im Vergleich der Früchte eine signifikant niedrige XP-Konzentration, während das Ausfallgetreide des zweiten Saattermins zu diesem Zeitpunkt die signifikant höchsten XP-Konzentrationen erreicht. Die Differenz der XP-Konzentration zwischen den Saatterminen der Ausfallgetreide-Simulation sowie auch des Sommerraps "Schnitttyp" ist im November signifikant, im weiteren Verlauf des Winters ist der Effekt des Saattermins wie auch bei den anderen Früchten nicht mehr gesichert. Hierdurch wird die Wechselwirkung Saattermin x Erntetermin ausgelöst, die in diesem Versuchsjahr von höchster Relevanz ist. Im ersten und letzten Versuchsjahr ist diese Wechselwirkung nicht gesichert. Die Interaktion Frucht x Erntetermin ist in allen Versuchsjahren signifikant und hat im letzten Jahr die höchste Relevanz. Die XP-Konzentration der *Brassicaceen* des frühen Saattermins ist zu Beginn des Winters im November signifikant niedriger als die des Ausfallgetreides oder des Welschen Weidelgrases. Bei fortschreitendem Winter steigen die XP-Konzentrationen des Winterraps und der Herbstrübe des ersten Saattermins signifikant an, so dass im Januar zwischen Winterraps, Ausfallgetreide, Herbstrübe und Welschen Weidelgras keine signifikanten Differenzen mehr bestehen. Auf die XP-Konzentration des



**Abb.7:** Rohprotein-Konzentration in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht

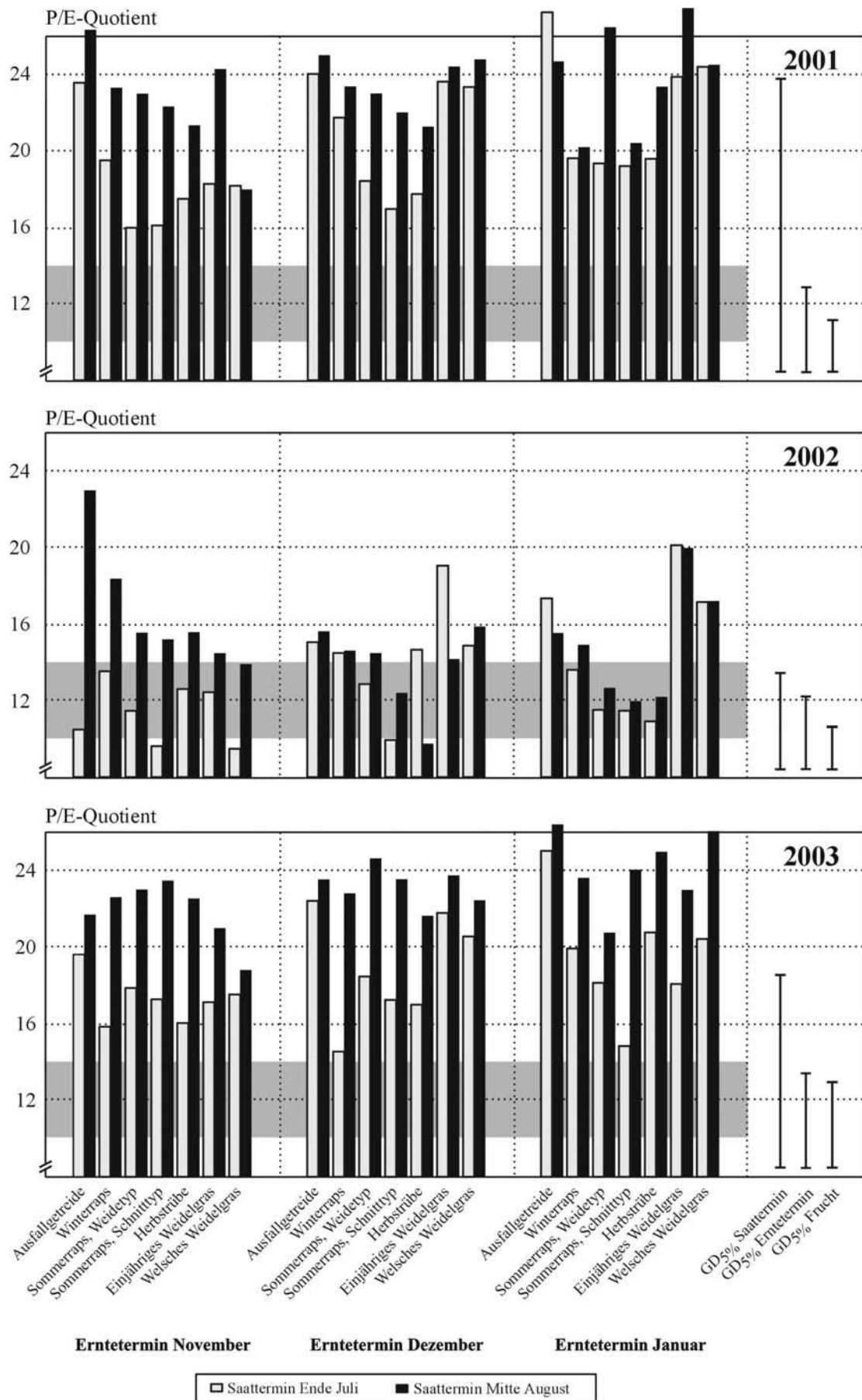
Sommerraps "Schnitttyp" und Sommerraps Weidetyp hat der fortschreitende Winter, wie auch in den anderen Versuchsjahren, keinen signifikanten Effekt.

Die Art ist in den ersten beiden Versuchsjahren die wichtigste Varianzursache, auch im letzten Versuchsjahr ist der Faktor Frucht gesichert, vgl. Anhangtab. 11. Den größten Einfluss hat im dritten Versuchsjahr jedoch der Saattermin, gefolgt von Erntetermin und Frucht. Die höchste XP-Konzentration erreicht in den ersten beiden Jahren die Ausfallgetreide-Simulation des späten Saattermins zu Beginn des Winters, im dritten Versuchsjahr der blattreiche Sommerraps "Weidetyp" im Dezember. Im ersten und im dritten Beobachtungsjahr ist das Niveau der XP-Konzentration im Mittel aller Varianten - mit durchschnittlich 21,5 % in 2001 und 21,4 % in 2003 - vergleichsweise hoch, vgl. Anhangtab. 12 – 14.

#### **4.2.3 Rohprotein/Energie-Quotient**

Die Rohprotein/Energie-Quotienten (=P/E-Quotient), mit dem Bezug Umsetzbare Energie, der drei Versuchsjahre werden in Abb. 8, vgl. Anhangtab. 23 – 26, dargestellt. Die Wechselwirkung Frucht x Saattermin, vgl. Anhangtab. 23, ist in allen drei Jahren gesichert. Im ersten und im letzten Versuchsjahr ist diese Interaktion die wichtigste Wechselwirkung, ausgelöst durch den meist signifikant höchsten P/E-Quotienten des früh gesäten Ausfallgetreides, während sich bei den Varianten des zweiten Saattermins in beiden Jahren keine eindeutige Rangfolge erstellen lässt. Im zweiten Versuchsjahr ist die Wechselwirkung Saattermin x Erntetermin von größter Bedeutung, ausgelöst durch einen Anstieg des Quotienten der früh gesäten Variante der Ausfallgetreide-Simulation, während sich der P/E-Quotient der spät gesäten Variante im Verlauf des Winters verringert. Einen bei fortschreitendem Winter signifikant abnehmenden P/E-Quotienten weisen auch die Varianten des späten Saattermins von Winterraps und Sommerraps "Schnitttyp" sowie beide Saattermine der Herbstrübe auf. Sowohl bei Welschem als auch bei Einjährigem Weidelgras steigt der P/E-Quotient beider Saattermine bis zum Januar signifikant an. Die nicht gleichgerichteten Effekte von Saat- und Erntetermin des mittleren Versuchsjahres auf die Früchte lösen in diesem Zusammenhang auch die Interaktionen Frucht x Saattermin sowie Frucht x Erntetermin aus.

Die wichtigste Varianzursache ist, bezogen auf den P/E-Quotienten, in allen Versuchsjahren der Faktor Frucht. Im ersten Jahr ist außerdem der Faktor Erntetermin gesichert. Die Ausfallgetreide-Simulation erreicht in der Mehrzahl aller Fälle die signifikant höchsten P/E-Quotienten, gefolgt von den Weidelgräsern, deren Quotienten im Verlauf des Winters meist signifikant ansteigen. Insgesamt sind die P/E-Quotienten der Jahre 2001 und 2003 aufgrund



**Abb.8:** P/E-Quotienten in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht

hoher XP-Konzentrationen, vgl. Kap. 4.2.2, hoch, lediglich im mittleren Versuchsjahr bewegen sich die P/E-Quotienten der *Brassicaceen* im Mittel aller Saat- und Erntetermine, vgl. Anhangtab. 25, in einem dem Tier angepassten Bereich (= 10-14), vgl. Kap. 2.2.2.

#### 4.2.4 Ergosterol

Als Maß für den Verpilzungsgrad der Aufwüchse sind in Abb. 9, vgl. Anhangtab. 31 - 34, die Ergosterol-Konzentrationen dargestellt. In allen Versuchsjahren sind die Interaktionen Frucht x Saattermin sowie Frucht x Erntetermin gesichert, vgl. Anhangtab. 31. Im ersten Versuchsjahr ist die Wechselwirkung Frucht x Saattermin von höchster Relevanz, ausgelöst durch den signifikant höchsten Pilzbefall des früh gesäten Ausfallgetreides über den gesamten Winter hin, während sich die Ergosterol-Konzentrationen der Varianten des späten Saattermins zu allen Ernteterminen kaum unterscheiden. Bei fortschreitendem Winter steigt in beiden Jahren der Grad der Verpilzung aller *Poaceen* signifikant an, während bei den *Brassicaceen* häufig nur die Varianten des zweiten Saattermins einen gesicherten Effekt des Erntetermins durch ansteigende Ergosterol-Konzentrationen aufweisen. Die Interaktion Frucht x Erntetermin ist im zweiten und im dritten Versuchsjahr die wichtigste Wechselwirkung, ausgelöst durch den wesentlich stärkeren Anstieg der Ergosterol-Konzentration der *Poaceen* im Vergleich zu dem der *Brassicaceen*. Insbesondere das Einjährige Weidelgras des ersten Saattermins erreicht im Januar des zweiten Jahres mit 338 mg kg<sup>-1</sup> TS die höchsten Konzentrationen, während die früh gesäten Varianten des Sommerraps "Schnitttyp" bei fortschreitendem Winter keine signifikant erhöhte Verpilzung zeigen. Im letzten Jahr ist bei fast allen Varianten der *Brassicaceen* kein signifikanter Anstieg der Ergosterol-Konzentration bei fortschreitendem Winter zu beobachten, während die *Poaceen*, wie auch in den anderen Jahren, mit einem deutlichen Anstieg auf den fortschreitenden Winter reagieren.

Die größte Varianzursache ist in allen drei Jahren der Faktor Erntetermin, des Weiteren ist der Einfluss der Frucht in allen Versuchsjahren signifikant. Die höchsten Ergosterolkonzentrationen werden stets im Januar erreicht, wobei im ersten und im dritten Versuchsjahr Ausfallgetreide und im zweiten Versuchsjahr Einjähriges Weidelgras den stärksten Verpilzungsgrad aufweisen. Zu Beginn des Winters besteht meist kein signifikanter Unterschied zwischen den Früchten, die Verpilzung aller Arten ist nur gering. Ausnahme ist im ersten Versuchsjahr die Ausfallgetreide-Simulation, bereits im November weist diese Variante, wie auch im weiteren Verlauf des Winters, die signifikant höchsten Ergosterolkonzentrationen auf.

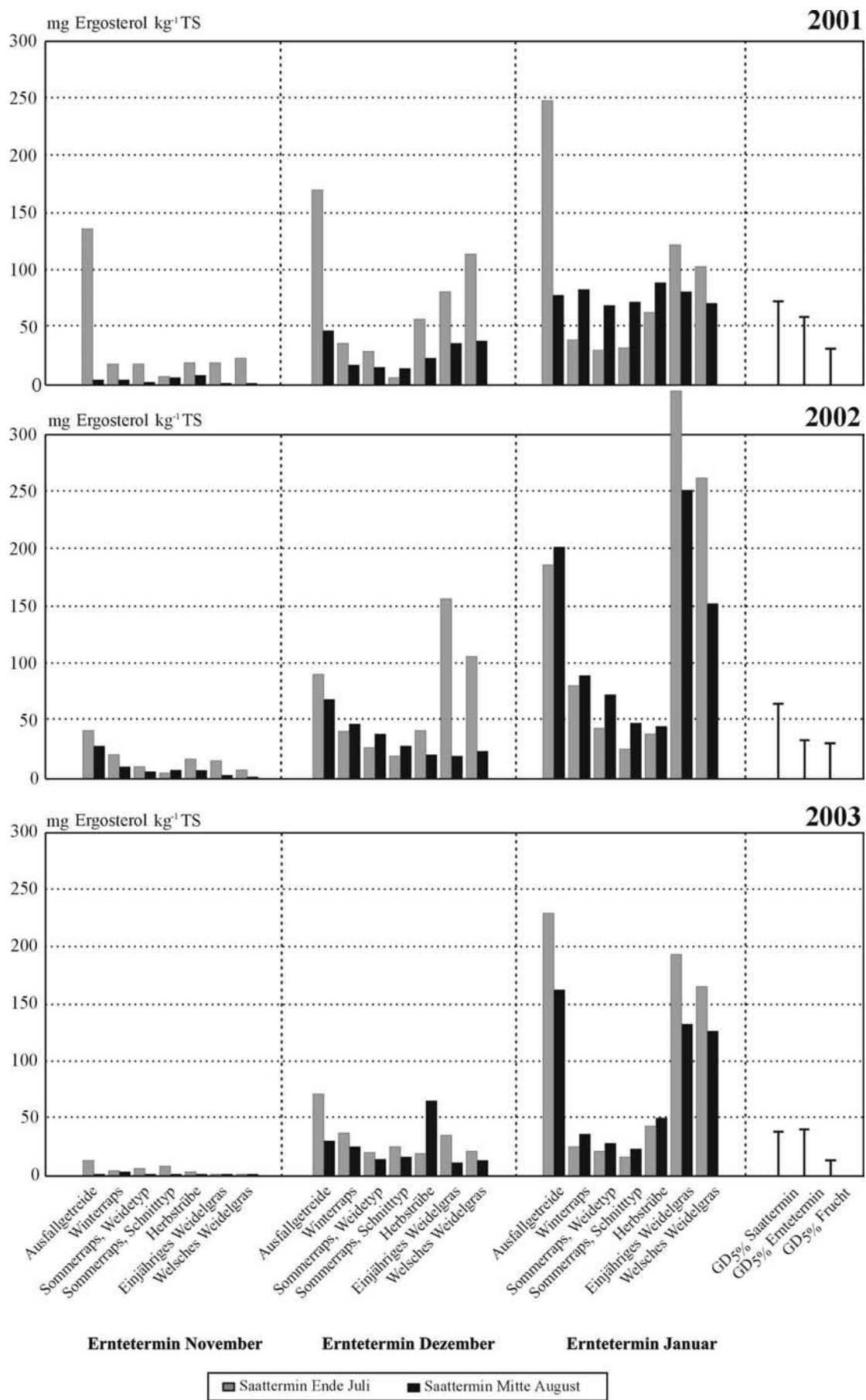
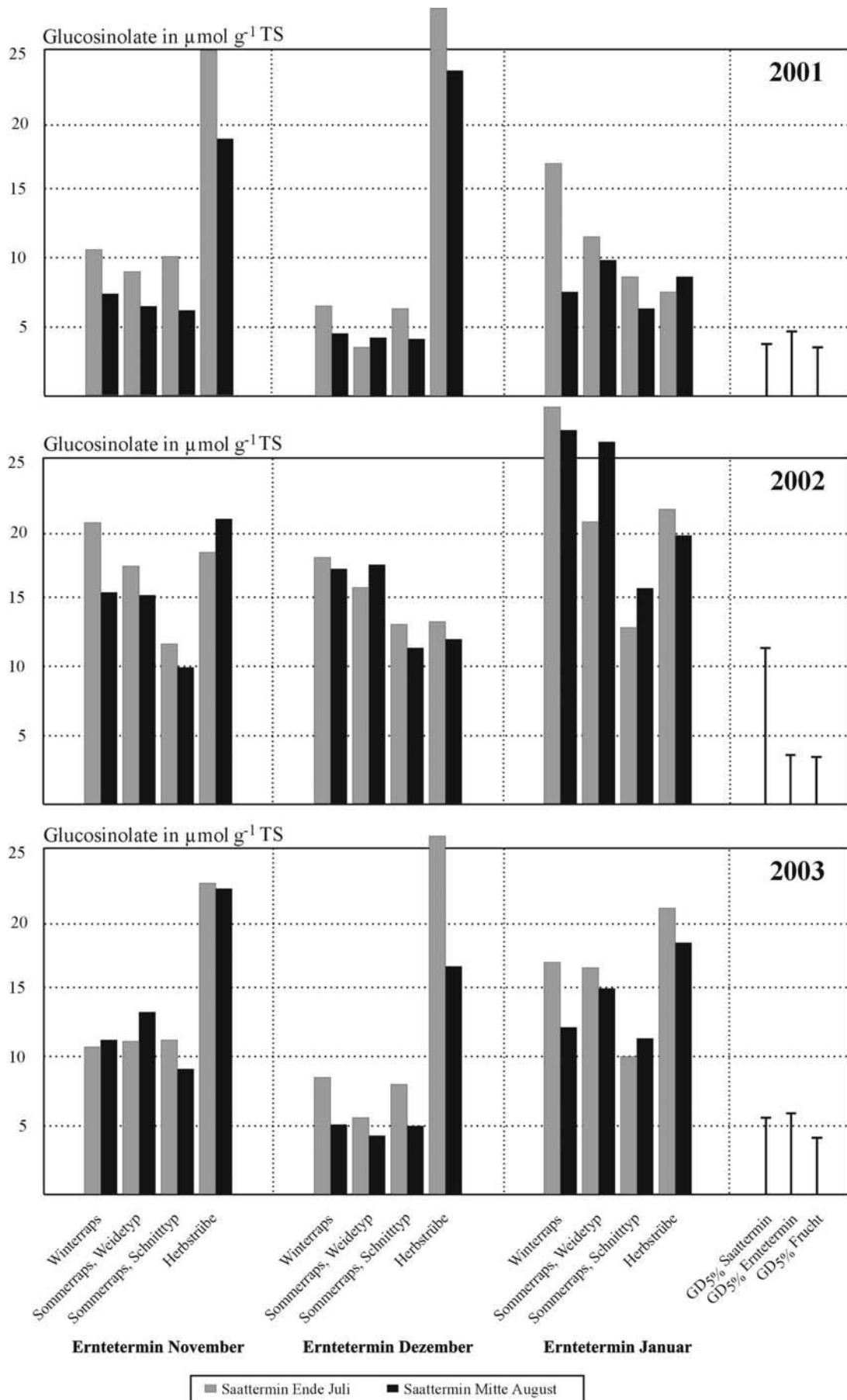


Abb. 9: Ergosterol-Konzentration in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht

#### 4.2.5 Glucosinolate

Abb. 10 zeigt die Glucosinolatgehalte der *Brassicaceen* in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Art bzw. Sorte, vgl. Anhangtab. 35-38. Die Wechselwirkung Frucht x Erntetermin ist in allen drei Versuchsjahren signifikant, vgl. Anhangtab. 35, ausgelöst durch das abweichende Verhalten der Herbstrübe. In 2001 nimmt der Glucosinolatgehalt der Herbstrübe, ausgehend von einem recht hohen Niveau bis Dezember zu, und im weiteren Verlauf des Winters signifikant ab, während die übrigen Varianten im Januar die signifikant höchsten Glucosinolat-Konzentrationen aufweisen bzw. kein signifikanter Einfluss des Erntetermins besteht. Im zweiten Versuchsjahr steigt der Glucosinolatgehalt bis zum Januar bei fast allen Varianten signifikant an, bei der Herbstrübe geht dem allerdings eine signifikante Abnahme von November zum zweiten Erntetermin im Dezember voraus, vgl. Anhangtab. 37. Im dritten Jahr nimmt in der Mehrzahl aller Fälle die Glucosinolat-Konzentration zum zweiten Erntetermin signifikant ab, um dann bei den meisten Rapsformen im weiteren Verlauf des Winters wieder signifikant anzusteigen. Die spät gesäte Variante der Herbstrübe reagiert auf den fortschreitenden Winter zum Dezember mit einer Abnahme, im weiteren Verlauf bleiben die Glucosinolatgehalte konstant; auf die früh gesäten Varianten hat der Faktor Erntetermin in 2003 keinen signifikanten Einfluss. Auf den Glucosinolatgehalt des früh gesäten Sommerrapses "Schnitttyp" hat der Erntetermin in allen drei Wintern meist keinen signifikanten Einfluss, lediglich die Varianten des zweiten Saattermins zeigen in den Versuchsjahren 2002 und 2003 einen signifikanten Anstieg vom zweiten zum dritten Erntetermin.

Der Faktor Frucht ist in allen drei Jahren als Hauptwirkung gesichert und besitzt in 2001 und in 2003 die höchste Relevanz. Ebenfalls in allen Versuchsjahren signifikant ist der Einfluss des Erntetermins, im mittleren Versuchsjahr ist dieser Faktor die wichtigste Varianzursache. Sowohl im ersten als auch im letzten Versuchsjahr ist auch der Effekt des Saattermins signifikant. Einzelne Varianten der Frühsaat weisen signifikant niedrigere Glucosinolat-Konzentrationen als Varianten des zweiten Saattermins auf. In der Mehrzahl aller Fälle unterscheiden sich die verschiedenen Saattermine jedoch nicht, so dass dieser Aspekt im Hinblick auf die futterbauliche Relevanz vernachlässigt werden kann. Sowohl im ersten als auch im letzten Versuchsjahr erreicht die Herbstrübe die signifikant höchsten Werte, im zweiten Versuchsjahr zeigt sich ein insgesamt hohes Niveau. Ein Anstieg des Glucosinolat-Gehaltes zum Januar ist bei den meisten Varianten signifikant, wobei Winterraps die höchsten Werte erreicht.



**Abb.10:** Glucosinolatgehalt in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht

## 5 Diskussion

### 5.1 TS-Ertrag und Ertragsstruktur

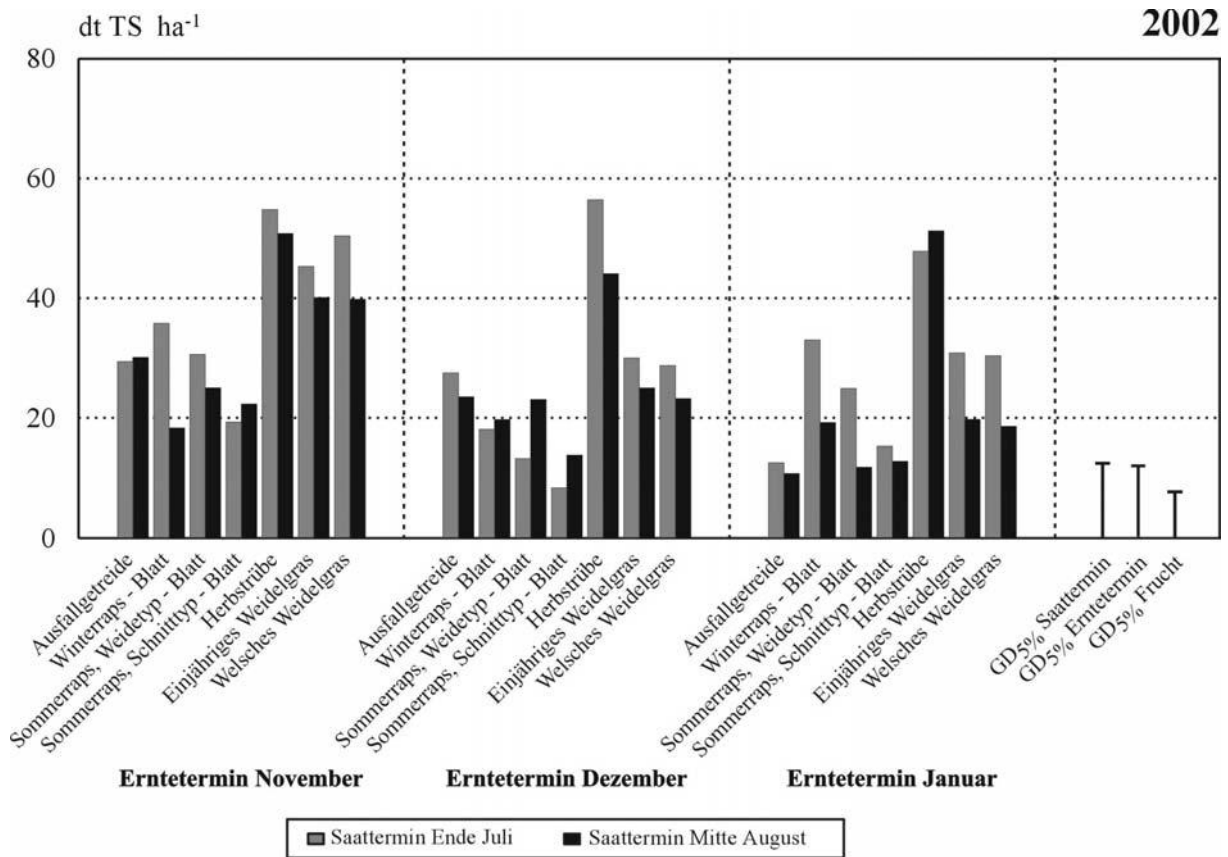
Der Einfluss von Abbauprozessen auf die Pflanzenmasse, dem die *Brassicaceen* im Winter infolge von Frostschäden und Seneszenz unterliegen, ist offenbar geringer als die Auswirkungen, die der fortschreitende Winter auf Weidelgräser und Ausfallgetreide hat. Eine größere Kältetoleranz der Rapsformen zeigt sich in 2002 auch in einer signifikanten Ertragszunahme von November bis Dezember, während die *Poaceen* zu diesem Zeitpunkt bereits abnehmende Erträge aufweisen. Dies deckt sich mit Ergebnissen aus bisherigen Untersuchungen, nach denen die kältetoleranten *Brassicaceen* erst bei Temperaturen unter  $-3^{\circ}\text{C}$  offenbar das Wachstum einstellen (BERENDONK 1982).

Einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe des TS-Ertrages haben - neben Saatzeitpunkt, Erntetermin und Frucht - offenbar die Wasser- und Witterungsverhältnisse zur Saat und im weiteren Verlauf von Entwicklung und Wachstum. Im ersten Versuchsjahr erschwert Trockenheit das Auflaufen der Saat, insbesondere die Rapsformen und Weidelgräser erreichen im November deutlich niedrigere Erträge als im zweiten, niederschlagsreichen Versuchsjahr. Ungleichmäßiger Aufgang der Saat bedingt im ersten Versuchsjahr auch den vergleichsweise hohen Restfehler des Saattermins, dies betrifft auch die Zielgrößen XP-Konzentration und Energiedichte sowie P/E-Quotienten. Die Herbstrübe hingegen findet in diesem Jahr offenbar günstige Bedingungen vor und erreicht im November des ersten Jahres mit  $87 \text{ dt TS ha}^{-1}$  die höchsten Erträge. Nur geringe Niederschlagsmengen während des gesamten Herbst und Winters, frühe Fröste und keine länger anhaltende Schneebedeckung beschreiben die Witterung im dritten Jahr. Auch im dritten Versuchsjahr herrscht relative Trockenheit während der Saattermine, dies wird von den früh gesäten Varianten der *Brassicaceen* offenbar besser toleriert; sie erreichen zu Beginn des Winters ähnlich hohe Erträge wie im niederschlagsreichen Jahr 2002, die Varianten des zweiten Saattermins liegen allerdings deutlich unter dem Niveau des Vorjahres, vgl. Abb. 3. Die Erträge der *Brassicaceen* bleiben während des gesamten Winters auf einem nahezu konstanten Niveau und sind im Januar mit über  $40 \text{ dt TS ha}^{-1}$  immer noch vergleichsweise hoch. Die trockene, kalte Witterung hat offenbar eine "konservierende" Wirkung auf die Erträge der *Brassicaceen*, es wird nur in geringem Maße Pflanzenmasse abgebaut. In der Mehrzahl der Fälle ist der Einfluss des Erntetermins nicht signifikant, vgl. Abb. 3, Anhangtab. 7 - 10. Ähnliche Ergebnisse ergeben auch Untersuchungen von DUMONT et al. (1978), SHELDRIK et al. (1981) und SHELDRIK & LAVENDER (1981); Winterraps zeigt bei fortschreitender

Vegetationsdauer eine relativ geringe Veränderung des Futterwertes. Bezogen auf die Witterung gehen allerdings hohe Niederschläge und milde Witterung im Winter mit niedrigen Erträgen einher (SHELDRIK et al. 1981). Ähnliche Beobachtungen macht SCHULTE (1980) im niederschlagsreichen Versuchsjahr, in dem sich die Sprossmasse von Winterraps im Verlaufe des Herbstes verringert. Im Gegensatz zu Weidelgräsern und *Brassicaceen* ist der Einfluss der Witterung während der Saattermine auf den Ertrag des Ausfallgetreides offenbar nur gering. Zu Beginn des Winters ist der TS-Ertrag des Ausfallgetreides in allen Versuchsjahren auf einem ähnlichen Niveau. Allerdings ist im weiteren Verlauf des Winters mit stark abnehmenden Erträgen dieser Variante zu rechnen; der Effekt des Erntetermins ist in allen drei Jahren gesichert und die Erträge liegen im Januar teilweise unter  $10 \text{ dt TS ha}^{-1}$ , vgl. Abb. 3.

In der vorliegenden Untersuchung kann nicht bestätigt werden, dass *Brassicaceen* spätsaatverträglicher sind als *Poaceen* (SCHUSTER 1966, SCHULTE 1980, SIMON 1987). Ein signifikant positiver Einfluss des Saattermins - bezogen auf den Ertrag - kann lediglich für die Varianten der *Brassicaceen* festgestellt werden. Im Falle der *Poaceen* liegen höhere Erträge der Frühsaat im Vergleich zu den spät gesäten Varianten immer im Bereich des Fehlers. Im zweiten und dritten Versuchsjahr ist der Sommerraps "Schnitttyp" die ertragreichste Art, wobei offenbar das Blatt/Stängel-Verhältnis einen maßgeblichen Einfluss auf den TS-Ertrag hat. Den höchsten Ertrag von fast  $80 \text{ dt TS ha}^{-1}$  erreicht Sommerraps "Schnitttyp" im Dezember 2002, vgl. Anhangtab. 10, allerdings werden 80 % des Ertrages vom Stängelanteil gebildet, vgl. Abb. 4. Im Hinblick auf die Beweidung von Zwischenfrüchten haben BERENDONK (1985) und auch ZOBELT (1990) in Untersuchungen beobachtet, dass mit zunehmendem Stängelanteil auch der Weiderest ansteigt. Bestätigt wird dies durch eigene Beobachtungen im Rahmen eines Futter-Akzeptanz-Versuches der untersuchten Arten, vgl. Abb. 16 und 45 - 52, während die Blätter aller Rapsformen bevorzugt gefressen werden, bleiben die Stängel weitestgehend unberührt. Den geringsten Stängelanteil weist in allen Jahren und zu allen Ernteterminen Winterraps auf. Sommerraps "Weidetyp" nimmt eine Mittelstellung ein, erreicht aber insgesamt meist höhere Erträge als Winterraps. Davon ausgehend, dass die Weidetiere als Futter letztlich nur die Blattmasse aufnehmen, können die TS-Erträge - um den Stängelanteil korrigiert - unter dem Aspekt des bei Beweidung tatsächlich zur Verfügung stehenden Futters mit den Erträgen von Herbstrübe, Weidelgräsern und Ausfallgetreide verglichen werden, vgl. Abb. 11. Verglichen mit den TS-Erträgen der ganzen Rapspflanze, vgl. Abb. 3, zeigt sich nun eine umgekehrte Rangfolge der Rapsformen: Sommerraps "Schnitttyp" erreicht in der Mehrzahl der Fälle die signifikant niedrigsten Blatt-Erträge, Winterraps die höchsten. Im Vergleich aller Früchte ist nun die Herbstrübe die

ertragreichste Art, gefolgt von Weidelgräsern. Ausfallgetreide und Rapsformen unterscheiden sich meist nicht, lediglich im Januar hat der Winterraps signifikant höhere Erträge als Ausfallgetreide und Sommerraps "Schnitttyp".



**Abb.11:** TS-Ertrag ohne Stängelanteil in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht

Während der TS-Ertrag jahrbhängig ein unterschiedliches Niveau aufweist, liegen die **N-Entzüge** - vor allem der Varianten der Spätsaat - bei einem Vergleich innerhalb der Früchte in allen Versuchsjahren in einem ähnlichen Bereich, vgl. Abb. 5. Bei den Varianten der Frühsaat zeigen sich zwischen den Jahren Unterschiede, wobei besonders im dritten Jahr die höchsten N-Entzüge erreicht werden. Die N-Entzüge korrelieren eng mit den TS-Erträgen, aber nicht mit den XP-Konzentrationen, vgl. Anhangtab. 90. Daher laufen die Erklärungen der N-Entzüge konform mit denen des TS-Ertrages. Lediglich im zweiten Versuchsjahr zeigt sich, dass höhere Erträge nicht zwingend mit höheren N-Entzügen einhergehen, in diesem Jahr ist das Bestimmtheitsmaß niedriger als im ersten und dritten Versuchsjahr, vgl. Anhangtab. 90. Die hohen Erträge des zweiten Jahres haben auf den N-Gehalt - und somit auf die XP-Konzentration der Pflanzen - offenbar einen "verdünnenden Effekt", vgl. Abb. 7.

Bestätigt wird dies auch durch die niedrigen Nitrat-Gehalte des Aufwuchses im zweiten Versuchsjahr, vgl. Abb. 13. Aus Sicht der Tierernährung sind diese Effekte positiv zu beurteilen, sowohl Nitrat als auch die P/E-Quotienten liegen im zweiten Versuchsjahr in einem dem Weidetier angepassten Bereich.

Im Hinblick auf N-Verluste durch vertikale Verlagerung zeigen die *Brassicaceen* ein höheres N-Bindungsvermögen als die *Poaceen*; früh gesät liegen die N-Entzüge von Raps und Herbstrübe bis in den Januar meist signifikant über dem Niveau von Ausfallgetreide und Weidelgräsern. Die Varianten der Spätsaat unterscheiden sich dagegen meist nicht signifikant. Bei der Betrachtung der N-Entzüge der Herbstrübe ist allerdings anzumerken, dass ober- und auch unterirdische Pflanzenmasse berücksichtigt sind und bei allen anderen Arten mit einer verbleibenden Stoppelhöhe von 6 cm sowohl der Stoppel- als auch der Wurzel N-Menge unberücksichtigt bleibt.

## 5.2 Futterqualität

Da in der englischsprachigen Literatur fast ausschließlich die Verdaulichkeit – meist nach TILLEY & TERRY (1963) – Verwendung findet, wird neben der **Energiedichte** als ME, vgl. Anhangtab. 15 - 18, und NEL, vgl. Anhangtab. 19 - 22, auch die Verdaulichkeit der organischen Substanz angegeben, vgl. Anhangtab. 27 - 30. Die *in vitro* - Pansensaftmethode (= Hohenheimer Futterwertest) ist offenbar besser geeignet, den wahren Wert der Verdaulichkeit widerzugeben als enzymatische oder chemische Methoden (THEOBALD 2002, OPITZ v. BOBERFLD et al. 2003). Eine Beeinflussung der Pansenmikroben unter anderem durch sekundäre Inhaltsstoffe der Pflanze (THEOBALD 2002) oder durch pilzliche Stoffwechselprodukte (HÖLTERSCHINKEN et al. 1996, 2000) lassen die *in vitro*-Pansensaft-Methode sicherer erscheinen.

Die Arten zeigen in den Versuchsjahren eine unterschiedliche Reaktion auf den fortschreitenden Winter. Im ersten, schneereichen Jahr ist ein Rückgang der Energiedichte am deutlichsten, jedoch nicht bei allen Arten. So weist insbesondere Winterraps im Januar einen signifikanten Anstieg der Energiedichte auf, während bei den *Poaceen* ein gesicherter Rückgang der Energiedichte beobachtet werden kann, vgl. Abb. 6 und Anhangtab. 16 - 18. Dieser Sachverhalt spiegelt sich in der Wechselwirkung Frucht x Erntetermin, die in allen drei Jahren gesichert ist, wider. Auch in den folgenden Jahren erreichen die *Poaceen* im November die höchsten Energiedichten, die im weiteren Verlauf des Winters abnehmen, während bei den *Brassicaceen* die Veränderung der Energiedichte umgekehrt verläuft. Im

Fälle der *Poaceen* sind neben dem Absterben von Pflanzenteilen (ARCHER & DECKER 1977, WOLF 2002) bei fortschreitendem Winter vermutlich auch Verlagerungsprozesse von Reserve-Kohlenhydraten in die Halmbasis, Rhizome und Wurzeln (BROWN et al. 1963, WOLF et al. 1979) für sinkende Energiedichten verantwortlich. Für die Qualität des toten Materials sind nach YANG et al. (1998) und BANZHAF (2004) Witterungsbedingungen ausschlaggebend, denn Inhaltsstoffe, die nicht verlagert werden, unterliegen nach dem Absterben des Gewebes dem Abbau, insbesondere durch Mikroorganismen.

Im Mittel aller Früchte und Saattermine nimmt die Energiedichte im ersten Winter ab. Im zweiten Jahr bleibt die Energiedichte auf gleichem Niveau, wobei die Herbstrübe die höchsten Werte im Vergleich aller Jahre und Früchte erreicht. Im dritten Jahr nimmt die Energiedichte der *Poaceen* nicht so stark ab wie in den beiden anderen Jahren, so dass durch die Zunahme der Energiedichte der *Brassicaceen* im Mittel aller Varianten ein Anstieg zu beobachten ist, vgl. Abb. 6, Anhangtab. 16 - 18. Ein entscheidender Einfluss auf den Verlauf des Energieniveaus im Winter geht offenbar von der Witterung aus. Bei hoher Einstrahlung ist die Assimilation hoch. Ist es gleichzeitig kalt, erfolgt der Umsatz, z.B. in energiereiche Phosphate oder andere Metabolite, nur langsam, so dass es zu einer Anreicherung von Nicht-Struktur-Kohlenhydraten kommen kann (LAWRENCE et al. 1973, THOMAS & NORRIS 1979). Nach LARCHER (2001) sind schneebedeckte Pflanzen zwar vor tiefen Temperaturen, Wind und Austrocknung geschützt, sie sind aber Schneedruck ausgesetzt und nicht genügend mit Licht versorgt. Die Ausfallgetreide-Simulation und die Weidelgräser sind bei Schnee schnell vollständig bedeckt und trocknen bei Nässe wesentlich langsamer ab. Bei Raps kann, je nach Stängelhöhe, nur ein Teil der Pflanze betroffen sein. In diesem Zusammenhang kann sich ein hoher Stängelanteil positiv auswirken.

Ansteigende Energiedichten und Glucosinolatgehalte sowie geringe Ergosterol-Konzentrationen lassen darauf schließen, dass *Brassicaceen* durchaus in der Lage sind, auch bei Frost zumindest einen Teil des Stoffwechsels aufrecht zu erhalten und weiterhin Photosynthese zu betreiben, während *Poaceen* offenbar in wesentlich stärkerem Umfang von Abbau- und Translokationsprozessen (= Rückgang der Energiedichte, starker Anstieg der Verpilzung) betroffen sind. Bezogen auf die *Poaceen* decken sich die Beobachtungen mit Ergebnissen von WOLF (2002) und WÖHLER (2003), die in *Festuca arundinacea* Beständen bzw. auf Dauergrünland eine deutliche Abnahme der DOM im Verlauf des Winters beobachten. In der vorliegenden Untersuchung bewegen sich die Ergebnisse für die Verdaulichkeit im Vergleich zu Winterweidefutter "auf dem Halm" auf einem deutlich höheren Niveau, der niedrigste Wert wird von der Ausfallgetreide-Simulation im Januar des

zweiten Versuchsjahres mit 60,7 % DOM erreicht, in der Regel liegt die DOM jedoch über 70 %, vgl. Anhangtab. 27 - 30.

Vor allem im ersten und im dritten Jahr sind die **XP-Konzentrationen** für Mutterkühe zu hoch. Bei Grünfutter werden ca. 85 % des XP im Pansen abgebaut (MENKE 1987), wodurch Ammoniak freigesetzt wird. Ammoniak steht anschließend den Mikroben zum Aufbau von Mikrobeneiweiß zur Verfügung. Vor dem Hintergrund, dass Pansenmikroben zum Aufbau des Mikrogen-Proteins ausreichende Energie benötigen, spielen somit für eine optimale Ausnutzung des XP die **P/E-Quotienten** zur Bewertung des Grundfutters eine gewisse Rolle. Dient die umsetzbare Energie als Bezugsgröße, sollte der Quotient für Mastrinder in einem Bereich von 10-14 liegen, wobei 10 dem Erhaltungsbedarf und 13-14 hoher Leistung entspricht (MENKE 1987). Überschüsse an XP gehen mit erhöhten Ammoniak-Konzentrationen im Pansen einher. Neben dem Anstieg des pH-Wertes im Pansen kann eine übermäßige Belastung der Leber bis hin zu deren Schädigung die Folge sein (MENKE 1987, JEROCH et al. 1999). In der vorliegenden Untersuchung werden die Grenzwerte für die Quotienten des ersten und dritten Versuchsjahres immer deutlich überschritten. Lediglich im zweiten Jahr liegen die P/E-Quotienten in einem für das Tier adäquaten Bereich. Im Falle der *Poaceen* steigen die Quotienten durch eine Abnahme der Energiedichte in Verbindung mit einer Zunahme der XP-Konzentration zum Januar hin an. Auch im zweiten Jahr wird im Januar vor allem von den Weidelgräsern der kritische Bereich ( $= > 14$ ) überschritten. Die *Brassicaceen* hingegen erhöhen im Verlauf des Winters ihr Energieniveau bei gleichbleibenden XP-Konzentrationen, so dass sich die Quotienten der ganzen Pflanze meist signifikant verringern. Sie bewegen sich allerdings trotz Abnahme nur im zweiten Jahr in einem adäquaten Bereich. Unter dem Aspekt des tatsächlich zur Verfügung stehenden Futters werden die Varianten der *Brassicaceen* anhand ihrer Fraktionen (= grünes Blatt, Stängel oder Rübe, abgestorbenes Blatt) im Hinblick auf deren Futterqualität analysiert, vgl. Abb. 12 und Anhangtab. 56 - 67. Erwartungsgemäß sind die XP-Konzentrationen - und somit auch die P/E-Quotienten - im Stängel der Rapsformen sowie im toten Blatt deutlich niedriger als im grünen Blatt. Die Quotienten im grünen Blatt liegen - erwartungsgemäß - auch im zweiten Versuchsjahr über einem dem Tier angepassten Bereich. Die XP-Konzentrationen des grünen Blattes der verschiedenen Rapsformen unterscheiden sich dabei innerhalb eines Jahres meist nicht signifikant, vgl. Anhangtab. 57 - 59, so dass gesicherte Unterschiede zwischen den Konzentrationen der gesamten Pflanze offenbar nur durch differierende Stängelanteile hervorgerufen werden. Erstaunlich hoch liegen die Energiedichten der toten Blätter des

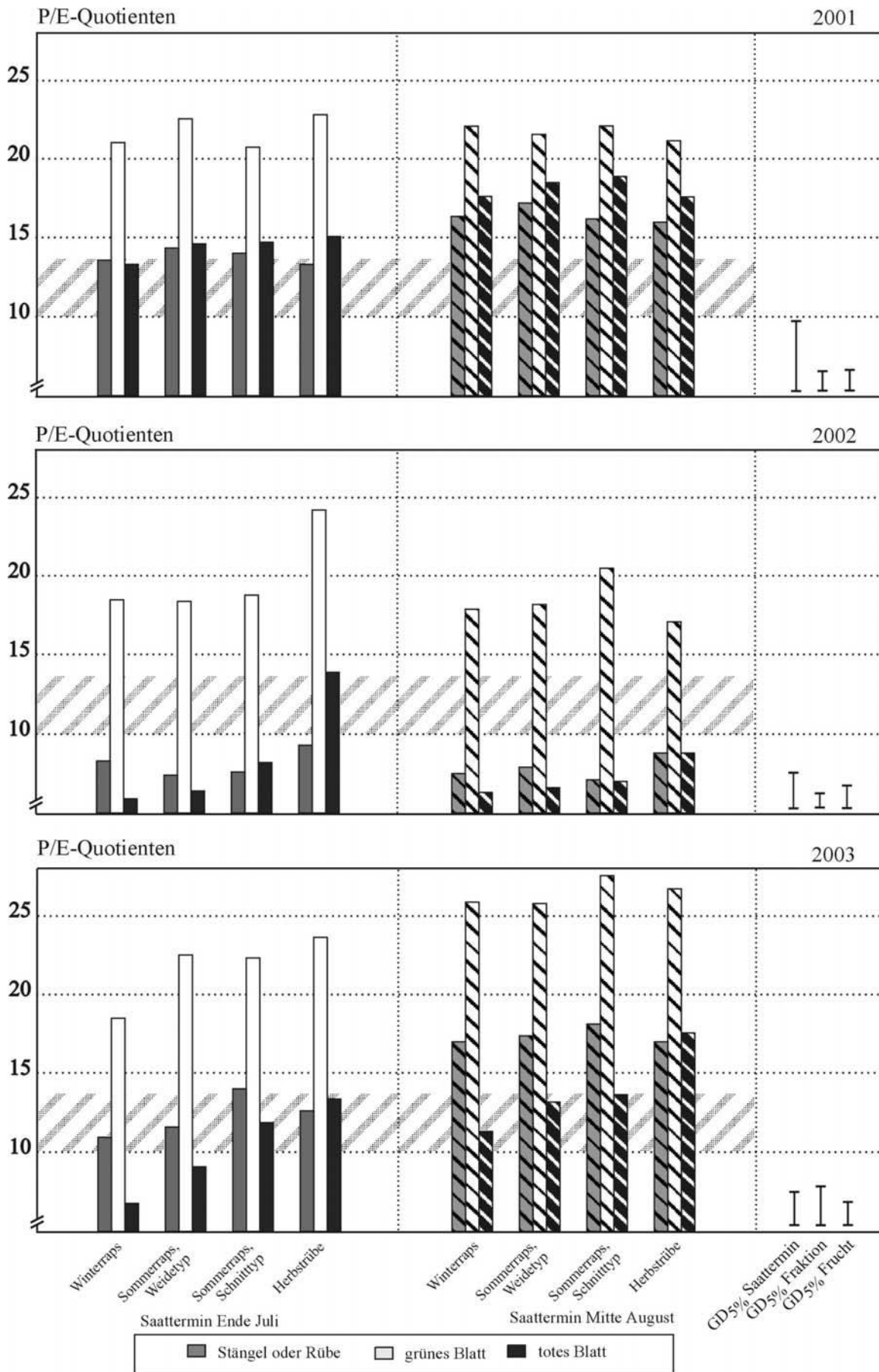


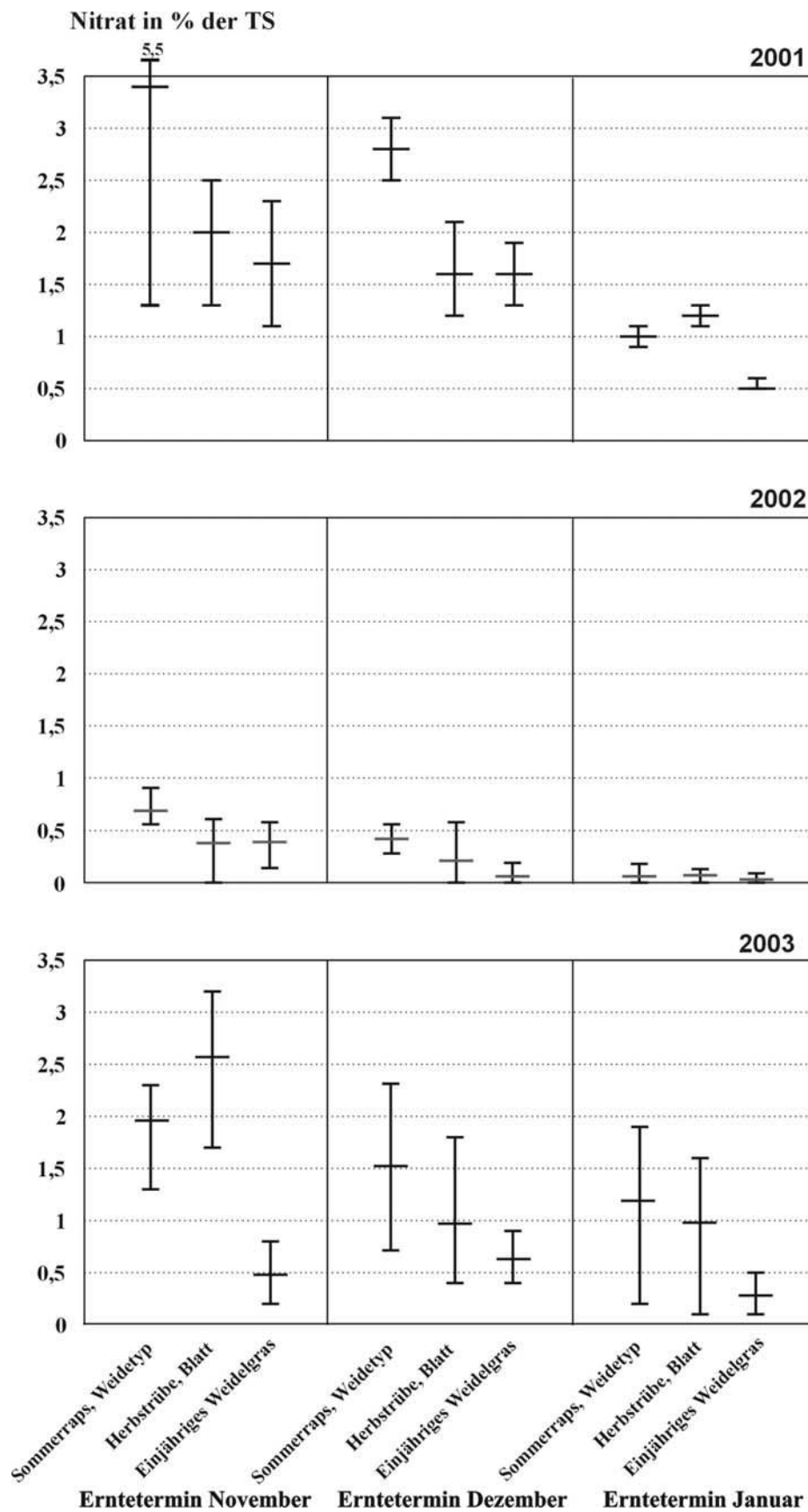
Abb.12: P/E-Quotienten in Abhängigkeit von Saattermin, Fraktion und Frucht

fraktionierten Materials. Im Mittel aller Jahre und Saattermine werden durchschnittlich 9,5 MJ ME erreicht, dies liegt deutlich über den von WOLF (2002) und WÖHLER (2003) ermittelten Energiedichten für Gräser dominiertes Winterweidefutter, die sich im Bereich zwischen 6 und 9 MJ ME bewegen und im Verlauf des Winters deutlich abnehmen.

Die Energiedichte des Stängels der blattreichen Rapsformen Winterraps und Sommerraps "Weidety" ist mit deutlich über 10 MJ ME vergleichsweise hoch, die Energiedichte des Stängels vom Sommerraps "Schnitttyp" ist in der Mehrzahl der Fälle signifikant niedriger, vgl. Anhangtab. 59 - 61. Dies steht in Einklang mit Ergebnissen von BERENDONK (1982), wonach sich die Verdaulichkeit des Stängels mit zunehmendem Blattanteil erhöht. Bei der Beweidung von Zwischenfrüchten kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die Tiere den Stängel trotz hoher Energiedichte weitestgehend unberührt lassen. Lediglich bei Stallfütterung kann durch Zerkleinerung der gesamten Pflanze erreicht werden, dass die Tiere auch den Stängel fressen. Es ist somit von einer durch das Rapsblatt dominierten Futtergrundlage auszugehen, die sowohl durch einen XP-Überschuss, vgl. Anhangtab. 57 - 59, als auch durch einen Rohfasermangel gekennzeichnet ist (DANIEL & ZOBELT 1986, ZOBELT 1990, RENIUS 1992). Da auch die *Poaceen* im Herbst und fortschreitendem Winter den geforderten P/E-Quotienten meist überschreiten, ist - bezogen auf eine wiederkäuergerechte Ernährung - eine Zufütterung mit rohfaserreichen, rohproteinarmen Futtermitteln notwendig. Hier bietet sich neben Stroh auch Heu von überständigen Aufwüchsen zur Ergänzung an. Um hohe Aufnahmen an Frischfutter zu vermeiden, sollte eine Begrenzung in Form von Zuteilung des Grünfutters erfolgen.

Im Hinblick auf die Tiergesundheit spielt auch der **Nitratgehalt** des Futters, der im Herbstaufwuchs für das Tier toxische Konzentrationen annehmen kann, eine Rolle (KEMP et al. 1977, VOIGTLÄNDER 1987, OPITZ v BOBERFELD 1994). Der Nitratgehalt des Grünfutters wird maßgeblich vom Stickstoffgehalt des Bodens und den Strahlungsverhältnissen beeinflusst (WEISSBACH & HEIN 1976, KEMP et al. 1977, MARSCHNER 1985, BAEUMER 1992). Nach WIESNER et al. (1979) können gesunde Tiere bei Weidegang bis zu 1,0 % Nitrat in der TS tolerieren. Die Bestimmung des Nitratgehaltes erfolgte nach der Maastricher Xylenolmethode (ANONYMUS 1997). Bei der Betrachtung der Varianten des ersten Erntetermins in 2001 zeigt sich, dass vor allem die Varianten der Spätsaat von zu hohen Nitratgehalten betroffen sind, vgl. Anhangtab. 54. Im Folgenden dienen ausgewählte Varianten des zweiten Saattermins zur Feststellung des Nitratgehaltes, vgl. Abb. 13. In Korrespondenz zu XP und P/E-Quotienten wird der Grenzwert von 1,0 % in der TS im ersten

und im dritten Versuchsjahr meist deutlich überschritten, vgl. Abb. 13. Eine varianzanalytische Verrechnung



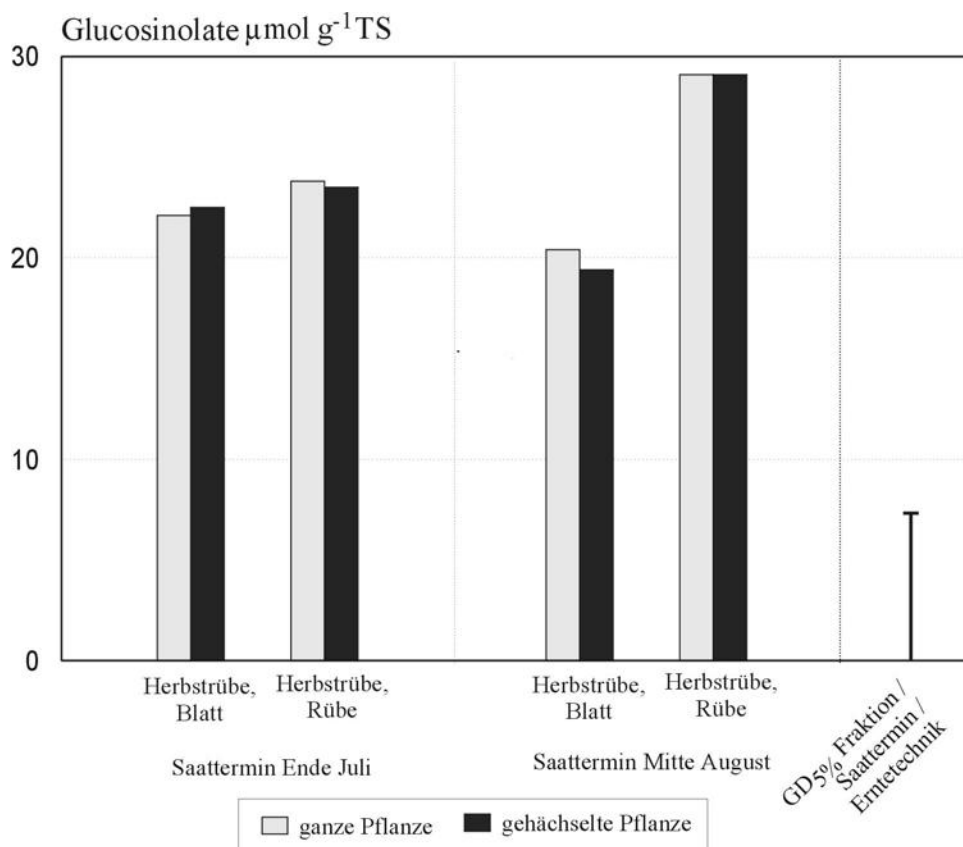
**Abb.13:** Nitrat-Gehalt ausgewählter Varianten in Abhängigkeit von Saattermin, Erntetermin und Frucht

der einzelnen Werte erfolgt aufgrund der Korrelation von Mittelwert und Varianz nicht, vielmehr wird auf eine Darstellung des Minimum-, Maximum- sowie des Mittelwertes zurückgegriffen, vgl. Abb. 13. Die höchsten Nitratgehalte werden im November erreicht, im Laufe des Winters gehen die Werte um etwa 1 % in der TS zurück.

Das Ausmaß der Verpilzung - gemessen an der **Ergosterol-Konzentration** – ist ebenfalls unter dem Aspekt der den Futterwert mindernden Stoffe zu sehen. *Brassicaceen* sind im Vergleich zu den *Poaceen* offenbar in der Lage, einer Infektion mit Pilzen länger Stand zu halten. Insbesondere im zweiten, niederschlagsreichen Jahr, in dem die Weidelgräser im Vergleich der Jahre die höchsten Erträge aufweisen und die Narbe am dichtesten ist, herrscht offenbar ein günstiges Mikroklima für Pilze. Im Januar 2002 werden von den Weidelgräsern die höchsten Ergosterol-Konzentrationen im Vergleich aller Früchte und aller Versuchsjahre erreicht. Die spät gesäten, physiologisch jüngeren Varianten der *Poaceen* können der Verpilzung anscheinend besser widerstehen als die Varianten des ersten Saattermins, während dies bei den *Brassicaceen* offenbar umgekehrt ist. Vor allem im ersten Jahr weisen spät gesäte Varianten einen signifikanten Anstieg der Ergosterol-Konzentration zum Erntetermin im Januar hin auf, während die physiologisch älteren Aufwüchse der *Brassicaceen* nicht auf den Erntetermin reagieren. Die Untersuchung des fraktionierten Materials im Dezember 2001, vgl. Anhangtab. 55, ergibt, dass die abgestorbenen Blätter der Varianten des zweiten Saattermins zu diesem Zeitpunkt niedrigere Konzentrationen an Ergosterol aufweisen als die Varianten der Fröhsaat, so dass ebenfalls von einem geringeren Pilzbefall des physiologisch jüngeren Materials ausgegangen werden kann. Für den signifikanten Anstieg der Spätsaat-Varianten ist offenbar ein höherer Blatt- und ein geringerer Stängelanteil entscheidend. Der Anteil toter oder abgestorbener Blätter nimmt insbesondere im Januar des ersten Jahres einen großen Anteil ein, da bei dem geernteten Material nach der langen Schneeeauflage keine intakten, grünen Blätter mehr vorhanden sind, vgl. Abb. 4. Im Vergleich zu dem Verpilzungsgrad der *Poaceen* liegt die Ergosterol-Konzentration aller *Brassicaceen* jedoch weit unter deren Niveau. Untersuchungen von BANZHAF (2004) an grünem und totem Pflanzenteilen von *Lolium perenne* und *Festuca arundinaceae* weisen für die Fraktion der abgestorbenen Blätter beider Arten eine deutlich höhere Ergosterol-Konzentration auf. Die Werte liegen hier zwischen 331 und 429 mg kg<sup>-1</sup> TS. Da Pilze nach WOLF (2002) offenbar zunächst leicht zugängliche und abbaubare Pflanzeninhaltsstoffe dissimilieren, könnten sich im Hinblick auf die Kohlenhydratmuster sowie der Zellwandbestandteile Unterschiede zwischen den Arten ergeben.

Die geringere Verpilzung der *Brassicaceen* kann zudem in einem aufrechteren, standfesten Wuchs begründet sein. Der aufrechte Wuchs der *Brassicaceen* lässt die Pflanzen leichter abtrocknen und bietet so - im Vergleich zu den dichten Narben der *Poaceen* - ungünstigere Bedingungen für Mikroorganismen. Dies hat eine höhere Vitalität der Bestände zur Folge, was die Besiedlung durch pathogene und saprophytische Pilze negativ beeinflusst (SCHLÖSSER 1997). Auch ein Zusammenhang mit dem Glucosinolat-Gehalt der *Brassicaceen* ist möglich, da die Spaltprodukte der **Glucosinolate** toxisch gegen pathogene und saprophytische Pilze wirken können (MITHEN 2001).

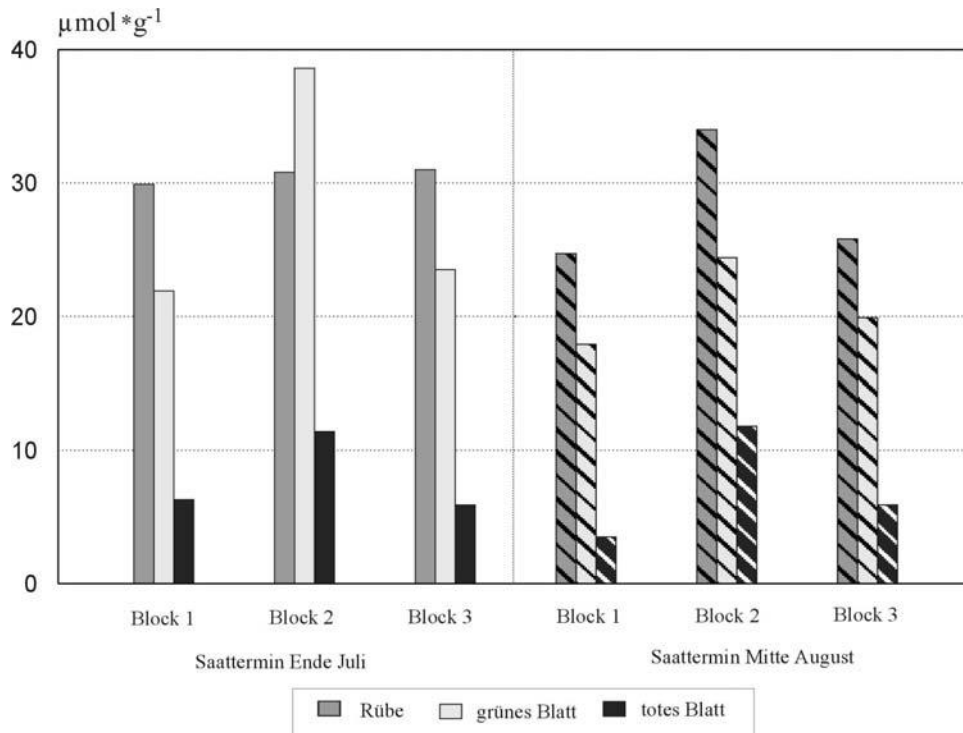
Die Ergebnisse zur Untersuchung der Probenahme für die Analyse der Glucosinolate in der Grünmasse, dargestellt in Abb. 14, vgl. Anhangtab. 68 - 69, zeigen, dass bei winterlichen Temperaturen eine Probenentnahme mit dem Stecheisen auch für die Analyse der instabilen Glucosinolate geeignet ist. Die Analyse des Gesamt-Glucosinolat-Gehaltes erfolgte somit aus dem auch zur Bestimmung der anderen Zielgrößen verwendeten Pflanzenmaterials der "Vollernte", vgl. Kap. 3.2.1. Da für die Untersuchung der Erntetechnik eine separate Probenahme durchgeführt wurde, können die Glucosinolat-Gehalte der Vollernte von den Ergebnissen dieser Untersuchung unterschiedlich sein.



**Abb.14:** Glucosinolat-Gehalt in Abhängigkeit von Erntetechnik, Fraktion und Saattermin

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen, dass der Glucosinolatgehalt in den vegetativen Pflanzenteilen - neben der Art – maßgeblich durch Witterungsbedingungen, Entwicklungsstadium und Bodenbedingungen beeinflusst wird (BUCHNER 1988, DEMES 1989, ZOBELT 1990, ROSA 1997, ROSA & RODRIGUES 1998, MITHEN et al. 2000, MITHEN 2001). Die Jahre 2001 und 2003 zeigen bis in den Dezember einen ähnlichen Witterungsverlauf, vgl. Abb. 2 und Anhangtab. 4, und auch das Bild des Gesamt-Glucosinolat-Gehaltes, vgl. Abb. 10, der einzelnen Früchte zeigt bis zum zweiten Erntetermin im Dezember einen ähnlichen Verlauf. Die Herbstrübe erreicht die signifikant höchsten Konzentrationen, während sich die Rapsformen bis Dezember nicht signifikant voneinander unterscheiden. Im Januar steigt der Glucosinolat-Gehalt bei den meisten Varianten signifikant an, wobei zwischen den Jahren Unterschiede in der Höhe des Anstieges bestehen, vgl. Abb. 10, und bei der Herbstrübe nach langer Schneedecke im Januar des ersten Versuchsjahres eine Abnahme zu beobachten ist. Während sich eine Verringerung des Glucosinolat-Gehaltes der Herbstrübe im Winter 2001 nach längerer Schneedecke mit einer Zerstörung der Zellstruktur (= Freisetzen der Myrosinase) durch den Abbau von Pflanzenmaterial erklären lässt, können für den in allen Wintern signifikanten Anstieg - von dem insbesondere die blattreichen Rapsformen betroffen sind - verschiedene Vermutungen angestellt werden. So ist es z.B. möglich, dass der Glucosinolat-Gehalt der Probe durch einen im Verhältnis höheren Stängelanteil ansteigt. ROTHE et al. (2004) stellen fest, dass der Glucosinolatgehalt des Stängels den des Blattes um das 10-fache übersteigt; hierbei handelt es sich um Probenmaterial, das nach Überwinterung (= 210 Tage Wachstumsdauer) während der Blüte geerntet wurde. In der vorliegenden Untersuchung ergibt eine Differenzierung der Ertragsstruktur, dass sich der Stängelanteil in der Mehrzahl der Fälle von November bis Dezember erhöht, vgl. Abb. 4, und im weiteren Verlauf des Winters meist konstant bleibt. Ein Anstieg des Glucosinolat-Gehaltes ist meist erst zum Erntetermin im Januar signifikant. Auch hat der stängelreiche Sommerraps "Schnitttyp" die niedrigsten Glucosinolatgehalte, so dass ein erhöhter Stängelanteil in der Probe als Erklärungen für den signifikanten Anstieg des Glucosinolat-Gehaltes nicht ausreicht. Möglich ist, dass bei den im Vergleich zu der Untersuchung von ROTHE et al. (2004) physiologisch jüngeren Rapspflanzen der Unterschied zwischen Blatt- und Stängel-Glucosinolat-Gehalt nicht so stark ausgeprägt ist. Die züchterische Reduzierung des Samen-Glucosinolat-Gehaltes ist auf die polnische Sommerrapsorte "Bronowski" zurückzuführen. Die in der Mehrzahl der Beobachtungsjahre abnehmenden Erträge könnten auch im Zusammenhang mit einer geringeren Kältetoleranz der 00-Rapssorten stehen. Dies könnte die Zusammensetzung der Erntemasse im Januar beeinflussen, die durch einen im Vergleich

höheren Anteil an glucosinolatreichen Sorten geprägt sein kann. Ein Hinweis hierfür ist in der Erhöhung der Alkenyl-Fraktion zu finden. ZOBELT (1990) stellt in Untersuchungen fest, dass diese Fraktion auch in der Grünmasse von glucosinolatreichen Rapsorten erhöht ist. Dies spiegelt sich in der Untersuchung von ZOBELT (1990) im Alkenyl/Indol-Verhältnis (= 00-Sorten meist  $< 1$ ; 0-Sorten = 1,2-7,2) wider, wobei jahrabhängig große Unterschiede aufgetreten sind. In der vorliegenden Untersuchung ist im ersten Beobachtungsjahr bei allen Arten eine signifikante Erhöhung des Alkenyl/Indol-Verhältnisses zu beobachten, im zweiten Jahr nehmen sie ab und im dritten Jahr können aufgrund großer Streuungen der Einzelwerte kaum gesicherten Effekte festgestellt werden, vgl. Anhangtab. 86 - 89. Da auch die Herbstrübe, sowohl Rübenkörper als auch das Blatt, im ersten und zweiten Versuchsjahr zum letzten Erntetermin hin einen Anstieg des Alkenyl/Indol-Verhältnisses aufweisen, können jedoch auch andere Einflüsse für diese Veränderung verantwortlich sein. Aufgrund der Versuchsanlage lässt sich dieser Komplex nicht zweifelsfrei klären. Weitere Ansätze bieten verschiedene Untersuchungen, die in der Vegetationszeit bei *Brassicaceen* eine Erhöhung der Glucosinolat-Konzentration in Zusammenhang mit Schädlings- oder Pilzbefall bzw. durch Verletzung der Pflanze feststellen. Die toxische Wirkung der meisten Spaltprodukte der Glucosinolate auf Mikroorganismen ist für die Pflanze ein natürlicher Schutzmechanismus (BARTELET et al. 1999, MENARD et al. 1999, MITHEN 2000, ZUKALOVÁ & VASÁK 2002). Der im Laufe des Winters meist signifikante Anstieg des Glucosinolat-Gehaltes, vgl. Anhangtab. 36 - 38 und Abb. 10, könnte die Reaktion auf eine Infektion mit Mikroorganismen sein. Im Falle der blattreichen Rapsformen ergibt sich eine positive Korrelation zwischen den Merkmalen Ergosterol-Konzentration und Glucosinolat-Gehalt, vgl. Anhangtab. 91. Inwieweit diese rechnerische Beziehung auch auf einen physiologischen Zusammenhang schließen lässt, kann in dieser Untersuchung nicht vollständig geklärt werden. Für den stängelreichen Sommerraps und für die Herbstrübe ergeben sich keine relevanten Beziehungen zwischen diesen Zielgrößen. Die Analyse von Fraktionen der Rübe zeigt, dass im Falle der Herbstrübe meist die höchsten Glucosinolatgehalte im grünen Blatt und im Rübenkörper nachgewiesen werden, während das tote Blatt die geringsten Konzentrationen aufweist, vgl. Abb. 15. Nach MITHEN (2001) ist es auch möglich, dass der Anstieg, insbesondere der Indol-Glucosinolate, von einem spezialisierten Pathogen selbst induziert wird und die entstehenden Spaltprodukte von den Mikroorganismen als Wachstums-Stimulans benutzt werden. Bekannt ist dieser Vorgang bei Insekten, die sich auf glucosinolat-haltige Pflanzen spezialisiert haben (MITHEN 2001, RATZKA et al. 2002). Eine Differenzierung



**Abb.15:** Glucosinolat-Gehalt in den Fraktionen Rübe, grünes Blatt und totes Blatt

der Glucosinolate zeigt, dass in der Mehrzahl der Fälle der Alkenyl- und der Indol-Glucosinolatgehalt ansteigt, vgl. Anhangtab. 70 - 77, sich aber das Verhältnis von Alkenyl- zu Indol-Glucosinolaten meist verkleinert, vgl. Anhangtab. 86 - 89. Bei einem Vergleich der Arten zeigen die Rapsformen meist einen höheren Gehalt an Alkenyl-Glucosinolaten; die Herbstrübe - insbesondere der Rübenkörper - hat einen signifikant höheren Anteil an Indol-Glucosinolaten, vgl. Anhangtab. 70 - 77 und Anhangtab. 87 - 89. Ein Zusammenhang zwischen Verpilzung und Indol-Glucosinolaten kann anhand der vorliegenden Daten nicht nachgewiesen werden; die Ergosterol-Konzentration der Herbstrübe unterscheidet sich meist nicht signifikant von denen der Rapsformen. Die strumigene (= schilddrüsenvergrößernde) Wirkung der Glucosinolate ist in erster Linie auf das Spaltprodukt Goitrin (= 5-Vinyl-Thiooxazolidon) des Alkenyl-Glucosinolats Progoitrin, vgl. Anhangtab. 78 - 81 und Anhangtab. 93, zurückzuführen (MITHEN 2001). Ein Vergleich der Arten anhand der Einzel-Glucosinolate Progoitrin und Gluconasturtiin, vgl. Anhangtab. 78 - 85 und Anhangabb. 3 und 4, zeigt, dass sich der Rübenkörper meist signifikant von dem Herbstrüben-Blatt und den Rapsformen unterscheidet. Neben einem signifikant niedrigeren Progoitrin-Gehalt zeigt sich ein gesichert höherer Gehalt an Gluconasturtiin, einem Indol-Glucosinolat, vgl. Anhangtab. 93, das vornehmlich in Wurzeln enthalten ist (BUCHNER 1988). Im Zuge ansteigender Gesamt-Glucosinolat-Gehalte wird auch der Gehalt an Progoitrin - insbesondere bei Winterraps - im Verlauf des Winters erhöht. Die höchsten Konzentrationen an Progoitrin hat

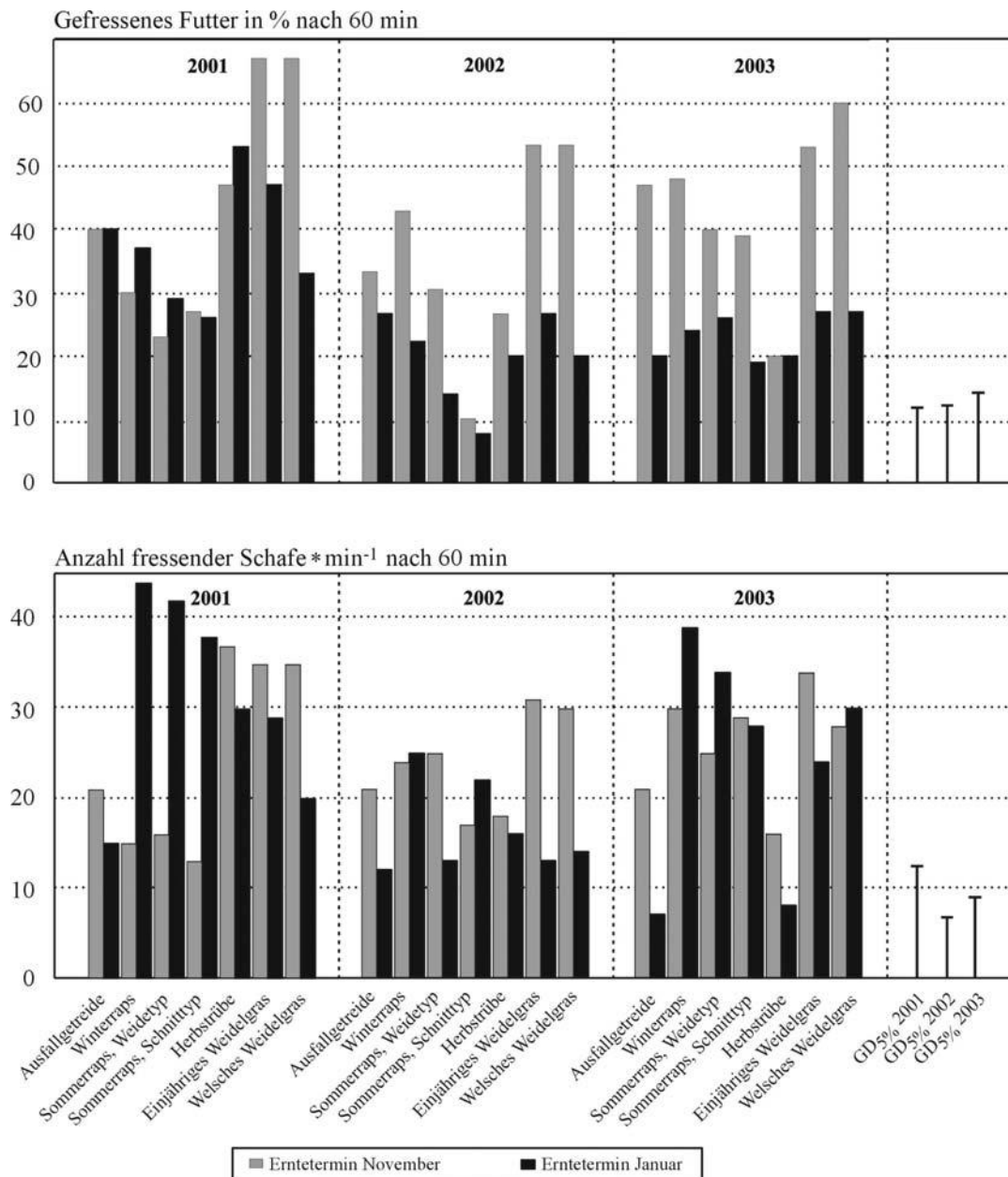
das Blatt der Herbstrübe im Januar des zweiten Versuchsjahres, vgl. Anhangtab. 79 - 81. Im Vergleich zu den Differenzen, die sich in der Mehrzahl der Jahre im Gesamt-Glucosinolat-Gehalt zwischen Herbstrübe und Rapsformen ergeben, sind die Unterschiede zwischen den Progoitrin-Konzentrationen jedoch weniger ausgeprägt.

Seit der vermehrten Verwendung von 00-Rapssorten, deren Samen-Glucosinolat-Gehalt unter  $25 \bullet \text{ mol g}^{-1} \text{ TS}$  liegen sollte (ANONYMUS 1999), wird der Einsatz in der Milchviehfütterung wieder vermehrt diskutiert. Der begrenzende Faktor für den Anteil an Rapsschrot (= 00-Sorten) in der Ration ist nach JAHREIS et al. (1993) sowie nach GRÜNWALD et al. (1996) eher in einem zu hohen Fett-Gehalt als in dem Gehalt an Glucosinolaten zu sehen. Ein Grenzwert für den Glucosinolatgehalt in der Grünmasse im Hinblick sowohl auf die Tiergesundheit als auch auf die Akzeptanz wird von GUSTINE & JUNG (1983) mit  $< 7 \bullet \text{ mol Glucosinolate g}^{-1} \text{ TS}$  angegeben und in Untersuchungen von ZOBELT (1990) bestätigt. In der vorliegenden Untersuchung wird dieser Wert meist überschritten, allerdings ist - davon ausgehend, dass Rohproteinüberschuss aber auch Strukturmangel sowie die Gefahr erhöhter Nitratakkumulation in der Pflanze den Einsatz von Grünraps als alleinige Futtergrundlage begrenzen - die Gefahr, die von zu hohen Glucosinolat-Konzentrationen ausgeht, letztendlich nur gering. Neben gesundheitlichen Folgen werden die Spaltprodukte der Glucosinolate auch im Zusammenhang mit Geschmacks-Beeinträchtigungen gesehen (STEINHÖFEL 1999). Eine Beeinflussung der Futterraufnahme und somit der Akzeptanz bestand nach ZOBELT (1990) bei Fütterung im Stall offenbar nicht, allerdings wurden bei Beweidung die 00-Sorten deutlich bevorzugt.

Um Aussagen über die **Akzeptanz** des Winterfutters bei Wiederkäuern treffen zu können, wird in einem Cafeteria-Versuch (GILLET et al. 1983) mit Schafen jeweils etwa 40 l geerntetes Material der sieben Arten in drei Wiederholungen angeboten. Zum einen wird der Anteil des gefressenen Futters geschätzt, vgl. Abb. 16 und Anhangtab. 45 - 48, zum anderen in der ersten Stunde nach Futtervorlage jede Minute die Anzahl fressender Schafe je Futterstelle festgehalten, vgl. Abb. 16 und Anhangtab. 49 - 52. Schafe, die sich von einer Futterstelle zur nächsten bewegen oder wiederkäuen, werden nicht gezählt, dadurch kommen differierende Zahlen "fressender Schafe Gesamt" und "im Mittel" zustande. Im zweiten Jahr wurde aufgrund von Klauenerkrankungen im Dezember kein Cafeteria-Versuch durchgeführt.

Derartige Futterakzeptanzversuche liefern aufgrund verschiedener Umweltbedingungen an den Versuchstagen sowie durch tier- und individualspezifische Verhaltensweisen (REID & JUNG 1965) keine exakten quantitativen Aussagen, auf diese Weise sind aber reproduzierbare Vergleiche über die besondere Bevorzugung oder totale Verweigerung verschiedener

Grundfutterarten möglich (VOIGTLÄNDER & VOSS 1979, GILLET et al. 1983). Auch tierartübergreifende Aussagen, die vom Schaf auf das Rind übertragen werden, lassen sich nach SONNEVELD (1974) offenbar so treffen. Generell zeigt sich, dass alle untersuchten Arten von den Tieren gefressen werden. Aus Abb. 16 wird deutlich, dass insbesondere im Falle der Rapsformen eine Übereinstimmung zwischen der "Anzahl fressender Schafe" und "gefressenes Futter" nach 60 min meist nicht gegeben ist. Dies ist offenbar durch den Stängel, der von den Tieren nicht aufgenommen wird, bedingt.



**Abb.16:** Futter-Akzeptanz in Abhängigkeit von Frucht , Erntetermin und Jahr

So steht den Tieren zu Beginn des Versuchs noch ausreichend Blattmasse zur Verfügung, im Verlauf der Beobachtungszeit müssen die Tiere jedoch immer häufiger im Futterhaufen suchen, um noch Blätter zu selektieren. Bei den *Poaceen* stehen dagegen 100% des Futters im November auch tatsächlich zur Verfügung. Die Akzeptanz der Weidelgräser und des Ausfallgetreides wird offenbar stark vom zunehmenden Alter bzw. der Verpilzung des Futters und somit vom Zeitpunkt der Nutzung beeinflusst. Zu gleichen Ergebnissen kommt auch WOLF (2002). Auffallend ist, dass die aufgenommenen Futtermengen der *Poaceen* im November immer signifikant höher sind als im Januar, vgl. Anhangtab. 49 - 52. Die Unterschiede zwischen der Anzahl fressender Schafe im November und im Januar ist dagegen nicht immer signifikant. Die Tiere brauchen nun auch im Falle der *Poaceen* mehr Zeit zum Selektieren des noch akzeptierten Futters. Während zu Beginn des Winters vor allem die Weidelgräser bevorzugt gefressen werden, vgl. Abb. 16, werden im Januar die Rapsformen am häufigsten von Schafen frequentiert. Dies spiegelt sich in der Wechselwirkung Frucht x Erntetermin wider, die in allen drei Jahren gesichert ist und im ersten Versuchsjahr die größte Relevanz hat. In der vorliegenden Untersuchung haben die Tiere keine Wahlmöglichkeit zwischen glucosinolatarmen und glucosinolatreichen Sorten, da es sich jeweils um Sortengemische handelt, vgl. Tab. 1. Allerdings ist die Akzeptanz von Raps zu dem Zeitpunkt der höchsten Glucosinolatgehalte am besten, vgl. Abb. 10 und Abb. 16, so dass in der vorliegenden Untersuchung eine negative Beeinflussung der Akzeptanz offenbar ausgeschlossen werden kann. Anscheinend spielen im Vergleich der Früchte andere Faktoren, wie die Verpilzung des Futters bei fortschreitendem Winter sowie Struktur und Aufbau in Bezug auf die Akzeptanz eine größere Rolle.

Als Konsequenz für das Anlegen eines stehenden Winterfutterlagers im Ackerpferch ergibt sich, dass die Wahl der Frucht insbesondere vom Zeitpunkt der geplanten Nutzung bestimmt wird. Während sich für die Nutzung zu Beginn des Winters durchaus auch die Ausfallgetreide-Simulation eignet, erweist sich diese kostengünstige Variante bei fortschreitendem Winter im Hinblick auf Qualität und Ertrag als problematisch. Die Weidelgräser *Lolium multiflorum ssp. italicum* und *Lolium multiflorum ssp. gaudini* bieten im Vergleich zu Ausfallgetreide unter den Aspekten Masse und Qualität Vorteile. Bei fortschreitendem Winter unterliegen sie jedoch den gleichen Abbau- und Translokationsprozessen, so dass Ertrag und Qualität zum Januar hin deutlich abnehmen. Vor diesem Hintergrund ist es fraglich, ob sich der wesentlich höhere Aufwand (= Saatgutkosten, Arbeitszeit für Saatbettbereitung und Aussaat) zur Erstellung eines Ackerpferchs mit *Lolium multiflorum* rechnet. Die *Brassicaceen* erweisen sich hier vor allem aufgrund ihrer

Kältetoleranz bis in den Januar und - in Abhängigkeit von der Witterung eventuell auch darüber hinaus - als besonders geeignet. Die Wahl einer geeigneten Sorte wird maßgeblich von Standort- und Witterungsbedingungen bestimmt. In Regionen mit langer Schneedecke könnte sich ein hoher Stängelanteil als vorteilhaft erweisen, während die Herbstrübe, die aus futterbaulicher Sicht dem stängelreichen Sommerraps vorzuziehen wäre, für diese Regionen nur bedingt geeignet ist. Den höchsten Blattanteil der Rapsformen hat Winterraps, ansonsten unterscheiden sich die blattreichen Rapsformen meist nicht. Um negative Auswirkungen auf die Tiergesundheit zu vermeiden, sollte neben einer Zuteilung des Futters eine rohfaserreiche, rohproteinarme Ergänzung erfolgen, dies gilt für alle untersuchten Arten. Im Hinblick auf die Ernährung einer tragenden Mutterkuh erweist sich das Futter auch aufgrund der hohen Energiedichte als "zu gut". Ein Anfleischen und Verfetten von tragenden Tieren ist auch im Hinblick auf den Geburtsverlauf negativ zu beurteilen.

## 6 Zusammenfassung

Die Untersuchungen waren auf die Erfassung von Futterertragsleistung und wertgebenden Merkmalen der Futterqualität verschiedener Ackerpferch-Zwischenfrüchte für Mutterkühe und Fleischrinder ausgerichtet. Die dreijährigen Freilandversuche - gelegen 160 m ü. NN, südlich von Gießen – wiesen folgende Faktoren und Stufen auf: Saattermin (= Ende Juli, Mitte August), Erntezeitpunkt (= November, Dezember, Januar) und Früchte (= Wintergerste als Ausfallgetreide-Simulation, Winterraps, Sommerraps "Weidetyp", Sommerraps "Schnitttyp", Herbstrübe, Einjähriges und Welsches Weidelgras). Zielgrößen waren TS-Ertrag, N-Akkumulation, Energiedichte, Rohprotein, Ergosterol und bei ausgewählten Früchten die Konzentrationen an Glucosinolaten sowie Nitrat. Die erzielten Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Auf die Erträge ging der größte Einfluss von dem Faktor Saattermin aus, gefolgt von den Früchten und dem Erntetermin. Die Interaktion Frucht x Saattermin war jahrabhängig signifikant, Vertreter der *Brassicaceen* wurden von der späten Aussaat stärker beeinträchtigt als die Arten der *Poaceen*. In der Mehrzahl der Beobachtungsjahre war auch die Wechselwirkung Frucht x Erntetermin gesichert, ebenfalls verursacht durch das differierende Verhalten von *Brassica*- und *Poaceen*; bei später Nutzung ist die Abnahme der Erträge bei den *Poaceen* stärker ausgeprägt als bei den *Brassicaceen*.
2. Bei den N-Entzügen ging der größte Effekt - jahrabhängig - von den Früchten aus, gefolgt von den Einflüssen des Saat- und Erntetermines. Die Interaktionen Frucht x Saat- und Frucht x Erntetermin waren ausnahmslos signifikant. Ausgelöst wurden die Wechselwirkungen durch das abweichende Verhalten von *Brassica*- und *Poaceen*. Während bei den *Brassicaceen* eine verspätete Saat niedrigere N-Akkumulationen zur Folge hatte, zeigten die *Poaceen* mit fortschreitender Nutzung eine Verringerung der N-Menge in der Erntemasse.
3. Auf die Konzentration an Rohprotein ging - jahrabhängig - der größte Einfluss vom Saattermin aus. Ebenfalls gesichert war der Varianzanteil der Frucht und in der Mehrzahl der Jahre auch des Erntetermins. Die Wechselwirkungen Frucht x Saat- und Frucht x Erntetermin waren in allen Jahren signifikant. Zum frühen Saattermin waren die ernteterminbedingten Differenzen größer als zum späten Saattermin, bezogen auf den Saattermin waren die Unterschiede in der Konzentration an Rohprotein bei den *Brassicaceen* größer als bei den *Poaceen*.
4. Die Nitrat-Konzentrationen der Pflanzenmasse wurden vom Saattermin wesentlich stärker beeinflusst als vom Faktor Frucht, wobei infolge der Wechselwirkung Frucht x Saattermin die Differenzierung zwischen den Früchten der Spätsaat wesentlich stärker ausgeprägt war; gering

waren die Konzentrationen bei dem Rübenkörper der Herbstrübe, hoch waren sie bei dem blattreichen Sommerraps.

5. Auf die Umsetzbare Energie ging in der Mehrzahl der Fälle der größte Einfluss von dem Faktor Frucht aus, es folgten die Effekte von Ernte- und Saattermin. Bedeutendste Wechselwirkung war in allen Versuchsjahren die Interaktionen Frucht x Erntetermin. Während mit verspäteter Ernte die Energiedichten der *Poaceen* abnahmen, stiegen sie bei den *Brassicaceen* im Verlauf des Winters meist signifikant an.
6. Auf den P/E-Quotient ging von den Hauptfaktoren - jahrabhängig - von der Frucht der größte Einfluss aus; in diesem Zusammenhang waren die Interaktionen Frucht x Saat- und Frucht x Erntetermin gesichert. Mit verspäteter Ernte blieben die Quotienten bei den *Brassicaceen* konstanter als bei den *Poaceen* und bei einem frühen Saattermin waren die fruchtbedingten Differenzierungen stärker ausgeprägt als bei einem späten Saattermin.
7. Der Verpilzungsgrad - gemessen an der Ergosterol-Konzentration - wurde in der Mehrzahl der Jahre am stärksten durch den Erntetermin geprägt, gefolgt von Einflüssen der Faktoren Frucht und Saattermin. Ebenso waren ausnahmslos die Interaktionen Frucht x Ernte- und Frucht x Saattermin gesichert. Ausgelöst wurden die Wechselwirkungen durch die geringeren Verpilzungsgrade der Kreuzblütler. In den meisten Beobachtungsjahren war weiterhin die Interaktion Saat- x Erntetermin signifikant. Bei früher Saat war die Konzentration an Ergosterol insbesondere bei den Gräsern ernteterminabhängig, die frühe Saat bedingte bei später Ernte hier besonders hohe Konzentrationen.
8. Auf die Glucosinolat-Konzentrationen übte der Faktor Frucht - insbesondere die Herbstrübe mit ihren hohen Werten von Rübenkörper und Blatt - jahrabhängig den größten Einfluss aus. Im Unterschied zum Saattermin ist der Effekt des Erntetermins in allen Jahren signifikant. Jahrabhängig ist die Wechselwirkung Frucht x Erntetermin gesichert. Während bei später Ernte die Glucosinolat-Konzentrationen der blattreichen Rapsformen stets zunehmen, verhalten sich die restlichen Kreuzblütler anders.
9. Zusammenfassend für die Verwendung von Ackerpferch-Zwischenfrüchten ergibt sich, dass - weitgehend Saattermin unabhängig - bei frühem Nutzungstermin *Lolium multiflorum* und bei relativ später Nutzung *Brassica napus ssp. napus* - Formen eine besondere Eignung aufwiesen. Die schlechtere Eignung wies Ausfallgetreide auf. Sowohl die Nutzung der Gräser als auch der Kreuzblütler erfordern eine Ergänzung mit Konserven extensiv bewirtschafteter Grünlandflächen.

## 7 Summary

### Quality and Yield of Catch Crops for Folds on Arable Land in Dependence on Variety, Date of Sowing and Date of Winter Harvest

The objective of the research was to determine DM yield and forage quality of several catch crops in arable land folds for suckler cows and beef cattle. The triennial experiment - established 160 m above sea-level in the south of Gießen - consisted of the following factors: date of sowing (= end of July, mid of August), date of winter harvest (= November, December and January) and variety (volunteer cereals (*Hordeum vulgare*), winter forage rape, summer forage rape "pasture-type" and summer forage rape "cutting-type" (= *Brassica napus ssp. napus*), stubble turnip (= *Brassica rapa ssp. rapa*), annual and Italian ryegrass (= *Lolium multiflorum ssp. gaudini* and *Lolium multiflorum ssp. italicum*). DM yield, N accumulation, energy concentration, crude protein, ergosterol and - in selected variants - nitrate and glucosinolate concentration were determined. The results can be summarized as follows:

1. Regarding DM yield, the date of sowing had the highest influence, followed by variety and date of winter harvest. Depending on the year, the interaction variety x date of sowing was significant; the influence of sowing date was larger for *Brassicaceae* species than for *Poaceae* species. In most years the interaction variety x date of winter harvest was significant, as a result of deviate behaviour of *Brassicaceae* and *Poaceae*. With delayed utilisation the decrease of DM Yield was larger for grasses species and smaller for *Brassicaceae* species.
2. For N accumulation - depending on the year - the influence of the variety was most important, followed by the date of sowing and the date of winter harvest. As a result of different behaviour of *Brassicaceae* and *Poaceae*, the interactions variety x date of sowing and variety x date of winter harvest were relevant. The later the date of sowing the lower the N accumulation of *Brassicaceae* species, whereas N amount in *Poaceae* predominantly decreased with advanced winter.
3. Depending on the year, the date of sowing had the highest influence on crude protein. In addition, the effects of the variety and – in most of the years – the date of winter harvest were significant. Irrespective of the year, interactions between variety x date of sowing and variety x date of winter harvest were relevant. With earlier sowing, differences determined by date of winter harvest were larger than with later sowing. Regarding the date of sowing, differences in concentration of crude protein were larger for *Brassicaceae* than for *Poaceae*.

4. The nitrate concentration in forage crops, was influenced more by sowing date than by the effect of the variety. Caused by the interaction variety x date of sowing - differences between species of later sowing were larger; there were low concentrations in turnips and high concentrations in summer rape "pasture -type".
5. In most cases the factor variety had the most important effect on energy concentration, however, date of sowing and date of winter harvest were significant as well. Irrespective of the year the interaction variety x date of winter harvest was relevant. In *Poaceae* species the energy concentration decreased with advanced winter, whereas in *Brassicaceae* species the energy value increased.
6. Dependent on the year, the factor variety was the most important source of variance for the crude protein energy ratio and the interactions between variety x date of sowing and variety x date of winter harvest were also significant. Whereas the crude protein energy ratio increased in species of *Poaceae* with later winter harvest, *Brassicaceae* species showed a constant level. With an earlier sowing date the differences between the varieties became higher.
7. The degree of infection by fungi – measured by the concentration of ergosterol – was mostly influenced by the date of winter harvest, followed by the effect of variety and date of sowing. The interactions variety x date of winter harvest and variety x date of sowing were evident in ergosterol, caused by a lower concentration in *Brassicaceae* than in *Poaceae*. In most years the interaction between date of sowing and date of winter harvest was also significant, particularly for *Poaceae* an early date of sowing in combination with later winter harvest resulted in exceptional high ergosterol concentrations.
8. In most years the factor of the variety had the largest influence on glucosinolate concentrations, caused by stubble turnip: leaves and turnips had considerably high concentrations. In distinction from date of sowing, date of winter harvest was significant in every year. Whereas glucosinolate concentration in winter rape and summer rape "pasture -type" showed a significant increase with advanced winter, other cruciferous crops had a deviate behaviour, resulting in an interaction between variety x date of winter harvest.
9. In conclusion for utilisation of catch crops in arable land folds the use of *Lolium multiflorum* at the beginning of winter and of *Brassica napus ssp. napus* in advanced winter can be regarded, irrespective of sowing date. Emerged volunteer cereals demonstrated inadequate quality. In both cases, utilisation of grasses or cruciferous crops, the supplementation of hay from extensively managed grassland is necessary.

## 8 Literaturverzeichnis

1. ANONYMUS, 1992: Bestimmung des Ölsaaten Glucosinolatgehaltes durch HPLC. – ISO 9167-1: 1992. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 170/28.
2. ANONYMUS, 1993: Methodenbuch Band III. Die chemische Analyse von Futtermitteln. 3. Ergänzungslieferung – Verl. VDLUFA, Darmstadt
3. ANONYMUS, 1997a: DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer. 7. Aufl., Verl. DLG, Frankfurt/M.
4. ANONYMUS, 1997b: Methodenbuch Band III. Die chemische Analyse von Futtermitteln. 4. Ergänzungslieferung – Verl. VDLUFA, Darmstadt
5. ANONYMUS 2000: SPSS für Windows, Version 10.0.7, SPSS Deutschland, München.
6. ANONYMUS, 2001: The certification of total glucosinolate and sulphur contents of three rapeseed (colza) materials – BCR-190R, -366R and 367R. Report **EUR 19764 EN**. European Commision, Community Research, Belgium.
7. ANONYMUS, 2003: Beschreibende Sortenliste 2003, Futtergräser, Esparsette, Klee, Luzerne. Hrsg.: Bundessortenamt Hannover, Landbuchverlagsgesellschaft, Hannover.
8. ALLEN, V.G., J.P. FONTENOT, W.P. GREEN und R.C. HAMMES, 1989: Year-round grazing systems for beef production from conception to slaughter. Proc. 16<sup>th</sup> Intern. Grasl. Congr., Nice, 1197-1198.
9. ARCHER, K.A. and A.M. DECKER, 1977: Autumn-accumulated tall fescue and orchardgrass. II. Effects of leaf death on fiber components and quality parameters. Agron. J. **69**, 605-609.
10. ARNDT, S., 1995: Bericht über einen Praxisversuch zur Rinderfreilandhaltung im Pferch über Winter. Hrsg.: Lehr- und Versuchsanstalt für Landw., Weinb., Hausw., Ahrweiler/Mayen, 1-8.
11. BAEUMER, K., 1992: Allgemeiner Pflanzenbau, 3. Aufl., Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
12. BALASKO, J.A., 1977: Effects of N, P and K fertilization on yield and quality of tall fescue forage in winter. Agron. J., **69**, 425-428.
13. BANZHAF, K. 2004: Einfluss von Pflanzengesellschaft und Bewirtschaftungsintensität auf Muster und Konzentration ausgewählter Mineralstoffe von Winterweidefutter. Diss. Gießen.
14. BARTELET, E., G. KIDDLE, I. WILLIAMS AND R. WALLSGROVE, 1999: Wound-induced increase in the glucosinolate content of oilseed rape and their effect on subsequent herbivory by a crucifer specialist. Entomol. exp. appl. **91**, 163-167.
15. BARTHOLOMEW, H.M., S.L. BOYLES, B. CARTER, E. VOLLBORN, D. MILLER & R.M. SULC, 1997: Experiences of eight Ohio beef and sheep producers with year-round grazing. – Proc. 18<sup>th</sup> Intern. Grasl. Congr., Saskatoon, **29**, 127-128.
16. BASSLER, R. & H.A. PUTZKA, 1985: Kieselsäuregehalt von Haferspелzen. Landwirt. Forsch. **38**, 298-305.

17. BAUER, U., 1996: Winterweide hilft Kosten sparen. *Fleischrinder J.* **3/9**, 18-20.
18. BECKHOFF, J., 1976: Silierung der Zwischenfrüchte Raps und Rübsen. *D. wirtschaftseigene Futter* **22**, 242-252.
19. BECKHOFF, J. und V. POTTHAST, 1984: Nährstoffgehalt, Qualität und Verdaulichkeit blatt- und stängelreicher Rapssilagen. *D. wirtschaftseigene Futter* **30**, 159-163.
20. BECKHOFF, J. und V. POTTHAST, 1986: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit von Gras aus dem Anbau als Sommerzwischenfrucht. *D. wirtschaftseigene Futter* **32**, 13-19.
21. BERENDONK, C., 1982a: Einfluß des Erntetermins auf Ertrag und Qualität von Sommer- und Winterrapssorten im Zwischenfruchtbau. 1. Mitt.: Ertrag, Blatt/Stengel-Verhältnis und Trockensubstanzgehalt. *D. wirtschaftseigene Futter* **28**, 156-165.
22. BERENDONK, C., 1982b: Einfluß des Erntetermins auf Ertrag und Qualität von Sommer- und Winterrapssorten im Zwischenfruchtbau. 2. Mitt.: Rohasche -, Rohfaser- und Rohproteingehalt sowie Verdaulichkeit der organischen Substanz. *D. wirtschaftseigene Futter* **28**, 202-214.
23. BERENDONK, C., 1982c: Einfluß des Erntetermins auf Ertrag und Qualität von Sommer- und Winterrapssorten im Zwischenfruchtbau. 3. Mitt.: Mineralstoffgehalt in Blatt, Stengel und Gesamtpflanze. *D. wirtschaftseigene Futter* **28**, 215-224.
24. BERENDONK, C., 1985: Beweidungsversuche mit Ölrettich sowie mehreren Rapssorten unterschiedlichen Blatt/Stengel-Verhältnisses und Glucosinolatgehaltes. *D. wirtschaftseigene Futter* **31**, 165-173.
25. BERENDONK, C., 2000: Zwischenfruchtbau. *Landw. Wochenblatt Westfalen Lippe*, **23/2000**, 26-30.
26. BERENDONK, C., 2001: Zwischenfrüchte: Welche Sorten? *Landw. Z. Rheinland*, **23/2001**, 18-24.
27. BERENDONK, C. 2002: Empfehlungen für den Feldfutter- und Zwischenfruchtbau sowie für die Brachbegrünung 2002 – Praxisempfehlungen – Hrsg.: Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Landwirtschaftskammer Rheinland.
28. BERENDONK, C. 2004: Zwischenfrüchte für die Futternutzung. *Landw. Z. Rheinland*, **24/2004**, 23-27.
29. BJÖRKMANN, R., 1976: Properties and function of plant myrosinase. In: *The biology and chemistry of the crucifera*. J.G. VAUGHAN, A.J. MACLEOD, B.M.G. JONES (eds). Academic Press, New York, 191-206.
30. BLACK, W.J.M., 1975: Winter grazing of pasture by sheep. I.: Some effects of sheep stocking density on permanent pasture, including swar recovery, botanical composition and animal performance assessments. – *Irish J.Agric. Res.* **14**, 275-284.
31. BLACK, W.J.M., 1978: Winter grazing of pasture by sheep. II.: Some effects of sheep stocking density on permanent pasture, including swar recovery, botanical composition and animal performance assessments. – *Irish J.Agric. Res.* **17**, 131-140

32. BOEKER, P., 1957: Ganzjähriger Weidegang in Großbritannien durch Winterweide nach dem Fogagge-System. *Landw. Angew. Wiss.* **67**, 85-123.
33. BOGUSLAWSKI, E. VON, 1953: Warum und wie Zwischenfruchtbau? *Mitteilungen DLG.* **28**, 805-806
34. BRETTSCHEIDER-HERMANN, B. und W. SCHUSTER, 1967: Phytotron-Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Tageslänge auf verschiedene Kruziferenarten mit vergleichenden Beobachtungen zu Feldversuchsergebnissen. *J. Agron. Crop Sci.* **126**, 33-50.
35. BRODOWSKI, N., 2001: Untersaaten in Winterweizen in Abhängigkeit von Sortenwahl und Herbizideinsatz. *Diss. Giessen.*
36. BUCHNER R., 1988: Analyse und Biologie der Glucosinolate in Raps. *Diss. Göttingen.*
37. BUCHWALD, J., 1994: Ökonomische Analyse extensiver tiergebundener Grünlandnutzung in der Bundesrepublik Deutschland. *Diss. Göttingen.*
38. BROWN, R.H., R.E. BLASER & J.P. FONTENANT, 1963: Digestibility of fall grown Kentucky 31 fescue. – *Agron. J.* **55**, 321-324.
39. CORBETT, J.L., 1957: Studies on the extension of the grazing season. – *J. Brit. Grassl. Soc.* **12**, 81-96.
40. DANIEL, P. und U. ZOBELT, 1986: Untersuchungen über die Aufnahme von Futterraps (*Brassica napus* L.) und Phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.). *D. wirtschaftseigene Futter.* **32**, 175-182.
41. DEBLITZ, C. 1994: Internationaler Vergleich von Systemen extensiver tiergebundener Grünlandnutzung – produktionstechnische Analyse, Wettbewerbsfähigkeit, internationale Übertragbarkeit. *Diss. Göttingen*
42. DEBLITZ, C., M. RUMPS, S. KREBS & U. BALLIET, 1993: Beispiele für eine standortangepasste Mutterkuhhaltung in Ostdeutschland. *Tierzüchter* **45**, 24-29.
43. DEMES, H. 1989 : Untersuchungen über Glucosinolat-, Nitrat- und Proteingehalt in der Rapsgrünmasse in Abhängigkeit von Genotyp, Umwelt und Entwicklungsstadium. *Diss. Giessen*
44. DUMONT, R., A. RAIGE ET J.L. TISSERAND, 1978 : Valeur alimentaired`un colza fourrager (*Br. Napus*, var. *oleifera*) sur pid et après en silage. *Ann. Zootechn.* **27**, 617-630.
45. EBEL, G. und A. MILIMONKA, 1998: Stickstoffflüsse bei Freilandhaltung von Mutterkühen im Winter. *Ber. 42. Jahrestag. AG Grünland u. Futterbau der Ges. Pflanzenbauwiss., Gießen*, 94-97
46. EBEL, G. und A. MILIMONKA, 2003: Räumliche und zeitliche Variabilität des mineralischen Bodenstickstoffs unter Mähstandweiden mit Mutterkühen. *Pflanzenbauwiss.* **7**, 56-63.
47. ESSER, J., H. VOS und R. BECKER, 1964: Einfluß der Stoppelrübe auf die Milchqualität. *D. wirtschaftseigene Futter.* **10**, 231-235
48. FENWICK, G.R., R.K. HEANEY and W.J. MULLIN, 1983: Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutri.* **18**, 123-201.

49. FINIGUERRA, M.G., R. IORI und S. PALMIERI, 2001: Soluble and total myrosinase activity in defatted *Crambe abyssinica* meal. *J. agric. Food chem.* **49**, 840-845.
50. FRANKLIN, T.B., 1953: *British grasslands from the earliest time to the present day.* Verl. Faber & Faber, London.
51. FREEZE, B.S., W.D. WILLMS und L. RODE, 1999: Economics of maintaining cow condition on fescue prairie in winter. *J. Range Managem.* **52**, 113-119.
52. GILLET, M., C. NOEL & J. JADAS-HECART, 1983: La cafétéria d'auges, méthode d'étude de l'appétitibilité des fourrages. – *Agronomie* **3**, 817-822.
53. GOSDEN, A.F., 1977: Toxic constituents of forage crops. *Ann. Rep. Welsh Plant Breed. Stat., Abertswyth*, 226-241.
54. GRÜNEWALD, K.H., B. SPANN und A. OBERMAIER, 1996: Einsatz von Rapssaat in der Milchviehfütterung. *D. wirtschaftseigene Futter.* **42**, 101-114.
55. GUSTINE, D.L. & G. A. JUNG, 1985: Influence of some management paramters on glucosinolate levels in *Brassica* forage. – *Agron. J.* **77**, 593-597.
56. HALL, M.H., P.J. LEVAN, E.H. CASH, H.W. HARPSTER und S.L. FALES, 1998: Fallgrazing managemant effects on production and persistence of tall fescue, perennial ryegrass and prairie grass. *J. Prod. Agric.* **11**, 487-491.
57. HARRACH, T. 1987: Schriftliche Mitteilung. Gießen
58. HEYLAND, K.-U. und H. BRAUN, 1980: Einfluß von Futter-Zwischenfruchtbau auf den Ertrag von Sommerweizen. *D. wirtschaftseigene Futter* **26**, 15-31.
59. HOCHBERG, H., 1998: Freilandhaltung von Fleischrindern im Winter. – Ber. 42. Jahrestag. AG Grünland u. Futterbau der Ges. Pflanzenbauwiss., Gießen, 30-36.
60. HOCHBERG, H. und A. WEIB 1998: Auswirkungen der Winterdraußenhaltung von Mutterkühen im Mittelgebirge auf den Pflanzenbestand, Boden-N-Gehalt und die Bodenwasserqualität. Ber. 42. Jahrestag. AG Grünland u. Futterbau der Ges. Pflanzenbauwiss., Gießen, 123-126.
61. HÖLTERSCHINKEN, M. , K. MAIWORM & H. SCHOLZ, 1996: Mykotoxikosen beim Rind – Probleme auch in Norddeutschland? – *Praktischer Tierarzt* **77**, 9-14.
62. HÖLTERSCHINKEN, M., A. HÖHLING, D. BRUNKLAUS, P. HOFFMANN & H. SCHOLZ, 2000: Einfluss von *Eppicoccum nigrum* und *Alternaria alternata* auf die Pansenfermentation des Rindes (in vitro). – Proc. 22<sup>nd</sup> Mycotoxin Workshop, Bonn, *Mycotoxin Res.* **16A**, No 2, 187.
63. HUGHES, G., 1954: The production and utilization of winter grass. *J. Agric. Sci.* **45**, 179-201.
64. HUSS, W., 1987: Futtermittel als Nährstoffträger. In : MENKE, K.H. und W. HUSS, 1987: *Tierernährung und Futtermittelkunde.* Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart. 171-412.
65. JAHN-DEESBACH, W., 1971: Winterweide – Eine Möglichkeit zur Rationalisierung der Bodennutzung in Grenzlagen. *Innere Kolonisation* **20**, 13-17.
66. JAHREIS, G., G.H. RICHTER, W. OCHRIMENKO, H. HARTUNG und G. BREITSCHUH, 1993: Auswirkungen von Rapssaat in der Milchkuhfütterung auf die

- Leistung, die Inhaltstoffe und Eigenschaften der Milch sowie Serummetaboliten. D. wirtschaftseigene Futter. **39**, 168-179.
67. JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON, 1999: Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
68. JOHNSON, I.T., 2002: Glucosinolates: bioavailability and importance to health. Int. J. Vitam. Nutr. Res. **72**, 26-31.
69. JOSEFSSON, E., 1975a: Effect of variation of heat treatment conditions on the nutritional value of low-glucosinolate rapeseed meal. Physiol. Plant. **29**, 28-32.
70. JOSEFSSON, E., 1975b: Influence of glucosinolates and high-molecular factor on the nutritive value of low-glucosinolate rapeseed meal. J. Sci. Food Agric. **26**, 1299-1310.
71. KASDORFF, K., 1955: Frühjahrfrüh- und Spätherbstweide. Wiss. Z. Univ. Rostock **5**, 93-123.
72. KEMP A., H. GUERINK, R.T. HAALSTRA und J. MALESTEIN, 1977: Nitratgehalt von Grünfütter, Heu und Silage und Nitratvergiftung beim Rindvieh. D. wirtschaftseigene Futter. **23**, 53-59.
73. KEUREN, R.W. VAN, 1970b: All-season grazing for beef cow. Ohio Agri. Res. Dev. Center. Research Summary No. 43, 1-13.
74. KEUREN, R.W. VAN, 1970a: All-season pasture for beef cow Ohio. Agri. Res. Dev. Center. Research Summary No. 37, 27-31.
75. KIRCHGESSNER, M., 1997: Tierernährung. Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 10. Aufl. Verl. DLG, Frankfurt/M.
76. KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. 4. Aufl. Verl. Paul Parey, Berlin u. Hamburg.
77. KLEBESADEL, L.J., 1993: Winter Survival of Grasses and Legumes in Subarctic Alaska as Related to Latitudinal Adaptation, Pre-Winter Storage of Food Reserves and Dry-Matter Concentration in Overwintering Tissues. Alaska Agric. Forestry Exp. Sta. Bull. 94, 1-21.
78. KREMER-SCHILLINGS, W., 1981: Untersuchungen zur Wirkung von Zwischenfrüchten auf Ertrag und Qualität einer Fruchtfolge. Diss. Bonn.
79. KÜRTEIN, P.W., 1963: Anbau, Ernte und Verwertung von Stoppelrüben. D. wirtschaftseigene Futter. **9**, 89-98.
80. LANGHOLZ, H.-J., 1992: Extensive Tierhaltung in Landschaftspflege und als produktionstechnische Alternative. Züchtungskunde **64**, 271-282.
81. LARCHER, W., 2001: Ökophysiologie der Pflanzen. 6. Aufl. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
82. LASER, H., W. OPITZ v. BOBERFELD, K. WÖHLER & D. WOLF, 2004: Incidence of mycotoxins in grassland. Grassland Sci. Europe **8**, 1014-1016.
83. LAWRENCE, T., J. COOPER, und E.L. BREESE, 1973: Cold tolerance and winter hardiness in *Lolium perenne*. II. Influence of light and temperature during growth and hardening. J. Agric. Sci. **18**, 341-348.
84. LEBZIEN, P., K. ROHR und R. DAENICKE, 1994: Untersuchungen über den Einfluß von 00-Rapssamen auf die Verdauung, die Milchleistung, die

- Milchinhaltstoffe und die Milchfettzusammensetzung bei Kühen. D. wirtschaftseigene Futter. **40**, 229-241.
85. LEIN, K.A., 1972 : Zur quantitativen Bestimmung des Glucosinolatgehaltes in *Brassica*-Samen. I. Gewinnung und Reinigung der Myrosinase. Angew. Botanik **46**, 137-159.
86. LOCKHART, D.A.S., J.B.D. HERRIOTT, J.M.M. CUNNINGHAM und R.G. HEDDLE, 1969 : The effects of winter grazing on subsequent production from pasture. J. Brit. Grassl. Soc., 146-150.
87. LOWMAN, B.G., N.A. SCOTT & S. SOMERVILLE, 1973: Condition Scoring of Cattle. ESCA, Bull. 6, Edinburgh.
88. LUDIKHUYZE, L., L. RODRIGO und M. HENDRICKX, 2000: The activity of Myrosinase from broccoli (*Brassica oleracea* L. cv. Italica): Influence of intrinsic and extrinsic factors. J. Food Prot. **63**, 400-403.
89. LÜTKE ENTRUP, N., 1992: Vorfruchtwert und Vorfruchtwirkung von Zwischenfrüchten, Artenbeschreibung, Versuchsergebnisse im Zwischenfruchtbau. In: RENIUS, W., E. und N. LÜTKE ENTRUP (Hrsg.): Zwischenfruchtbau zur Futtergewinnung und Gründüngung. Verl. DLG, Frankfurt/M. 156-193.
90. MAIER, H.G., 1977: Lebensanalytik. 3. Elektrochemische und enzymatische Methoden. Verl. Dr. Dietrich Steinkopff, Darmstadt.
91. MARSCHNER, H., 1985: Einfluß von Standort- und Wirtschaftsbedingungen auf die Nitratgehalte in verschiedenen Pflanzenarten. Landw. Forsch. **37**, Kongressband 1984, 16-33.
92. MATCHES, A.G., 1979: Management. In: BUCKNER, R.C. und L.P. BUSH (Hrsg.): Tall fescue. Americ. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, 171-199.
93. MENARD, R., J.P. LARUE, D. SILUE und D. THOUVENOT, 1999: Glucosinolates in cauliflower as biochemical markers for resistance against downy mildew. Phytochemistry Oxford. **52**, 29-35.
94. MENGEL, K., 1984: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 6. Aufl., Verl. Gustav Fischer, Stuttgart.
95. MENKE, K.-H., 1987: Tierernährung. In : MENKE, K.H. und W. HUSS, 1987: Tierernährung und Futtermittelkunde. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart. 171-412.
96. MENKE, K.-H., 1987: Ernährungsphysiologische Grundlagen, Richtzahlen für die praktische Fütterung. In : MENKE, K.H. und W. HUSS, 1987: Tierernährung und Futtermittelkunde. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart. 171-412.
97. MENKE, K.-H., & H. STEINGASS, 1987: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaftbestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 2. Mitteilung: Regressionsgleichungen. – Übers. Tierern.**15**, 59-94.
98. MITHEN, R., 2001: Glucosinolates - biochemistry, genetics and biological activity. Plant Growth Regul. **34**, 91-103.
99. MITHEN, R.F., M. DEKKER, R. VERKERK, S. RABOT und I.T. JOHNSON, 2000: The nutritional significance, biosynthesis and bioavailability of glucosinolates in human food. J. Sci. Food Agric. **80**, 967-984.

100. MÜCKENHAUSEN, E., 1993: Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen. 3. Auflage. Verl. DLG, Frankfurt/M.
101. NASTRUZZI, C., R. CORTESE, E. EPOSITO, E. MENEGATTI, O. LEONI, R. IORI, R. IORI und S. PALMERI, 2000: In vitro antiproliferative activity of isothiocyanates and nitriles generated by myrosinase-mediated hydrolysis of glucosinolates from seeds of cruciferous vegetables. *J. agric. Food. Chem.* **48**, 3572-3575.
102. NÖSBERGER, J., 1986: Futterbau. In: NÖSBERGER, J. und W. OPITZ v. BOBERFELD (Hrsg.): Grundfutterproduktion. Verl. P. Parey, Berlin u. Hamburg, 9-64.
103. OLIEN, C.R. and B.L. MARCHETTI, 1976: Recovery of hardened barley from winter injuries. *Crop Sci.* **16**, 201-204.
104. ONDERSCHEKA, K., F. TATABRUCH, T. STEINECK, E. KLAUSEC, M. VODNASKY, J. WAGNER und H. ECHSEL, 1987: Gehäufte Rehwildverluste nach Aufnahme von 00-Raps. *Z. Jagdwiss.* **33**, 191-205.
105. OPALKA, M., L. DUSZA, M. KOZIOROWSKI, J. STASZKIEWICZ, K. LIPINSKI und J. TYWONCZUK, 2001 : Effect of long-term feeding with graded levels of low glucosinolate rapeseed meal on endocrine status of gilts and their piglets. *Livest. Prod. Sci.* **69**, 233-243.
106. OPITZ v. BOBERFELD, W., 1994: Phänotyp und Futterqualitäts einschließlich Konservierungseigenschaften bei Gräsern. – *J. Agron. & Crop. Sci.* **172**, 289-304.
107. OPITZ v. BOBERFELD, W., 1996: Qualitätsveränderungen einschließlich Mykotoxinproblematik von Primäraufwüchsen einer Glatthaferwiese (*Arrhenatherion elatioris*). *Agribiol. Res.* **49**, 52-62.
108. OPITZ v. BOBERFELD, W., 1997: Winteraußenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichem Aspekt. *Ber. Landw.* **75**, 604-618.
109. OPITZ v. BOBERFELD, W., 2000: Outdoor stock keeping of suckler cows during winter under the aspects of environment and forage foundation. - Current problems of beef cattle breeding. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej Wroclaw Nr.* **375**, 27-37.
110. OPITZ v. BOBERFELD, W. und M. STERZENBACH, 1999: Winteraußenhaltung von Mutterkühen unter den Aspekten, Standort, Umwelt und Futterwirtschaft. *Z. Kulturtechnik Landentw.* **40**, 258-262.
111. OPITZ v. BOBERFELD, W., H. SCHRÖDER and H. LASER, 2000: The effect of cutting date on herbage quality in extensive grassland systems. *Grassl. Sci. Europe* **5**, 170-172.
112. OPITZ v. BOBERFELD, W. & D. WOLF, 2002: Zum Effekt pflanzenbaulicher Maßnahmen auf Qualität und Ertrag von "Winterfutter auf dem Halm". – *German J. Agron.* **6**, 9-16.
113. OPITZ v. BOBERFLD, W., P.C. THEOBALD & H. LASER, 2003: Prediction of digestibility and energy concentration of winter pasture forage and herbage of low-input grassland – a comparison of methods.- *Arch. Anim. Nutr.* **57**, 167-176.

114. OPITZ v. BOBERFLD, W. & K. BANZHAF, 2004: Mineral content in winter pasture depending on dominant species, pre-utilisation and harvest date. *Grassland Sci. Europe* **8**, 999-1001.
115. PETERSON, R.C., R.R. GARRIGUS, R.E. ERB & M.E. HEATH, 1965: Supplementing tall fescue winter pasture and round bales for the pregnant and lactating beef cow herd on the forage farm. *Research Progress Rep.* 181. Purdue University, Agric. Experim. Station. Lafayette, Indiana. Project 1295
116. PRIEBE, R. und P. ZUBE, 1998: Winterliche Freilandhaltung von Mutterkühen gestalten. *Ber.* 42. Jahrest. AG Grünland Futterbau Gießen, 98-101.
117. RATZKA, A., H. VOGEL, D.J. KLIEBENSTEIN, T. MITCHELL-OLDS & J. KROYMAN, 2002: Disarming the mustard oil bomb. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA.* **17**, 11223-11228.
118. REID, R.L., & G.A. JUNG, 1965: Influence of fertilizer treatment on the intake, digestibility and palatability of tall fescue hay. – *J. Agric. Sci.* **24**, 615-625.
119. RENIUS, W., 1992: Zwischenfrüchte für Bodenfruchtbarkeit, Boden-, Umwelt- und Pflanzenschutz; Ziele und Anbauformen für Zwischenfrüchte. In: RENIUS, W., E. und N. LÜTKE ENTRUP (Hrsg.): *Zwischenfruchtbau zur Futtergewinnung und Gründüngung.* Verl. DLG, Frankfurt/M. 21-120.
120. RODRIGUES, A.S. UND A.S. ROSA, 1999: Effects of post-harvest treatments on the level of glucosinolates in broccoli. *J. Sci. Food Agric.* **79**, 1028-1032.
121. ROSA, E.A.S., und P.M.F. RODRIGUES, 1998: The effects of light and temperature on glucosinolate concentration in the leaves and roots of cabbage seedlings. *J. Sci. Food Agric.* **78**, 208-212.
122. ROSENBERGER, G. 1970: *Krankheiten des Rindes.* Verl. Paul Parey, Berlin, Hamburg.
123. ROTHE, R., H. HARTUNG, G. MARKS, H. BERGMANN, R. GÖTZ & F. SCHÖNE, 2004: Glucosinolate contents in vegetative tissues of winter rape cultivars. – *J. App. Bot.*, **78**, 41-47.
124. SAKAI, A. and W. LARCHER, 1987: *Frost survival of plants. - Ecological Studies* **62**. Verl. Springer, Berlin.
125. SCHÄFER, K., 1991: Zur Verminderung der Erosion im Maisanbau durch Zwischenfrüchte und Mulchsaat. – *Feldwirtschaft* **32**, 458-561.
126. SCLÖSSER, E., 1997: *Allgemeine Phytopathologie.* – 2. Aufl. Verl. Georg Thieme, Stuttgart, New York.
127. SCHLOTT, W., 1980: *Untersuchungen über die Möglichkeiten zur Erstellung von Winterweideflächen.* Diss. Giessen.
128. SCHNEIDER, K., 1917: *Winterweide.* Mitt. DLG **32**, 572-576.
129. SCHÖNE, F., B. GROPPPEL, A. HENNIG, G. JAHREIS und R. LANGE, 1997: Rapeseed meals, methimazole, thiocyanate and iodine affect growth and thyroid. Investigations into glucosinolate tolerance in the pig. *J. Sci. Food Agric.* **74**, 69-80.
130. SCHULTE, D., 1980: *Die Entwicklung der unter- und oberirdischen Pflanzenmasse bei Zwischenfrüchten in Abhängigkeit von Standort und Saatzeit.* Diss. Bonn.

131. SCHULTHEISS, U. und W. OPITZ v. BOBERFELD, 1994: Untersuchungen zur gegenseitigen Beeinflussung der Deckfrucht Wintergerste und verschiedenen Untersaaten. *Die Bodenkultur* **45**, 25-35.
132. SCHUSTER, W., 1967: Über die Eignung verschiedener Kruziferen für den späten Stoppelfruchtbau auf Grund von Saatzeitversuchen. *J. Agron. Crop Sci.* **125**, 158-182.
133. SCHWADORF, K. & H.-M. MÜLLER, 1989: Determination of ergosterol in cereals, feed components, and mixed feed by liquid chromatography. – *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* **72**, 457-462.
134. SHELDRIK, R.D., J.S. FENLON AND R. H. LAVENDER, 1981: Variation in forage yield and quality of three cruziferous catch crops grown in southern England. *Grass and Forage Sci.* **36**, 179-187.
135. SHELDRIK, R.D. und R.H. LAVENDER, 1981: A comparison of a stubble turnip (cv. Appin) with other cruziferous catch crops for lamb fattening. I. Initial evaluation of dry matter yield and forage quality. *Grass and Forage Sci.* **36**, 281-289.
136. SIMON, U., 1987: Feldfutterbau. In: VOIGTLÄNDER, G. und H. JACOB, 1987: *Grünlandwirtschaft und Futterbau*. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
137. SMITH, R.H., 1976: Kale and brassica poisoning. *Veterinary Annual* **17**, 28-33.
138. SMITH, R.H., 1980: Kale poisoning: The brassica anaemia factor. *Veterinary Record* **107**, 1, 12-16.
139. SONNEVELD, A. 1974: Die Aufnahme von frischem Gras verschiedener Arten durch Rindvieh und Schafe. Ber. 10. Jahrestag. AG Grünland u. Futterbau der Ges. Pflanzenbauwiss. 107-116.
140. STÄHLIN, A., 1957: *Methodenbuch*. Bd.XII, Die Beurteilung der Futtermittel. Verl. Neumann, Radebeul u. Berlin.
141. STEINHÖFEL, O., 1999: Futtermittelkunde. In: JEROCH, H., W. DROCHNER und O. SIMON, 1999: *Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere*. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart. 169-216.
142. STEINGASS, H. & K. –H. MENKE, 1986: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der *in vitro* mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und deren chemische Analyse. 1. Mitteilung: Untersuchungen zur Methode. – *Übers. Tierern.* **14**, 251-270.
143. TANINO, K.K. and B.D. MCKERSIE, 1985: Injury with the crown of winter wheat seedlings after freezing and icing stress. *Can. J. Bot.* **63**: 432-436.
144. TILLEY, J.M.A. & R.A. TERRY, 1963: A two-stage technique for the *in-vitro* digestion of forage crops. – *J. Brit. Grassl. Soc.* **18**, 104-111.
145. TITZE, A., 1997: Freilandhaltung von Mutterkühen unter Berücksichtigung der Rohrschwingelweide. *Arch. Tierz.* **40**, 181.
146. THEOBALD, P. C. 2002: Zur Leistung von *Festuco-Brometea*-Arten unter variierenden Bedingung. Diss. Giessen.
147. THOMAS, H. & I.B. NORRIS, 1981: The influence of light and temperature on growth and death in simulated swards of *Lolium perenne*. – *Grass Forage Sci.* **36**, 107-116.

148. TRIPATHI, M.K., A.K. TYAGI & S.A. KARIM, 1996: Effects of mustard cake and its glucosinolate on milk production, milk composition and blood biochemistry of lactating ewes maintained on Siris (*Albezia lebbeck*) pods and Baru (*Sorghum helepense*) hay as basal roughage. *World Rev. Anim. Prod.* **31**, 31-34.
149. TRIPATHI, M.K., I.S. AGRAWAL, S.D. SHARMA & D.P. MISHRA, 2001a : Effect of untreated, HCL treated or copper and iodine supplemented high glucosinolate mustard (*Brassica juncea*) meal on nutrient utilization, liver enzymes, thyroid hormones and growth of calves. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **92**, 73-85.
150. TRIPATHI, M.K., I.S. AGRAWAL, S.D. SHARMA und D.P. MISHRA, 2001b : Effect of substitution of soybean meal with treated or untreated high glucosinolate mustard (*Brassica juncea*) meal on intake, digestibility, growth performance and body composition of calves. *Anim. Feed Sci. Technol.*, **94**, 137-146.
151. VAN ETEN, C.H., M.E. DAXENBICHLER und J.A. WOLF, 1969 : Natural Glucosinolates (Thioglucoside) in Foods and Feeds. *J. Agric. Food. Chem.* **17**, 483-491.
152. VAN ETEN, C.H., und M.E. DAXENBICHLER, 1971: Formation of organic nitriles from progoitrins in leaves of *Crambe abyssinica* and *Brassica napus*. *J. Agric. Food. Chem.* **19**, 194-195.
153. VILLALOBOS, G., D.C. ADAMS, T.J. KLOPPENSTEIN, J.T. NICHOLS und J.B. LAMB, 1997: Grass hay as supplement for grazing cattle. I. Animal performance. *J. Range Manage.* **50**, 351-356.
154. VIPOND, J.E., A.J. DUNCAN, D. TURNER, L. GODDYN und G.W. HORGAN, 1998: Effects on feeding ensilaged kale (*Brassica oleracea*) on the performance of finishing lambs. *Grass. Forage Sci.*, **53**, 346-352.
155. VOIGTLÄNDER, G. & N. VOSS, 1979: Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung. Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart.
156. VOIGTLÄNDER, G., 1987: Einführung in den Futterbau – Umfang, Formen und Leistung. In: VOIGTLÄNDER, G. & H. JAKOB (Hrsg.): Grünlandwirtschaft und Futterbau. – Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart, 17-76.
157. WALLBAUM, F., 1996: Tiergerechtheit der ganzjährigen Weidehaltung fleischbetonter Mutterkühe am Mittelgebirgsstandort. Diss. Göttingen.
158. WABMUTH, R., 2002: Tiergerechte Gestaltung der ganzjährigen Freilandhaltung. – In: Ganzjährige Freilandhaltung von Fleischrindern. KTBL-Schrift 409, 47-64.
159. WEISE, G., P. ZUBE und R. PRIEBE, 1998: Punktuelle Belastung durch tierische Exkrememente bei Winteraußenhaltung. Ber. 42. Jahrest. AG Grünland und Futterbau der Ges. Pflanzenbauwiss, Gießen, 115-118.
160. WEISSBACH, F. und E. HEIN, 1976: Fütterungsschäden durch nitrathaltige Futtermittel und ihre Verhütung. *Tierzucht* **30**, 29-34.
161. WHEELER, J.L., 1968: Major problems in winter grazing. *Herb. Abstr.* **38**, 11-18.
162. WHITTLE, P.J., R.H. SMITH and A. MCINTOSH, 1976: Estimation of S-methyl-cystein sulphoxide (kale anaemia factor) and its distribution among *Brassica* forage and root crops. *J. Sci. Food. Agric.* **17**, 633-642.

163. WIESNER, E., F. BERSCHNEIDER, K. NEUFER, S. WILLER & B. WALDECK 1979: Zur Frage der Nitrattoleranz bei Milchkühen. *Veterinärmedizin* **34**, 487-491
164. WÖHLER, K., 2003: Zur Qualität und Masse von Winterweidefutter in Abhängigkeit von Standort, Pflanzengesellschaft und Bewirtschaftung. Diss. Gießen.
165. WOLF, D. D., R.H. BROWN & R.E. BLASER, 1979: Physiology of growth and development. In BRUCKNER, R.C. & L.P. BUSCH (Hrsg.): Tall fescue. – *Americ. Soc. Agron. Madison, Wisconsin*, 75-92.
166. WOLF, D. 2001: Zum Effekt von Pflanzenbestand, Vornutzung und Nutzungstermin auf Masse und Qualität von Winterweidefutter. Diss. Gießen.
167. WOLF, D. & W. OPITZ v. BOBERFELD, 2003: Effects of nitrogen fertilization and date of utilization on the quality and yield of tall fescue in winter. *J. Agron. Crop Sci.* **189**, 47-53.
168. WRIGHT, M.J. und K.L. DAVISON, 1964: Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agron.* **16**, 197-247.
169. YAMADA, K., T. HASEGAWA, E. MINAMI, N. SHIBUYA, S. KOSEMURA, S. YAMAMURA und K. HASEGAWA, 2003: Induction of myrosinase gene expression and myrosinase activity in radish hypocotyls by phototropic stimulation. *J. Plant. Phys.* **160**, 255-259.
170. YANG, J.Z., C. MATTHEW & R.E. ROWLAND, 1998: Tiller axis observations for perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and tall fescue (*Festuca arundinacea*): Number of active phytomers, probability of tiller appearance and frequency of root appearance per phytomer for three cutting heights. – *New Zealand J. Agric. Res.* **41**, 11-17.
171. ZOBELT, U., 1990: Der Einfluss von Glucosinolaten und anderen Inhaltsstoffen der Rapsgrünmasse auf Selektionsverhalten, Futteraufnahme und Gesundheitszustand von Schafen. Diss. Giessen.
172. ZUKALOVÁ, H. & J. VASÁK, 2002: The role and effects of glucosinolates of *Brassica* species – a review. – *Rostlinná Výroba.* **48**, 175-180.

## 9 Tabellenanhang

<b>Anhangtab. 1:</b> Bodenprofilbeschreibung (HARRACH 1987).....	82
<b>Anhangtab. 2:</b> NO <sub>3</sub> -N-Gehalt des Bodens in kg ha <sup>-1</sup> im Juli 2003 .....	82
<b>Anhangtab. 3:</b> Anzahl der Tage mit geschlossener Schneedecke bis zur Januar Ernte.....	82
<b>Anhangtab. 4:</b> Niederschlagssumme und durchschnittliche Temperatur .....	82
<b>Anhangtab. 5:</b> Anzahl der Schnee- und Frosttage in den Versuchsjahren .....	83
<b>Anhangtab. 6:</b> Saat- und Erntetermine.....	83
<b>Anhangtab. 7:</b> Varianztabelle für die TS-Erträge .....	83
<b>Anhangtab. 8:</b> TS-Erträge in dt TS ha <sup>-1</sup> , Winter 2001 / 2002.....	84
<b>Anhangtab. 9:</b> TS-Erträge in dt TS ha <sup>-1</sup> , Winter 2002 / 2003.....	84
<b>Anhangtab. 10:</b> TS-Erträge in dt TS ha <sup>-1</sup> , Winter 2003 / 2004.....	84
<b>Anhangtab. 11:</b> Varianztabelle für die Rohprotein-Konzentration.....	85
<b>Anhangtab. 12:</b> Rohprotein-Konzentration in % der TS, Winter 2001 / 2002.....	85
<b>Anhangtab. 13:</b> Rohprotein-Konzentration in % der TS Winter 2002 / 2003 .....	86
<b>Anhangtab. 14:</b> Rohprotein-Konzentration in % der TS Winter 2003 / 2004.....	86
<b>Anhangtab. 15:</b> Varianztabelle für die umsetzbare Energie (= ME) .....	87
<b>Anhangtab. 16:</b> Umsetzbare Energie in MJ ME kg <sup>-1</sup> TS, Winter 2001 / 2002.....	87
<b>Anhangtab. 17:</b> Umsetzbare Energie MJ ME kg <sup>-1</sup> TS, Winter 2002 / 2003.....	88
<b>Anhangtab. 18:</b> Umsetzbare Energie MJ ME kg <sup>-1</sup> TS, Winter 2003 / 2004.....	88
<b>Anhangtab. 19:</b> Varianztabelle für die Nettoenergie (= NEL) .....	89
<b>Anhangtab. 20:</b> Nettoenergie in MJ NEL kg <sup>-1</sup> TS, Winter 2001 / 2002.....	89
<b>Anhangtab. 21:</b> Nettoenergie in MJ NEL kg <sup>-1</sup> TS, Winter 2002 / 2003.....	90
<b>Anhangtab. 22:</b> Nettoenergie in MJ NEL kg <sup>-1</sup> TS, Winter 2003 / 2004.....	90
<b>Anhangtab. 23:</b> Varianztabelle für die P/E-Quotienten.....	91
<b>Anhangtab. 24:</b> P/E-Quotienten (Bezug = ME) Winter 2001 / 2002 .....	91

<b>Anhangtab. 25:</b> P/E-Quotienten (Bezug = ME) Winter 2002 / 2003 .....	92
<b>Anhangtab. 26:</b> P/E-Quotienten (Bezug = ME) Winter 2003 / 2004 .....	92
<b>Anhangtab. 27:</b> Varianztabelle für die Verdaulichkeit der organischen Substanz (= DOM) .....	93
<b>Anhangtab. 28:</b> DOM in % der TS, Winter 2001 / 2002 .....	93
<b>Anhangtab. 29:</b> DOM in % der TS, Winter 2002 / 2003 .....	94
<b>Anhangtab. 30:</b> DOM in % der TS, Winter 2003 / 2004 .....	94
<b>Anhangtab. 31:</b> Varianztabelle für die Ergosterol-Konzentration .....	95
<b>Anhangtab. 32:</b> Ergosterol-Konzentration mg kg <sup>-1</sup> TS Winter 2001 / 2002 .....	95
<b>Anhangtab. 33:</b> Ergosterol-Konzentration mg kg <sup>-1</sup> TS Winter 2002 / 2003 .....	96
<b>Anhangtab. 34:</b> Ergosterol-Konzentration mg kg <sup>-1</sup> TS Winter 2003 / 2004 .....	96
<b>Anhangtab. 35:</b> Varianztabelle für die Glucosinolatgehalte .....	97
<b>Anhangtab. 36:</b> Glucosinolatgehalte in • mol g <sup>-1</sup> TS Winter 2001 / 2002 .....	97
<b>Anhangtab. 37:</b> Glucosinolatgehalte in • mol g <sup>-1</sup> TS Winter 2002 / 2003 .....	98
<b>Anhangtab. 38:</b> Glucosinolatgehalte in • mol g <sup>-1</sup> TS Winter 2003 / 2004 .....	98
<b>Anhangtab. 39:</b> Varianztabelle für die N-Entzüge .....	99
<b>Anhangtab. 40:</b> N-Entzüge in kg ha <sup>-1</sup> , Winter 2001 / 2002 .....	99
<b>Anhangtab. 41:</b> N-Entzüge in kg ha <sup>-1</sup> , Winter 2002 / 2003 .....	100
<b>Anhangtab. 42:</b> N-Entzüge in kg ha <sup>-1</sup> , Winter 2003 / 2004 .....	100
<b>Anhangtab. 43:</b> Varianztabelle für den TS-Ertrag ohne Stängelanteil, Winter 2002 / 2003 .....	101
<b>Anhangtab. 44:</b> TS-Ertrag ohne Stängelanteil, Winter 2002 / 2003 .....	101
<b>Anhangtab. 45:</b> Varianztabelle für die Futterakzeptanz als Anteil gefressenes Futter in % .....	102
<b>Anhangtab. 46:</b> Futterakzeptanz als gefressenes Futter in %, Winter 2001 .....	102
<b>Anhangtab. 47:</b> Futterakzeptanz als gefressenes Futter in %, Winter 2002 (Erntetermin Dezember wurde nicht erhoben) .....	102
<b>Anhangtab. 48:</b> Futterakzeptanz als gefressenes Futter in %, Winter 2003 .....	102
<b>Anhangtab. 49:</b> Varianztabelle für die "Anzahl fressender Schafe min <sup>-1</sup> nach 60 min" als Maß für die Futterakzeptanz .....	103

<b>Anhangtab. 50:</b> "Anzahl fressender Schafe $\text{min}^{-1}$ nach 60 min" Winter 2001, als Maß für die Futterakzeptanz .....	103
<b>Anhangtab. 51:</b> "Anzahl fressender Schafe $\text{min}^{-1}$ nach 60 min" Winter 2002, als Maß für die Futterakzeptanz (Erntetermin Dezember wurde nicht erhoben) .....	103
<b>Anhangtab. 52:</b> "Anzahl fressender Schafe pro min nach 60 min" im Winter 2003 als Maß für die Futterakzeptanz .....	103
<b>Anhangtab. 53:</b> Varianztabelle für den Nitratgehalt in % der TS, November 2001 .....	104
<b>Anhangtab. 54:</b> Nitratgehalt in % der TS, November 2001 .....	104
<b>Anhangtab. 55:</b> Ergosterol-Konzentration in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2001 .....	104
<b>Anhangtab. 56:</b> Varianztabelle für die Rohprotein-Konzentrationen der Fraktionen grünes Blatt, Stängel oder Rübe und totes Blatt .....	105
<b>Anhangtab. 57:</b> Rohprotein-Konzentration in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2001 .....	105
<b>Anhangtab. 58:</b> Rohprotein-Konzentration in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2002 .....	105
<b>Anhangtab. 59:</b> Rohprotein-Konzentration in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2003 .....	106
<b>Anhangtab. 60:</b> Varianztabelle für die umsetzbare Energie (=ME) der Fraktionen grünes Blatt, Stängel oder Rübe und totes Blatt .....	106
<b>Anhangtab. 61:</b> Energiedichte in $\text{MJ ME kg}^{-1}$ TS in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2001 .....	106
<b>Anhangtab. 62:</b> Energiedichte in $\text{MJ ME kg}^{-1}$ TS in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2002 .....	107
<b>Anhangtab. 63:</b> Energiedichte in $\text{MJ ME kg}^{-1}$ TS in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2003 .....	107
<b>Anhangtab. 64:</b> Varianztabelle für die P/E-Quotienten der Fraktionen grünes Blatt, Stängel oder Rübe, und totes Blatt .....	107
<b>Anhangtab. 65:</b> P/E-Quotienten in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2001 .....	108
<b>Anhangtab. 66:</b> P/E-Quotienten in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt im Dezember 2002 .....	108
<b>Anhangtab. 67:</b> P/E-Quotienten in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt im Dezember 2003 .....	108

<b>Anhangtab. 68:</b> Varianztabelle für den Vergleich ganzer und gehäckselter Pflanzen bezogen auf den Glucosinolat-Gehalt .....	109
<b>Anhangtab. 69:</b> Glucosinolat-Gehalt in $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS in Abhängigkeit von der Erntetechnik .....	109
<b>Anhangtab. 70:</b> Varianztabelle für den Gehalt an Alkenyl-Glucosinolaten.....	110
<b>Anhangtab. 71:</b> Alkenyl-Glucosinolate ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der <i>Brassicaceen</i> 2001 .....	110
<b>Anhangtab. 72:</b> Alkenyl-Glucosinolate ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der <i>Brassicaceen</i> 2002 .....	110
<b>Anhangtab. 73:</b> Alkenyl-Glucosinolate ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der <i>Brassicaceen</i> 2003 .....	111
<b>Anhangtab. 74:</b> Varianztabelle für den Gehalt an Indol-Glucosinolaten .....	111
<b>Anhangtab. 75:</b> Indol-Glucosinolate ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der <i>Brassicaceen</i> 2001 .....	112
<b>Anhangtab. 76:</b> Indol-Glucosinolate ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der <i>Brassicaceen</i> 2002 .....	112
<b>Anhangtab. 77:</b> Indol-Glucosinolate ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der <i>Brassicaceen</i> 2003 .....	112
<b>Anhangtab. 78:</b> Varianztabelle für den Gehalt an Progoitrin .....	113
<b>Anhangtab. 79:</b> Progoitrin ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der früh gesäten <i>Brassicaceen</i> 2001 .....	113
<b>Anhangtab. 80:</b> Progoitrin ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der früh gesäten <i>Brassicaceen</i> 2002 .....	114
<b>Anhangtab. 81:</b> Progoitrin ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der früh gesäten <i>Brassicaceen</i> 2003 .....	114
<b>Anhangtab. 82:</b> Varianztabelle für den Gehalt an Gluconasturtiin .....	115
<b>Anhangtab. 83:</b> Nasturtiin ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der <i>Brassicaceen</i> 2001 .....	115
<b>Anhangtab. 84:</b> Nasturtiin ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der <i>Brassicaceen</i> 2002 .....	116
<b>Anhangtab. 85:</b> Nasturtiin ( $\bullet$ mol g <sup>-1</sup> TS) der <i>Brassicaceen</i> 2003 .....	116
<b>Anhangtab. 86:</b> Varianztabelle für den Gehalt die Alkenyl/Indol-Verhältnisse.....	117
<b>Anhangtab. 87:</b> Alkenyl/Indol-Verhältnisse der <i>Brassicaceen</i> 2001 .....	117
<b>Anhangtab. 88:</b> Alkenyl/Indol-Verhältnisse der <i>Brassicaceen</i> 2002 .....	118
<b>Anhangtab. 89:</b> Alkenyl/Indol-Verhältnisse der <i>Brassicaceen</i> 2003 .....	118

---

<b>Anhangtab. 90:</b> Korrelation (= r) zwischen Merkmalen des Ertrages, der Futterqualität und der N-Entzüge (n = 126) aller Erntetermine .....	119
<b>Anhangtab. 91:</b> Korrelationen der <i>Brassicaceen</i> zwischen Glucosinolatgehalt und anderen qualitätsbestimmenden Merkmalen des ersten und des dritten Erntetermins der Winter 2002 und 2003 (n = 36).....	119
<b>Anhangtab. 92:</b> Korrelationen der <i>Poaceen</i> zwischen TS-Ertrag und qualitätsbestimmenden Merkmalen des ersten und dritten Erntetermins der Versuchsjahre .....	120
<b>Anhangtab. 93:</b> Glucosinolate in Raps (im Auszug nach ANONYMUS 2001).....	120
<b>Anhangabb. 1:</b> Chromatogramm des Standards BCR 190-R .....	121
<b>Anhangabb. 2:</b> Chromatogramm des BCR-Standards 367-R.....	121
<b>Anhangabb. 3:</b> Chromatogramm des Rübenkörpers .....	122
<b>Anhangabb. 4:</b> Chromatogramm des Sommerrapses .....	122

**Anhangtab. 1:** Bodenprofilbeschreibung (HARRACH 1987)

A <sub>p</sub>	0 - 25 cm	Mittel humoser, sandig schluffiger Lehm, schwach kiesig (h 3 suL, g 2; Krümel- bis Subpolyedergefüge)
II Sew	- 33 cm	Sandiger Lehm, stark kiesig (sL, g 4); Nassbleichung und viele Mn-Konkretionen; Prismen-Subpolyedergefüge
II S <sub>d</sub>	- 73 cm	Lehmiger Sand bis schluffiger Lehm, mittel kiesig (IS-uL, g 3), sehr inhomogener Horizont mit Geröll, Rostflecken, Fe- und Mn-Konkretionen; teils Kohärentgefüge, teils Prismen- bis Polyedergefüge mit hoher bis sehr hoher Packungsdichte
III f B <sub>j</sub> S <sub>d</sub>	- 110 cm	Rosaroter Ton (T) mit Prismengefüge, die Aggregatoberflächen nassgebleicht und teils mit Carbonatausscheidungen belegt, sehr hohe Packungsdichte

**Anhangtab. 2:** NO<sub>3</sub>-N-Gehalt des Bodens in kg ha<sup>-1</sup> im Juli 2003

Block	Tiefe	0 - 30 cm	30 - 60 cm	60 - 90 cm
	1		104,5	85,6
2		96,2	69,1	60,4
3		112,2	69,5	23,7

**Anhangtab. 3:** Anzahl der Tage mit geschlossener Schneedecke bis zur Januar Ernte

Merkmal	Schneedecke ► 1 cm ✓ 1 d ✓		
	2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Winter			
November	0	0	0
Dezember	11	0	0
Januar	18	0	0
9 <sub>Jahr</sub>	29	0	0

**Anhangtab. 4:** Niederschlagssumme und durchschnittliche Temperatur

Merkmal	Jahr	2001/ 2002	2002/ 2003	2003 / 2004
	Niederschlagssumme in mm	Juli	73,6 mm	134,1 mm
August		33,5 mm	103,9 mm	31,6 mm
September		85,7 mm	43,9 mm	30,9 mm
Oktober		63,8 mm	119,2 mm	27 mm
Jahr (Juli-Juni)		806 mm	826 mm	535 mm
Durchschnittliche Temperatur in °C	Juli	18,9 °C	17,8 °C	19,4 °C
	August	18,8 °C	21,2 °C	20,7 °C
	September	12,7 °C	18,2 °C	13,4 °C
	Oktober	12,1 °C	9,0 °C	6,7 °C
	Jahr (Juli-Juni)	10,1 °C	10,6 °C	11,3 °C

**Anhangtab. 5:** Anzahl der Schnee- und Frosttage in den Versuchsjahren

Jahr	2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Anzahl der Schneetage	29	0	0
Anzahl der Frosttage	38	43	52

**Anhangtab. 6:** Saat- und Erntetermine

	früher Saattermin	später Saattermin	1. Erntetermin	2. Erntetermin	3. Erntetermin
2001	31.07.01	15.08.01	05.11.01	14.12.01	21.01.02
2002	25.07.02	15.08.02	29.10.02	07.12.02	06.01.03
2003	05.08.03	25.08.03	03.11.03	08.12.03	19.01.04

**Anhangtab. 7:** Varianztabelle für die TS-Erträge

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
<b>Block</b>	2	21,11	54,14	180,00
<b>Saattermin</b>	1	6141,75 **	3547,23 **	8472,38 **
Fehler <sub>Saat</sub>	2	35,53	10,75	13,86
<b>Erntetermin</b>	2	1562,59 **	2084,67 **	632,02 **
<b>S x E</b>	2	3,50	264,39	148,32 **
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	19,93	70,28	13,04
<b>Frucht</b>	6	3362,23 **	2465,30 **	1366,89 **
<b>F x S</b>	6	597,60 **	315,40 **	494,25 **
<b>F x E</b>	12	38,85	213,67 **	60,73 **
<b>F x S x E</b>	12	68,60 **	102,84 **	40,05
Fehler <sub>Frucht</sub>	72	23,03	29,63	21,80
<b>Gesamt</b>	125			

**Anhangtab. 8:** TS-Erträge in dt TS ha<sup>-1</sup>, Winter 2001 / 2002

Saats- und Erntetermin		Frucht								
		Ausfall-Getreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
Früher Saattermin	November	24,3	40,1	46,6	44,9	87,7	27,0	26,9	42,5	36,2
	Dezember	18,6	41,7	42,5	48,9	60,9	21,3	19,8	36,2	
	Januar	9,9	31,3	32,1	45,3	63,7	10,8	14,9	29,7	
Später Saattermin	November	23,0	34,7	22,3	31,0	45,2	19,8	20,0	28,0	22,2
	Dezember	13,6	24,6	19,4	21,0	40,7	18,3	18,1	22,2	
	Januar	10,6	16,2	12,4	17,7	34,7	13,3	9,6	16,4	
$\bar{x}$ Frucht		16,7	31,4	29,2	34,8	55,5	18,4	18,2	29,2	29,2

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 7,79 (n=3)GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 8,42 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 20,92 (n=3)**Anhangtab. 9:** TS-Erträge in dt TS ha<sup>-1</sup>, Winter 2002 / 2003

Saats- und Erntetermin		Frucht								
		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
Früher Saattermin	November	29,3	44,5	52,8	65,0	54,7	45,2	50,3	48,8	44,6
	Dezember	27,4	58,9	71,1	78,9	56,3	29,9	28,6	50,2	
	Januar	12,5	26,8	47,0	48,3	47,7	30,7	30,3	34,8	
Später Saattermin	November	30,0	36,6	39,3	45,8	50,7	40,0	39,7	40,3	34,0
	Dezember	23,4	30,4	39,2	44,4	51,7	24,9	23,1	33,9	
	Januar	10,7	30,2	22,9	41,4	51,1	19,6	18,5	27,8	
$\bar{x}$ Frucht		22,2	37,9	45,4	54,0	52,0	31,7	31,8	39,3	39,3

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 8,44 (n=3)GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 15,81 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 11,51 (n=3)**Anhangtab. 10:** TS-Erträge in dt TS ha<sup>-1</sup>, Winter 2003 / 2004

Saats- und Erntetermin		Frucht								
		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
Früher Saattermin	November	29,7	54,9	61,9	62,6	50,9	36,7	37,0	47,7	41,1
	Dezember	25,6	40,0	43,1	58,1	48,5	26,8	28,5	38,7	
	Januar	12,2	41,9	56,4	59,6	37,3	24,6	26,8	37,0	
Später Saattermin	November	20,3	30,4	27,5	34,5	27,7	24,6	24,5	27,1	24,7
	Dezember	21,0	19,1	26,6	26,2	29,9	21,4	19,7	23,4	
	Januar	15,8	28,2	26,8	25,4	28,1	24,5	16,7	23,6	
$\bar{x}$ Frucht		20,8	35,8	40,4	44,4	37,1	26,4	25,5	32,9	32,9

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 7,58 (n=3)GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 6,81 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 13,07 (n=3)

**Anhangtab. 11:** Varianztabelle für die Rohprotein-Konzentration

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
<b>Block</b>	2	6,04	1,66	4,01
<b>Saattermin</b>	1	418,21 *	168,52 *	599,84 **
Fehler <sub>Saat</sub>	2	7,68	2,39	3,83
<b>Erntetermin</b>	2	21,36 *	5,88	111,87 **
<b>S x E</b>	2	5,89	65,39 **	1,38
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	3,32	3,58	6,84
<b>Frucht</b>	6	61,55 **	50,74 **	21,44 **
<b>F x S</b>	6	11,46 **	12,02 **	9,01 **
<b>F x E</b>	12	4,72 **	12,87 **	9,33 **
<b>F x S x E</b>	12	0,82	7,68 **	4,08 **
Fehler <sub>Frucht</sub>	72	1,57	1,19	1,58
<b>Gesamt</b>	125			

**Anhangtab. 12:** Rohprotein-Konzentration in % der TS, Winter 2001 / 2002

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidotyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbsttrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		November	Dezember									
Früher Saattermin	November	23,7	19,3	15,4	15,2	18,8	19,0	18,5	18,6	19,7		
	Dezember	23,7	20,4	18,1	16,3	19,6	22,3	21,4	20,3			
	Januar	23,6	20,1	17,5	16,0	21,3	21,8	22,6	20,4			
Später Saattermin	November	26,4	23,0	21,7	22,2	22,0	23,0	22,3	22,9	23,4		
	Dezember	25,1	23,8	23,1	22,4	23,1	25,1	24,9	23,9			
	Januar	24,1	22,5	23,6	20,4	24,5	24,5	23,3	23,3			
$\bar{x}$ Frucht		24,4	21,5	19,9	18,7	21,6	22,6	22,2	21,6	21,6		

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 2,03 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 3,43 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 9,72 (n=3)

**Anhangtab. 13:** Rohprotein-Konzentration in % der TS Winter 2002 / 2003

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		Frucht	Erntetermin									
Früher Saattermin	November			10,3	14,9	12,1	8,8	14,3	13,0	10,5	12,0	13,6
	Dezember			13,2	15,7	13,8	9,7	16,9	17,5	15,1	14,6	
	Januar			13,9	15,3	12,5	10,6	13,5	18,0	16,6	14,4	
Später Saattermin	November			21,3	18,8	16,5	14,7	16,9	15,5	15,6	17,0	15,9
	Dezember			14,7	16,5	15,5	13,1	11,6	14,8	16,9	14,7	
	Januar			14,0	17,1	14,8	12,6	15,0	20,5	18,6	16,1	
$\bar{x}$ Frucht				14,6	16,4	14,2	11,6	14,7	16,6	15,5	14,8	14,8

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 1,77 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 3,56 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 5,43 (n=3)

**Anhangtab. 14:** Rohprotein-Konzentration in % der TS Winter 2003 / 2004

Saar- Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		Frucht	Erntetermin									
Früher Saattermin	November			19,4	15,3	15,3	16,3	17,3	17,4	19,2	17,2	19,2
	Dezember			23,4	16,5	19,2	17,5	18,6	22,5	21,5	19,9	
	Januar			22,9	22,3	19,9	16,7	22,2	18,3	21,9	20,6	
Später Saattermin	November			23,1	21,6	22,1	21,0	22,6	22,3	20,9	21,9	23,6
	Dezember			24,2	24,1	26,1	23,1	22,3	25,1	24,1	24,2	
	Januar			25,8	25,9	22,9	23,5	25,2	23,8	25,6	24,7	
$\bar{x}$ Frucht				23,2	21,0	20,9	19,7	21,4	21,6	22,2	21,4	21,4

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 2,04 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 4,93 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 6,87 (n=3)

**Anhangtab. 15:** Varianztabelle für die umsetzbare Energie (= ME)

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
Block	2	1,55	0,18	0,01
Saattermin	1	3,92	5,85 *	0,45
Fehler <sub>Saat</sub>	2	0,54	0,07	0,05
Erntetermin	2	3,29 **	0,02	2,95 **
S x E	2	0,31	2,33 **	0,55
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	0,14	0,19	0,13
Frucht	6	3,36 **	14,02 **	1,42 **
F x S	6	1,33 **	0,76 **	1,18 **
F x E	12	1,70 **	1,58 **	1,91 **
F x S x E	12	0,67 **	0,14	0,26 *
Fehler <sub>Frucht</sub>	72	0,17	0,09	0,10
Gesamt	125			

**Anhangtab. 16:** Umsetzbare Energie in MJ ME kg<sup>-1</sup> TS, Winter 2001 / 2002

Saar- und Erntetermin		Frucht								
		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommerraps Weidotyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ <sub>Ernte</sub>	$\bar{x}$ <sub>Saat</sub>
Früher Saattermin	November	10,05	9,93	9,64	9,46	10,77	10,47	10,21	10,08	9,76
	Dezember	9,92	9,42	9,95	9,65	11,04	9,54	9,18	9,82	
	Januar	8,71	10,25	9,06	8,36	10,91	9,18	9,30	9,40	
Später Saattermin	November	10,05	9,91	9,45	9,96	10,34	9,49	12,43	10,23	10,12
	Dezember	10,11	10,19	10,09	10,20	10,90	10,32	10,05	10,27	
	Januar	9,80	11,18	8,96	9,99	10,53	8,95	9,54	9,85	
$\bar{x}$ <sub>Frucht</sub>		9,77	10,15	9,53	9,60	10,75	9,66	10,12	9,94	9,94

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 0,677 (n=3)GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 0,700 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 2,574 (n=3)

**Anhangtab. 17:** Umsetzbare Energie MJ ME kg<sup>-1</sup> TS, Winter 2002 / 2003

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidotyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbsttrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		November	Dezember									
Früher Saattermin	November	9,84	11,04	10,57	9,12	11,37	10,48	11,13	10,51	10,25		
	Dezember	8,81	10,89	10,73	9,79	11,53	9,22	10,13	10,16			
	Januar	8,07	11,28	10,93	9,29	12,43	8,96	9,71	10,10			
Später Saattermin	November	9,29	10,30	10,63	9,73	10,89	10,76	11,23	10,41	10,68		
	Dezember	9,45	11,31	10,80	10,61	11,94	10,52	10,67	10,76			
	Januar	9,03	11,49	11,71	10,58	12,32	10,28	10,84	10,89			
$\bar{x}$ Frucht		9,08	11,05	10,90	9,85	11,75	10,04	10,62	10,47	10,47		

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 0,476 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 0,817 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 0,943 (n=3)

**Anhangtab. 18:** Umsetzbare Energie MJ ME kg<sup>-1</sup> TS, Winter 2003 / 2004

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidotyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbsttrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		November	Dezember									
Früher Saattermin	November	9,84	9,78	8,64	9,44	10,79	10,20	11,00	9,96	10,38		
	Dezember	10,48	11,38	10,39	10,19	10,96	10,33	10,49	10,60			
	Januar	9,18	11,20	10,95	11,23	10,72	10,14	10,74	10,59			
Später Saattermin	November	10,65	9,58	9,62	8,96	10,06	10,63	11,11	10,09	10,26		
	Dezember	10,32	10,56	10,60	9,82	10,35	10,61	10,74	10,43			
	Januar	9,82	10,98	11,05	9,79	10,11	10,35	9,84	10,28			
$\bar{x}$ Frucht		10,05	10,58	10,21	9,90	10,50	10,38	10,65	10,32	10,32		

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 0,522 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 0,689 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 0,814 (n=3)

**Anhangtab. 19:** Varianztabelle für die Nettoenergie (= NEL)

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
Block	2	0,73	0,10	0,00
Saattermin	1	1,82	2,79 *	0,33
Fehler <sub>Saat</sub>	2	0,25	0,04	0,03
Erntetermin	2	1,59 **	0,01	1,58
S x E	2	0,16	1,20 **	0,25 **
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	0,07	0,09	0,07
Frucht	6	1,72 **	7,01 **	0,70 **
F x S	6	0,66 **	0,38 **	0,59 **
F x E	12	0,85 **	0,80 **	0,93 **
F x S x E	12	0,33 **	0,07	0,13 *
Fehler <sub>Frucht</sub>	72	0,09	0,04	0,05
Gesamt	125			

**Anhangtab. 20:** Nettoenergiegedichte in MJ NEL kg<sup>-1</sup> TS, Winter 2001 / 2002

Sa- und Erntetermin		Frucht								
		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommerraps Weidotyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ <sub>Ernte</sub>	$\bar{x}$ <sub>Saat</sub>
Früher Saattermin	November	6,04	5,91	5,74	5,59	6,55	6,33	6,14	6,04	5,82
	Dezember	5,93	5,57	5,96	5,74	6,74	5,67	5,41	5,86	
	Januar	5,08	6,16	5,34	4,82	6,65	5,41	5,50	5,57	
Später Saattermin	November	6,03	5,91	5,59	5,95	6,23	5,61	7,67	6,14	6,06
	Dezember	6,06	6,10	6,05	6,11	6,64	6,21	6,01	6,17	
	Januar	5,84	6,81	5,26	5,98	6,37	5,25	5,66	5,88	
$\bar{x}$ <sub>Frucht</sub>		5,83	6,08	5,66	5,70	6,53	5,75	6,07	5,94	5,94

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 0,484 (n=3)GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 0,497 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 1,769 (n=3)

**Anhangtab. 21:** Nettoenergie in MJ NEL kg<sup>-1</sup> TS, Winter 2002 / 2003

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		November	Dezember									
Früher Saattermin	November	5,91	6,74	6,42	5,41	6,98	6,34	6,81	6,37	6,19		
	Dezember	5,18	6,65	6,53	5,88	7,10	5,45	6,10	6,13			
	Januar	4,65	6,91	6,67	5,52	7,74	5,26	5,79	6,08			
Später Saattermin	November	5,50	6,20	6,44	5,82	6,65	6,53	6,87	6,29	6,49		
	Dezember	5,62	6,93	6,57	6,45	7,39	6,37	6,48	6,55			
	Januar	5,33	7,05	7,21	6,42	7,67	6,19	6,58	6,63			
$\bar{x}$ Frucht		5,36	6,75	6,64	5,92	7,26	6,02	6,44	6,34	6,34		

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 0,336 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 0,569 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 0,683 (n=3)

**Anhangtab. 22:** Nettoenergie in MJ NEL kg<sup>-1</sup> TS, Winter 2003 / 2004

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		November	Dezember									
Früher Saattermin	November	5,86	5,84	5,03	5,60	6,57	6,11	6,67	5,95	6,26		
	Dezember	6,33	6,97	6,27	6,14	6,69	6,22	6,33	6,42			
	Januar	5,41	6,84	6,66	6,87	6,51	6,08	6,50	6,41			
Später Saattermin	November	6,40	5,67	5,70	5,23	6,04	6,39	6,73	6,02	6,16		
	Dezember	6,21	6,36	6,39	5,85	6,24	6,41	6,50	6,28			
	Januar	5,86	6,66	6,72	5,83	6,08	6,23	5,86	6,18			
$\bar{x}$ Frucht		6,01	6,39	6,13	5,92	6,35	6,24	6,43	6,21	6,21		

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 0,370 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 0,497 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 0,628 (n=3)

**Anhangtab. 23:** Varianztabelle für die P/E-Quotienten

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
<b>Block</b>	2	23,54	3,60	3,99
<b>Saattermin</b>	1	265,56	84,80 *	625,96 *
Fehler <sub>Saat</sub>	2	14,51	1,62	6,51
<b>Erntetermin</b>	2	59,51 **	7,02	54,79 *
<b>S x E</b>	2	13,96	100,78 **	0,14
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	4,37	3,15	9,06
<b>Frucht</b>	6	70,72 **	61,55 **	20,86 **
<b>F x S</b>	6	20,03 **	12,62 **	17,31 **
<b>F x E</b>	12	14,45 **	21,65 **	15,80 **
<b>F x S x E</b>	12	4,29 *	10,25 **	5,27
Fehler <sub>Frucht</sub>	72	2,17	1,46	2,02
<b>Gesamt</b>	125			

**Anhangtab. 24:** P/E-Quotienten (Bezug = ME) Winter 2001 / 2002

Frucht		Sa- und Erntetermin								
		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
Früher Saattermin	November	23,5	19,5	16,0	16,1	17,5	18,2	18,2	18,4	20,4
	Dezember	24,0	21,7	18,4	16,9	17,7	23,6	23,3	20,8	
	Januar	27,2	19,6	19,3	19,2	19,6	23,8	24,4	21,9	
Später Saattermin	November	26,3	23,3	22,9	22,3	21,3	24,2	17,9	22,6	23,3
	Dezember	25,0	23,3	23,0	22,0	21,2	24,4	24,7	23,4	
	Januar	24,6	20,2	26,4	20,4	23,3	27,4	24,5	23,8	
$\bar{x}$ Frucht		25,1	21,3	21,0	19,5	20,1	23,6	22,2	21,8	21,8

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 2,39 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 3,94 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 13,37 (n=3)

**Anhangtab. 25:** P/E-Quotienten (Bezug = ME) Winter 2002 / 2003

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidotyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		Frucht	Erntetermin									
Früher Saattermin	November			10,5	13,5	11,4	9,6	12,6	12,4	9,5	11,4	13,4
	Dezember			15,0	14,5	12,8	9,9	14,6	19,0	14,8	14,4	
	Januar			17,3	13,6	11,5	11,4	10,9	20,1	17,1	14,6	
Später Saattermin	November			22,9	18,3	15,5	15,2	15,5	14,4	13,9	16,5	15,1
	Dezember			15,6	14,6	14,4	12,4	9,7	14,1	15,8	13,8	
	Januar			15,5	14,9	12,6	11,9	12,2	19,9	17,2	14,9	
$\bar{x}$ Frucht				16,1	14,9	13,0	11,7	12,6	16,7	14,7	14,3	14,3

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 1,96 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 3,35 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 4,46 (n=3)

**Anhangtab. 26:** P/E-Quotienten (Bezug = ME) Winter 2003 / 2004

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidotyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		Frucht	Erntetermin									
Früher Saattermin	November			19,6	15,8	17,9	17,3	16,0	17,1	17,5	17,3	18,6
	Dezember			22,4	14,5	18,5	17,2	17,0	21,8	20,5	18,9	
	Januar			25,0	19,9	18,1	14,8	20,8	18,1	20,4	19,6	
Später Saattermin	November			21,7	22,6	23,0	23,5	22,5	21,0	18,8	21,9	23,0
	Dezember			23,5	22,8	24,6	23,5	21,6	23,7	22,4	23,2	
	Januar			26,4	23,6	20,7	24,0	25,0	23,0	26,0	24,1	
$\bar{x}$ Frucht				23,1	19,9	20,5	20,1	20,5	20,8	21,0	20,8	20,8

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 2,31 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 5,67 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 8,96 (n=3)

**Anhangtab. 27:** Varianztabelle für die Verdaulichkeit der organischen Substanz (= DOM)

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
<b>Block</b>	2	38,20	4,01	0,47
<b>Saattermin</b>	1	209,77	218,40 *	4,19
Fehler <sub>Saat</sub>	2	14,28	3,71	3,10
<b>Erntetermin</b>	2	66,43 **	0,97	243,46 **
<b>S x E</b>	2	10,09	66,81 **	13,92
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	5,42	7,04	4,00
<b>Frucht</b>	6	134,73 **	498,95 **	53,96 **
<b>F x S</b>	6	47,27 **	30,98 **	36,32 **
<b>F x E</b>	12	57,26 **	49,89 **	56,01 **
<b>F x S x E</b>	12	22,00 **	3,73	8,92 **
Fehler <sub>Frucht</sub>	72	5,97	2,73	3,49
<b>Gesamt</b>	125			

**Anhangtab. 28:** DOM in % der TS, Winter 2001 / 2002

Frucht		Saar- und Erntetermin								
		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnittyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Weisches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
Früher Saattermin	November	73,3	69,8	70,5	68,0	77,5	75,1	72,6	72,4	71,1
	Dezember	72,4	68,5	72,5	69,9	79,3	70,0	67,7	71,5	
	Januar	65,6	74,3	67,6	62,4	79,1	68,0	68,3	69,3	
Später Saattermin	November	73,3	71,1	69,9	72,1	75,4	69,6	85,6	73,9	73,7
	Dezember	74,0	73,9	73,7	73,5	79,2	75,1	73,0	74,6	
	Januar	72,2	79,4	67,4	73,3	77,2	67,3	70,6	72,5	
$\bar{x}$ Frucht		71,8	72,8	70,3	69,9	78,0	70,8	73,0	72,4	72,4

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 3,97 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 4,39 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 13,26 (n=3)

**Anhangtab. 29:** DOM in % der TS, Winter 2002 / 2003

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		Frucht	Erntetermin									
Früher Saattermin	November			70,8	77,9	75,0	66,3	81,3	74,0	77,1	74,6	73,4
	Dezember			65,3	77,8	76,4	70,6	81,9	67,6	72,5	73,2	
	Januar			60,7	79,3	77,1	67,3	86,8	66,0	69,9	72,4	
Später Saattermin	November			69,2	74,0	75,7	70,8	77,3	76,0	78,4	74,5	76,0
	Dezember			69,2	79,9	76,7	75,6	83,4	74,7	75,6	76,4	
	Januar			66,4	80,6	81,4	75,1	86,5	73,9	76,6	77,2	
$\bar{x}$ Frucht				66,9	78,2	77,1	70,9	82,9	72,0	75,0	74,7	74,7

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 2,68 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 5,00 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 6,76 (n=3)

**Anhangtab. 30:** DOM in % der TS, Winter 2003 / 2004

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		Frucht	Erntetermin									
Früher Saattermin	November			70,3	70,1	63,4	68,2	77,2	71,7	76,4	71,1	74,5
	Dezember			76,2	79,7	74,7	72,9	78,8	74,8	75,5	76,1	
	Januar			68,5	80,1	78,2	79,5	77,7	73,2	76,7	76,3	
Später Saattermin	November			74,5	69,1	69,7	65,6	73,7	74,2	76,9	72,0	74,1
	Dezember			75,2	75,4	76,4	71,4	75,7	76,6	77,4	75,4	
	Januar			72,8	78,9	79,0	71,7	75,0	75,0	72,0	74,9	
$\bar{x}$ Frucht				72,9	75,5	73,6	71,6	76,4	74,2	75,8	74,3	74,3

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 3,03 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 3,77 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 6,17 (n=3)

**Anhangtab. 31:** Varianztabelle für die Ergosterol-Konzentration

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
<b>Block</b>	2	1258,95	295,59	1175,59
<b>Saattermin</b>	1	26556,43 *	11788,92 *	3333,55 *
Fehler <sub>Saat</sub>	2	441,03	350,35	117,61
<b>Erntetermin</b>	2	44932,51 **	152381,57 **	82081,76 **
<b>S x E</b>	2	2369,59	1830,87 *	695,73 *
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	1022,06	322,83	464,57
<b>Frucht</b>	6	17303,14 **	32851,30 **	13052,77 **
<b>F x S</b>	6	13150,92 **	6261,33 **	1659,93 **
<b>F x E</b>	12	1134,68 **	16243,97 **	11063,74 **
<b>F x S x E</b>	12	911,62 *	1665,60 **	641,75 **
Fehler <sub>Frucht</sub>	72	386,89	381,93	63,32
<b>Gesamt</b>	125			

**Anhangtab. 32:** Ergosterol-Konzentration mg kg<sup>-1</sup> TS Winter 2001 / 2002

Sa- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidetyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		Frucht	Erntetermin									
Früher Saattermin	November			136	18	18	7	19	19	23	34	65
	Dezember			170	36	29	6	57	81	114	71	
	Januar			248	39	30	32	63	122	103	91	
Später Saattermin	November			4	4	2	6	8	1	1	4	36
	Dezember			47	17	15	14	23	36	38	27	
	Januar			78	83	69	72	89	81	71	77	
$\bar{x}$ Frucht				114	33	27	23	43	57	58	51	51

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 31,9 (n=3)GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 60,3 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 73,7 (n=3)

**Anhangtab. 33:** Ergosterol-Konzentration mg kg<sup>-1</sup> TS Winter 2002 / 2003

Saat- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidetyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		November	Dezember									
Früher Saattermin	November	42	21	10	4	17	15	7	16	75		
	Dezember	90	41	27	19	42	156	106	69			
	Januar	186	80	43	25	39	338	262	139			
Später Saattermin	November	28	10	6	7	7	3	1	9	55		
	Dezember	68	47	38	28	20	19	23	35			
	Januar	201	89	72	48	45	251	152	123			
$\bar{x}$ Frucht		103	48	33	22	28	130	92	65	65		

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 31,7 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 33,9 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 65,7 (n=3)

**Anhangtab. 34:** Ergosterol-Konzentration mg kg<sup>-1</sup> TS Winter 2003 / 2004

Saat- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidetyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		November	Dezember									
Früher Saattermin	November	13	4	6	8	3	1	1	5	46		
	Dezember	71	37	20	25	19	35	21	32			
	Januar	229	25	21	16	43	193	165	99			
Später Saattermin	November	1	3	1	1	1	1	1	1	35		
	Dezember	30	25	14	16	65	11	13	25			
	Januar	162	36	28	23	50	132	126	80			
$\bar{x}$ Frucht		84	21	15	15	30	62	54	40	40		

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 12,9 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 40,6 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 38,0 (n=3)

**Anhangtab. 35:** Varianztabelle für die Glucosinolatgehalte

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
Block	2	0,06	3,48	5,29
Saattermin	1	162,39 **	1,53	74,66 *
Fehler <sub>Saat</sub>	2	1,12	10,18	2,51
Erntetermin	2	26,55 *	307,10 **	178,11 **
S x E	2	6,12	12,70	27,69
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	5,87	3,58	9,77
Frucht	3	535,46 **	241,59 **	530,93 **
F x S	3	10,44 *	13,41	12,35
F x E	6	213,74 **	42,07 **	43,62 **
F x S x E	6	14,79 **	12,11	10,28
Fehler <sub>Frucht</sub>	36	4,34	4,36	6,06
Gesamt	72			

**Anhangtab. 36:** Glucosinolatgehalte in  $\bullet$  mol g<sup>-1</sup> TS Winter 2001 / 2002

Sa- und Erntetermin		Frucht					$\bar{x}$ <sub>Ernte</sub>	$\bar{x}$ <sub>Saat</sub>
		Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbststrübe			
Früher Saattermin	November	10,5	8,9	10,0	24,9	13,6	11,9	
	Dezember	6,5	3,5	6,3	28,0	11,0		
	Januar	16,8	11,5	8,6	7,5	11,1		
Später Saattermin	November	7,3	6,4	6,1	18,5	9,6	8,9	
	Dezember	4,5	4,2	4,1	23,5	9,1		
	Januar	7,5	9,8	6,3	8,6	8,0		
$\bar{x}$ <sub>Frucht</sub>		8,8	7,4	6,9	18,5	10,4	10,4	

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 3,45 (n=3)GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 4,56 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 3,72 (n=3)

**Anhangtab. 37:** Glucosinolatgehalte in  $\bullet$  mol g<sup>-1</sup> TS Winter 2002 / 2003

Saat- und Erntetermin		Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbststrübe	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		November	Dezember						
Früher Saattermin	November			20,2	17,1	11,5	18,1	16,7	17,4
	Dezember			17,7	15,6	12,9	13,1	14,8	
	Januar			28,6	20,3	12,7	21,2	20,7	
Später Saattermin	November			15,2	15,0	9,8	20,5	15,1	17,1
	Dezember			16,9	17,2	11,2	11,8	14,3	
	Januar			26,9	26,0	15,5	19,3	21,9	
		$\bar{x}$ Frucht		20,9	18,5	12,2	17,3	17,3	17,3

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 3,45 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 3,55 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 11,20 (n=3)

**Anhangtab. 38:** Glucosinolatgehalte in  $\bullet$  mol g<sup>-1</sup> TS Winter 2003 / 2004

Saat- und Erntetermin		Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbststrübe	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
		November	Dezember						
Früher Saattermin	November			10,6	11,0	11,1	22,4	13,8	13,9
	Dezember			8,4	5,5	7,9	25,8	11,9	
	Januar			16,7	16,3	9,9	20,6	15,9	
Später Saattermin	November			11,1	13,1	9,0	22,0	13,8	11,8
	Dezember			5,0	4,2	4,9	16,4	7,6	
	Januar			12,0	14,8	11,2	18,1	14,0	
		$\bar{x}$ Frucht		10,6	10,8	9,0	20,8	12,8	12,8

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 4,07 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 5,89 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 5,55 (n=3)

**Anhangtab. 39:** Varianztabelle für die N-Entzüge

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
<b>Block</b>	2	1369,43 *	281,34	3110,24
<b>Saattermin</b>	1	24043,59 **	3181,68 *	28237,41 *
Fehler <sub>Saat</sub>	2	54,04	148,25	523,07
<b>Erntetermin</b>	2	13774,04 **	8453,20 **	668,23
<b>S x E</b>	2	311,28	7373,24 **	282,28
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	238,69	732,96	529,61
<b>Frucht</b>	6	33926,87 **	8681,90 **	8627,56 **
<b>F x S</b>	6	3325,27 **	955,58 **	1983,64 **
<b>F x E</b>	12	568,87 *	1003,84 **	1019,20 **
<b>F x S x E</b>	12	756,75 **	727,74 **	517,28
Fehler <sub>Frucht</sub>	72	290,80	209,05	292,89
<b>Gesamt</b>	125			

**Anhangtab. 40:** N-Entzüge in kg ha<sup>-1</sup>, Winter 2001 / 2002

Sa- und Erntetermin		Frucht								$\bar{x}$ <sub>Ernte</sub>	$\bar{x}$ <sub>Saat</sub>
		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommerraps Weidotyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras			
Früher Saattermin	November	93	125	114	109	263	82	80	124	110	
	Dezember	70	138	122	127	192	76	68	113		
	Januar	38	101	89	116	217	37	54	93		
Später Saattermin	November	97	128	77	110	160	73	71	102	82	
	Dezember	55	93	71	75	151	73	72	84		
	Januar	41	58	47	57	136	52	35	61		
$\bar{x}$ <sub>Frucht</sub>		66	107	87	99	186	65	64	96	96	

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 27,71 (n=3)GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 29,14 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 25,81 (n=3)

**Anhangtab. 41:** N-Entzüge in kg ha<sup>-1</sup>, Winter 2002 / 2003

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidetyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
Früher Saattermin	November			48	107	102	90	125	95	85	93	95
	Dezember			57	148	157	123	152	84	71	113	
	Januar			27	66	95	82	104	88	81	77	
Später Saattermin	November			102	111	103	108	137	99	100	108	85
	Dezember			54	80	98	93	82	59	62	76	
	Januar			24	82	55	84	123	64	55	70	
$\bar{x}$ Frucht				52	99	102	97	120	81	76	90	90

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 23,49 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 51,06 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 42,75 (n=3)

**Anhangtab. 42:** N-Entzüge in kg ha<sup>-1</sup>, Winter 2003 / 2004

Saar- und Erntetermin		Frucht		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommeraps Weidetyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$ Saat
Früher Saattermin	November			101	136	153	162	141	102	114	130	123
	Dezember			97	106	132	163	144	96	98	119	
	Januar			45	151	179	158	133	72	94	119	
Später Saattermin	November			74	105	97	115	100	88	82	95	93
	Dezember			81	75	111	97	107	87	76	91	
	Januar			65	117	99	96	114	94	68	93	
$\bar{x}$ Frucht				77	115	128	132	123	90	89	108	108

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 27,81 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 43,41 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 80,3 (n=3)

**Anhangtab. 43:** Varianztabelle für den TS-Ertrag ohne Stängelanteil, Winter 2002 / 2003

Jahr		2002
Varianzursache	FG	MQ/F-Test
<b>Block</b>	2	8,10
<b>Saattermin</b>	1	712,88 *
Fehler <sub>Saat</sub>	2	12,77
<b>Erntetermin</b>	2	1510,29 **
<b>S x E</b>	2	93,05
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	39,71
<b>Frucht</b>	6	2408,08 **
<b>F x S</b>	6	83,71 **
<b>F x E</b>	12	136,33 **
<b>F x S x E</b>	12	70,81 **
Fehler <sub>Frucht</sub>	72	21,62
<b>Gesamt</b>	125	

**Anhangtab. 44:** TS-Ertrag ohne Stängelanteil, Winter 2002 / 2003

Saar- und Erntetermin		Frucht								
		Ausfallgetreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyr	Sommerraps Schnitttyp	Herbststrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ <sub>Ernte</sub>	$\bar{x}$ <sub>Saat</sub>
Früher Saattermin	November	29,3	35,7	30,4	19,1	54,6	45,1	50,2	37,8	30,5
	Dezember	27,4	18,0	13,2	8,3	56,3	29,9	28,6	25,9	
	Januar	12,4	32,8	24,8	15,1	47,7	30,7	30,2	27,7	
Später Saattermin	November	30,0	18,1	24,8	22,1	50,6	39,9	39,7	32,2	25,7
	Dezember	23,4	19,6	22,9	13,7	43,9	24,8	23,1	24,5	
	Januar	10,7	19,1	11,7	12,7	51,1	19,6	18,4	20,5	
$\bar{x}$ <sub>Frucht</sub>		22,2	23,9	21,3	15,2	50,7	31,7	31,7	28,1	28,1

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 7,56 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 11,89 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 12,55 (n=3)

**Anhangtab. 45:** Varianztabelle für die Futterakzeptanz als Anteil gefressenes Futter in %

Jahr	2001		2002		2003	
	FG	MQ/F-Test	FG	MQ/F-Test	FG	MQ/F-Test
Block	2	107,9	2	90,4	2	506,7 **
Frucht	6	1832,8 **	6	663,1 **	6	569,7 **
Erntetermin	2	132,8	1	2733,2 **	2	2230,3 **
F x E	12	298,8 **	6	198,8	12	162,8 *
Fehler	24	58,0	12	59,8	24	78,2
Gesamt	62		42		62	

**Anhangtab. 46:** Futterakzeptanz als gefressenes Futter in %, Winter 2001

Frucht	Erntetermin							
	Ausfall- getreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyt	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte
November	40	30	23	27	47	67	67	43
Dezember	53	27	21	14	47	53	67	40
Januar	40	37	29	26	53	47	33	38
$\bar{x}$ Frucht	44	31	25	22	49	56	56	40

GD<sub>5%</sub> Frucht / Erntetermin = 12,4**Anhangtab. 47:** Futterakzeptanz als gefressenes Futter in %, Winter 2002 (Erntetermin Dezember wurde nicht erhoben)

Frucht	Erntetermin							
	Ausfall- getreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyt	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte
November	33	43	31	10	27	53	53	36
Januar	27	22	14	8	20	27	20	20
$\bar{x}$ Frucht	30	33	22	9	23	40	37	28

GD<sub>5%</sub> Frucht / Erntetermin = 12,7**Anhangtab. 48:** Futterakzeptanz als gefressenes Futter in %, Winter 2003

Frucht	Erntetermin							
	Ausfall- getreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyt	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Ernte
November	47	48	40	39	20	53	60	44
Dezember	33	31	30	21	33	53	47	35
Januar	20	24	26	19	20	27	27	23
$\bar{x}$ Frucht	33	34	32	26	24	44	44	34

GD<sub>5%</sub> Frucht / Erntetermin = 14,4

**Anhangtab. 49:** Varianztabelle für die "Anzahl fressender Schafe  $\text{min}^{-1}$  nach 60 min" als Maß für die Futterakzeptanz

Jahr	2001	2001	2002	2002	2003	2003
	FG	MQ/F-Test		FG		MQ/F-Test
Block	2	192,4 *	2	14,6	2	483,9 **
Frucht	6	89,9	6	49,6 *	6	447,4 **
Erntetermin	2	1067,6 **	1	535,7 **	2	468,8 **
F x E	12	445,9 **	6	118,2 **	12	115,2 *
Fehler	24	57,7	12	16,5	24	50,6
Gesamt	62		42		62	

**Anhangtab. 50:** "Anzahl fressender Schafe  $\text{min}^{-1}$  nach 60 min" Winter 2001, als Maß für die Futterakzeptanz

Frucht									$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$
	Ausfall- getreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras			
Erntetermin										
November	21	15	16	13	37	35	35	25		
Dezember	29	15	13	6	10	13	32	17	24	
Januar	15	44	42	38	30	29	20	31		
$\bar{x}_{\text{Frucht}}$	21	25	24	19	26	26	29	24		

GD<sub>5%</sub> Frucht / Erntetermin = 12,4**Anhangtab. 51:** "Anzahl fressender Schafe  $\text{min}^{-1}$  nach 60 min" Winter 2002, als Maß für die Futterakzeptanz (Erntetermin Dezember wurde nicht erhoben)

Frucht									$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$
	Ausfall- getreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras			
Erntetermin										
November	21	24	25	17	18	31	30	24		
Januar	12	25	13	22	16	13	14	17	20	
$\bar{x}_{\text{Frucht}}$	17	25	19	20	17	22	22	20		

GD<sub>5%</sub> Frucht / Erntetermin = 6,7**Anhangtab. 52:** "Anzahl fressender Schafe pro min nach 60 min" im Winter 2003 als Maß für die Futterakzeptanz

Frucht									$\bar{x}$ Ernte	$\bar{x}$
	Ausfall- getreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras			
Erntetermin										
November	21	30	25	29	16	34	28	26		
Dezember	9	26	21	21	17	12	13	17	22	
Januar	7	39	34	28	8	24	30	24		
$\bar{x}_{\text{Frucht}}$	12	31	27	26	14	23	24	22		

GD<sub>5%</sub> Frucht / Erntetermin = 11,6

**Anhangtab. 53:** Varianztabelle für den Nitratgehalt in % der TS, November 2001

Jahr		2001
Varianzursache	FG	MQ/F-Test
Block	2	3,0 **
Frucht	7	1,6 **
Saattermin	1	19,7 **
F x S	7	0,9 *
Fehler	14	0,3
Gesamt	48	

**Anhangtab. 54:** Nitratgehalt in % der TS, November 2001

Frucht	Ausfall- getreide	Winterraps	Sommerraps Weidetyt	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	Einjähriges Weidelgras	Welsches Weidelgras	$\bar{x}$ Saat
Saattermin									
früher Saattermin	1,1	1,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9
später Saattermin	2,1	2,8	3,7	2,8	1,8	0,9	1,7	1,5	2,2
$\bar{x}$ Frucht	1,6	2,3	2,2	1,8	1,2	0,8	1,2	1,1	

GD<sub>5%</sub> Frucht / Saattermin = 0,96

**Anhangtab. 55:** Ergosterol-Konzentration in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2001

Saattermin	Frucht	Winterraps	Sommerraps Weidetyt	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	$\bar{x}$ Fraktion	s
Früher Saattermin	grünes Blatt	2	2	1	7	3	3
	Stängel oder Rübe	3	7	1	1	3	4
	totes Blatt	180	193	96	123	148	52
Später Saattermin	grünes Blatt	1	1	1	3	1	1
	Stängel oder Rübe	1	1	1	1	1	< 1
	totes Blatt	104	97	105	89	99	37

**Anhangtab. 56:** Varianztabelle für die Rohprotein-Konzentrationen der Fraktionen grünes Blatt, Stängel oder Rübe und totes Blatt

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
Block	2	0,95	14,26	8,39
Saattermin	1	57,70	18,66	305,02 **
Fehler <sub>Saat</sub>	2	3,67	1,71	1,35
Fraktion	2	719,69 **	1307,11 **	1448,74 **
S x Fr	2	27,37 **	5,19 *	7,11
Fehler <sub>Fraktion</sub>	8	2,37	1,14	8,31
Frucht	3	5,74 **	38,49 **	13,47 **
F x S	3	2,32	17,56 **	7,72
F x Fr	6	3,18	4,10	9,56 *
F x S x Fr	6	1,14	5,87	2,90
Fehler <sub>Frucht</sub>	36	1,81	3,31	3,84
Gesamt	69			

**Anhangtab. 57:** Rohprotein-Konzentration in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2001

Saattermin	Frucht		Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	$\bar{X}$ <sub>Fraktion</sub>	$\bar{X}$ <sub>Saattermin</sub>
	Fraktion							
Früher Saattermin	grünes Blatt		26,2	27,2	25,1	26,9	26,3	18,8
	Stängel oder Rübe		16,0	15,5	13,6	16,7	15,5	
	totes Blatt		14,4	15,1	13,9	15,4	14,7	
Später Saattermin	grünes Blatt		26,2	25,5	26,3	24,9	25,7	20,6
	Stängel oder Rübe		19,0	19,1	17,0	20,1	18,8	
	totes Blatt		16,4	17,5	17,9	17,7	17,4	
	$\bar{X}$ <sub>Frucht</sub>		19,7	20,0	19,0	20,3	19,7	19,7

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Fraktion = 2,23 (n=3)GD<sub>5%</sub> Fraktion innerhalb der Früchte = 2,90 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 6,72 (n=3)**Anhangtab. 58:** Rohprotein-Konzentration in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2002

Saattermin	Frucht		Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	$\bar{X}$ <sub>Fraktion</sub>	$\bar{X}$ <sub>Saattermin</sub>
	Fraktion							
Früher Saattermin	grünes Blatt		21,5	21,0	21,0	26,7	22,6	13,2
	Stängel oder Rübe		9,2	7,4	6,8	11,4	8,7	
	totes Blatt		6,1	6,6	8,0	12,7	8,3	
Später Saattermin	grünes Blatt		19,9	21,2	23,0	19,4	20,9	12,3
	Stängel oder Rübe		8,6	8,7	7,2	10,7	8,8	
	totes Blatt		6,9	6,8	7,3	8,6	7,4	
	$\bar{X}$ <sub>Frucht</sub>		12,0	11,9	12,2	14,9	12,8	12,8

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Fraktion = 2,23 (n=3)GD<sub>5%</sub> Fraktion innerhalb der Früchte = 2,01 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 3,01 (n=3)

**Anhangtab. 59:** Rohprotein-Konzentration in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2003

Saattermin	Frucht		Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	$\bar{X}$ Fraktion	$\bar{X}$ Saattermin
	Fraktion							
Früher Saattermin	grünes Blatt		22,5	26,0	24,7	25,4	24,7	16,4
	Stängel oder Rübe		13,0	13,5	14,7	16,0	14,3	
	totes Blatt		6,9	9,8	11,6	12,6	10,2	
Später Saattermin	grünes Blatt		30,1	29,8	30,1	27,9	29,5	20,7
	Stängel oder Rübe		19,8	19,1	18,9	19,9	19,4	
	totes Blatt		11,6	12,8	12,5	16,1	13,3	
	$\bar{X}$ Frucht		17,3	18,5	18,8	19,7	18,6	18,6

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Fraktion = 3,24 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Fraktion innerhalb der Früchte = 5,44 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 4,09 (n=3)

**Anhangtab. 60:** Varianztabelle für die umsetzbare Energie (=ME) der Fraktionen grünes Blatt, Stängel oder Rübe und totes Blatt

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
Block	2	1,13	0,04	0,15
Saattermin	1	1,12	1,46 *	2,31 **
Fehler <sub>Saat</sub>	2	0,07	0,05	0,01
Fraktion	2	21,12 **	7,40 **	10,73 **
S x E	2	1,04 *	0,51	0,13
Fehler <sub>Fraktion</sub>	8	0,16	0,12	0,17
Frucht	3	2,80 **	2,13 **	5,62 **
F x S	3	0,67 **	0,13 *	0,14
F x Fr	6	1,61 **	3,40 **	0,10
F x S x Fr	6	0,15	0,31 **	0,22
Fehler <sub>Frucht</sub>	36	0,12	0,05	0,15
Gesamt	69			

**Anhangtab. 61:** Energiedichte in MJ ME kg<sup>-1</sup> TS in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2001

Saattermin	Frucht		Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	$\bar{X}$ Fraktion	$\bar{X}$ Saattermin
	Fraktion							
Früher Saattermin	grünes Blatt		11,39	11,04	11,08	10,80	11,08	10,32
	Stängel oder Rübe		10,93	10,06	9,04	11,61	10,41	
	totes Blatt		10,04	9,61	8,75	9,50	9,48	
Später Saattermin	grünes Blatt		10,83	10,82	10,88	10,77	10,83	10,07
	Stängel oder Rübe		10,71	10,29	9,70	11,60	10,58	
	totes Blatt		8,55	8,71	8,72	9,28	8,82	
	$\bar{X}$ Frucht		10,41	10,09	9,70	10,60	10,20	10,20

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Fraktion = 0,57 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Fraktion innerhalb der Früchte = 0,76 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 0,92 (n=3)

**Anhangtab. 62:** Energiedichte in MJ ME kg<sup>-1</sup> TS in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2002

Saattermin	Frucht	Winterraps	Sommerraps Weidetyt	Sommerraps Schnitttyp	Herbststrübe	$\bar{X}$ Fraktion	$\bar{X}$ Saattermin
	Fraktion						
Früher Saattermin	grünes Blatt	11,65	11,43	11,20	11,02	11,33	10,62
	Stängel oder Rübe	11,11	10,12	9,01	12,27	10,62	
	totes Blatt	10,28	10,36	9,85	9,16	9,91	
Später Saattermin	grünes Blatt	11,12	11,60	11,21	11,36	11,32	10,95
	Stängel oder Rübe	11,41	11,00	10,10	12,18	11,17	
	totes Blatt	10,98	10,22	10,38	9,79	10,34	
	$\bar{X}$ Frucht	11,09	10,79	10,29	10,96	10,78	10,78

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Fraktion = 0,39 (n=3)GD<sub>5%</sub> Fraktion innerhalb der Früchte = 0,65 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 0,79 (n=3)**Anhangtab. 63:** Energiedichte in MJ ME kg<sup>-1</sup> TS in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2003

Saattermin	Frucht	Winterraps	Sommerraps Weidetyt	Sommerraps Schnitttyp	Herbststrübe	$\bar{X}$ Fraktion	$\bar{X}$ Saattermin
	Fraktion						
Früher Saattermin	grünes Blatt	11,55	10,90	10,35	10,19	10,75	10,53
	Stängel oder Rübe	11,48	11,18	9,94	12,18	11,20	
	totes Blatt	10,01	10,38	9,34	8,82	9,64	
Später Saattermin	grünes Blatt	11,00	10,91	10,32	9,87	10,53	10,09
	Stängel oder Rübe	11,03	10,42	9,92	11,12	10,62	
	totes Blatt	9,81	9,27	8,80	8,57	9,11	
	$\bar{X}$ Frucht	10,81	10,51	9,78	10,13	10,31	10,31

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Fraktion = 0,64 (n=3)GD<sub>5%</sub> Fraktion innerhalb der Früchte = 0,78 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 0,40 (n=3)**Anhangtab. 64:** Varianztabelle für die P/E-Quotienten der Fraktionen grünes Blatt, Stängel oder Rübe, und totes Blatt

Jahr		2001 / 2002	2002 / 2003	2003 / 2004
Varianzursache	FG	MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
Block	2	9,49	13,46	4,69
Saattermin	1	99,06	24,47	376,26
Fehler <sub>Saat</sub>	2	6,17	1,66	1,36
Fraktion	2	377,27 **	927,48 **	1039,19 **
S x E	2	28,57 **	2,67	3,60 **
Fehler <sub>Fraktion</sub>	8	1,75	0,92	6,52
Frucht	3	2,46	35,52 **	57,76 **
F x S	3	2,78	17,07 **	5,48
F x Fr	6	1,27	5,07	6,36
F x S x Fr	6	1,41	6,45 *	3,42
Fehler <sub>Frucht</sub>	36	2,41	3,03	3,11
Gesamt	69			

**Anhangtab. 65:** P/E-Quotienten in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt, Dezember 2001

Saattermin	Frucht	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	$\bar{X}$ Fraktion	$\bar{X}$ Saattermin
	Fraktion						
Früher Saattermin	grünes Blatt	23,0	24,7	22,7	25,0	23,8	18,1
	Stängel oder Rübe	14,6	15,5	15,1	14,3	14,9	
	totes Blatt	14,3	15,8	15,9	16,3	15,6	
Später Saattermin	grünes Blatt	24,2	23,6	24,2	23,1	23,8	20,4
	Stängel oder Rübe	17,7	18,7	17,6	17,3	17,8	
	totes Blatt	19,2	20,1	20,6	19,1	19,8	
	$\bar{X}$ Frucht	18,8	19,7	19,3	19,2	19,3	19,3

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Fraktion = 2,59 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Fraktion innerhalb der Früchte = 2,49 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 8,72 (n=3)

**Anhangtab. 66:** P/E-Quotienten in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt im Dezember 2002

Saattermin	Frucht	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	$\bar{X}$ Fraktion	$\bar{X}$ Saattermin
	Fraktion						
Früher Saattermin	grünes Blatt	18,5	18,4	18,8	24,2	20,0	12,2
	Stängel oder Rübe	8,3	7,4	7,6	9,3	8,1	
	totes Blatt	5,9	6,4	8,2	13,9	8,6	
Später Saattermin	grünes Blatt	17,9	18,2	20,5	17,1	18,4	11,1
	Stängel oder Rübe	7,5	7,9	7,1	8,8	7,8	
	totes Blatt	6,3	6,6	7,0	8,8	7,2	
	$\bar{X}$ Frucht	10,7	10,8	11,5	13,7	11,7	11,7

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Fraktion = 2,88 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Fraktion innerhalb der Früchte = 1,81 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 4,53 (n=3)

**Anhangtab. 67:** P/E-Quotienten in den Fraktionen Stängel, grünes Blatt und totes Blatt im Dezember 2003

Saattermin	Frucht	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe	$\bar{X}$ Fraktion	$\bar{X}$ Saattermin
	Fraktion						
Früher Saattermin	grünes Blatt	19,5	23,8	23,6	25,0	23,0	15,5
	Stängel oder Rübe	11,4	12,1	14,7	13,2	12,8	
	totes Blatt	6,9	9,4	12,4	14,0	10,7	
Später Saattermin	grünes Blatt	27,4	27,3	29,2	28,3	28,1	20,3
	Stängel oder Rübe	17,9	18,3	19,1	17,9	18,3	
	totes Blatt	11,8	13,8	14,3	18,5	14,6	
	$\bar{X}$ Frucht	15,8	17,5	18,9	19,5	17,9	

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Fraktion = 2,92 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Fraktion innerhalb der Früchte = 4,82 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 4,09 (n=3)

**Anhangtab. 68:** Varianztabelle für den Vergleich ganzer und gehäckselter Pflanzen bezogen auf den Glucosinolat-Gehalt

Varianzursache	FG	MQ/F-Test
<b>Block</b>	2	25,02
<b>Saattermin</b>	1	14,02
<b>Fraktion</b>	1	165,87**
<b>Erntetechnik</b>	1	0,37
<b>S x Fr</b>	1	92,59*
<b>Fr x Et</b>	1	0,03
<b>S x Et</b>	1	0,39
<b>S x Fr x Et</b>	1	1,14
Rest	2	19,639
<b>Total</b>	24	

**Anhangtab. 69:** Glucosinolat-Gehalt in  $\bullet$  mol  $g^{-1}$  TS in Abhängigkeit von der Erntetechnik

Frucht / Fraktion	Saattermin	Block	ganze Pflanze	Mittel	gehäckselte Pflanze	Mittel
Herbstrübe, Blatt	früher Saattermin	1	20,9	<b>22,1</b>	23,7	<b>20,8</b>
		2	19,0		17,9	
		3	26,4		28,9	
	später Saattermin	1	21,7	<b>20,4</b>	19,2	<b>20,1</b>
		2	22,2		21,0	
		3	17,3		18,0	
Herbstrübe, Rübe	früher Saattermin	1	26,1	<b>23,8</b>	24,1	<b>23,5</b>
		2	24,8		29,7	
		3	20,4		16,6	
	später Saattermin	1	32,7	<b>29,1</b>	32,7	<b>29,1</b>
		2	24,3		24,3	
		3	30,3		30,3	
GD <sub>5%</sub> Saattermin / Fraktion / Erntetechnik = 7,47						

**Anhangtab. 70:** Varianztabelle für den Gehalt an Alkenyl-Glucosinolaten

Jahr	FG	2001	2002	2003
Varianzursache		MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
Block	2	0,08	2,48	1,35
Saattermin	1	67,50 *	55,74 **	23,23 *
Fehler <sub>Saat</sub>	2	1,30	0,49	0,59
Erntetermin	2	0,84	68,55 **	95,94 **
S x E	2	0,70	5,72	4,65
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	1,58	4,03	2,97
Frucht	4	66,21 **	33,53 **	73,48 **
F x S	4	9,54 **	1,00	5,74 *
F x E	8	24,07 **	7,84 **	12,19 **
F x S x E	8	3,27 **	5,42 **	6,12 **
Fehler <sub>Frucht</sub>	48	0,84	1,74	2,12
Gesamt	90			

**Anhangtab. 71:** Alkenyl-Glucosinolaten (• mol g<sup>-1</sup> TS) der *Brassicaceen* 2001

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ <sub>Ernte</sub>	$\bar{X}$ <sub>Saat</sub>
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		3,66	3,30	4,81	8,06	5,20	5,01	5,02
	Dezember		2,52	1,22	2,99	13,05	5,11	4,98	
	Januar		7,59	5,14	4,75	7,20	0,74	5,09	
später Saattermin	November		2,10	1,97	2,36	4,30	3,90	2,93	3,29
	Dezember		1,56	1,49	1,83	8,17	4,32	3,47	
	Januar		2,93	4,22	3,07	4,54	2,61	3,47	
	$\bar{X}$ <sub>Frucht</sub>		3,39	2,89	3,30	7,55	3,65	4,16	4,16

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 1,52 (n=3)GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 2,37 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 4,00 (n=3)**Anhangtab. 72:** Alkenyl-Glucosinolaten (• mol g<sup>-1</sup> TS) der *Brassicaceen* 2002

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ <sub>Ernte</sub>	$\bar{X}$ <sub>Saat</sub>
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		11,52	11,97	9,99	9,66	8,17	10,26	10,22
	Dezember		10,42	10,53	8,35	8,35	6,39	8,81	
	Januar		13,53	10,53	8,77	15,39	9,72	11,59	
später Saattermin	November		7,93	7,58	6,83	9,79	6,34	7,69	8,65
	Dezember		8,74	7,78	7,46	6,56	7,44	7,60	
	Januar		13,02	11,47	8,82	12,14	7,81	10,65	
	$\bar{X}$ <sub>Frucht</sub>		10,86	9,98	8,37	10,32	7,64	9,43	

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 2,47 (n=3)GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 3,79 (n=3)GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 2,19 (n=3)

**Anhangtab. 73:** Alkenyl-Glucosinolate ( $\bullet$  mol g<sup>-1</sup> TS) der *Brassicaceen* 2003

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ Ernte	$\bar{X}$ Saat
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		6,39	8,98	8,60	11,92	6,78	8,53	7,51
	Dezember		3,62	2,36	4,36	10,49	8,39	5,84	
	Januar		7,99	7,59	5,92	13,07	6,21	8,16	
später Saattermin	November		7,16	7,39	5,82	9,46	11,67	8,30	6,40
	Dezember		2,24	1,95	2,63	6,87	6,51	4,04	
	Januar		5,91	6,95	6,26	10,55	4,60	6,85	
	$\bar{X}$ Frucht		5,55	5,87	5,60	10,39	7,36	6,95	6,95

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 2,41 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 3,25 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 2,69 (n=3)

**Anhangtab. 74:** Varianztabelle für den Gehalt an Indol-Glucosinolaten

Jahr	FG	2001	2002	2003
Varianzursache		MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
<b>Block</b>	2	7,48	3,84	4,90 *
<b>Saattermin</b>	1	29,09	1,63	24,95 **
Fehler <sub>Saat</sub>	2	2,38	0,25	0,19
<b>Erntetermin</b>	2	307,98 **	63,18 **	4,12
<b>S x E</b>	2	0,30	0,12	38,10 *
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	8,30	5,19	5,60
<b>Frucht</b>	4	723,17 **	78,90 **	360,03 **
<b>F x S</b>	4	3,95	2,96	8,22
<b>F x E</b>	8	257,04 **	24,77 **	36,28 **
<b>F x S x E</b>	8	3,23	12,57 **	4,58
Fehler <sub>Frucht</sub>	48	6,89	4,39	5,08
<b>Gesamt</b>	90			

**Anhangtab. 75:** Indol-Glucosinolate ( $\bullet$  mol g<sup>-1</sup> TS) der *Brassicaceen* 2001

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ Ernte	$\bar{X}$ Saat
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		6,87	5,60	5,20	11,89	29,54	11,82	9,07
	Dezember		3,95	2,24	3,28	14,97	25,44	9,98	
	Januar		9,20	6,37	3,83	5,66	1,98	5,41	
später Saattermin	November		5,20	4,43	3,78	10,01	28,95	10,48	7,93
	Dezember		2,89	2,70	2,32	12,55	23,81	8,85	
	Januar		4,55	5,61	3,18	5,08	3,91	4,47	
	$\bar{X}$ Frucht		5,44	4,49	3,60	10,03	18,94	8,50	8,50

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 4,35 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 5,44 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 5,41 (n=3)

**Anhangtab. 76:** Indol-Glucosinolate ( $\bullet$  mol g<sup>-1</sup> TS) der *Brassicaceen* 2002

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ Ernte	$\bar{X}$ Saat
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		7,56	8,12	3,91	6,19	12,60	7,68	8,04
	Dezember		9,34	8,43	4,50	6,54	5,50	6,86	
	Januar		12,12	9,77	6,23	9,77	10,00	9,58	
später Saattermin	November		5,31	6,16	3,62	11,91	12,24	7,85	8,31
	Dezember		8,18	9,38	3,76	4,35	9,74	7,08	
	Januar		13,90	11,74	5,61	9,89	8,83	10,00	
	$\bar{X}$ Frucht		9,40	8,93	4,61	8,11	9,82	8,17	8,17

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 1,77 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 4,30 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 3,47 (n=3)

**Anhangtab. 77:** Indol-Glucosinolate ( $\bullet$  mol g<sup>-1</sup> TS) der *Brassicaceen* 2003

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ Ernte	$\bar{X}$ Saat
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		4,26	2,03	2,54	10,20	16,59	7,12	8,23
	Dezember		4,75	3,14	3,58	15,30	18,41	9,04	
	Januar		8,71	8,70	3,98	10,58	10,68	8,53	
später Saattermin	November		3,97	5,71	3,14	10,95	17,42	8,24	7,16
	Dezember		2,75	2,30	2,24	8,30	12,63	5,64	
	Januar		6,09	7,83	4,97	9,90	9,16	7,59	
	$\bar{X}$ Frucht		5,09	4,95	3,41	10,87	14,15	7,69	7,69

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 3,73 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 4,46 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 1,52 (n=3)

**Anhangtab. 78:** Varianztabelle für den Gehalt an Progoitrin

Jahr	FG	2001	2002	2003
Varianzursache		MQ/F-Test	MQ/F-Test	MQ/F-Test
Block	2	0,09	0,91	0,84
Saattermin	1	32,66*	39,37**	16,34
Fehler <sub>Saat</sub>	2	1,24	0,18	0,93
Erntetermin	2	0,68	30,41**	53,04**
S x E	2	0,24	2,26	2,00
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	0,78	1,71	1,35
Frucht	4	20,64**	15,79**	23,79**
F x S	4	2,56**	0,12	0,90
F x E	8	9,13**	3,40**	4,67**
F x S x E	8	0,97**	2,17**	0,65
Fehler <sub>Frucht</sub>	48	0,24	0,60	0,53
Gesamt	90			

**Anhangtab. 79:** Progoitrin ( $\bullet$  mol g<sup>-1</sup> TS) der früh gesäten *Brassicaceen* 2001

	Frucht Erntetermin	Winterraps	Sommerraps Weidetyp	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ <sub>Ernte</sub>	$\bar{X}$ <sub>Saat</sub>
		früher Saattermin	November	1,99	2,07	2,63	4,42	3,40
	Dezember	1,68	0,96	1,77	7,55	3,20	3,03	
	Januar	4,62	2,90	2,77	4,51	0,67	3,09	
später Saattermin	November	1,14	1,07	1,32	2,14	2,23	1,58	1,81
	Dezember	0,93	0,99	1,09	4,27	2,89	2,03	
	Januar	1,74	2,43	1,85	2,96	0,10	1,82	
	$\bar{X}$ <sub>Frucht</sub>	2,01	1,74	1,91	4,31	2,08	2,41	2,41

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 0,81 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 1,66 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 3,91 (n=3)

**Anhangtab. 80:** Progoitrin ( $\bullet$  mol g<sup>-1</sup> TS) der früh gesäten *Brassicaceen* 2002

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ Ernte	$\bar{X}$ Saat
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		6,67	7,19	5,80	5,01	4,25	5,78	5,87
	Dezember		6,01	6,03	4,80	4,38	3,35	4,91	
	Januar		8,27	6,25	5,12	9,09	5,86	6,91	
später Saattermin	November		4,17	4,04	3,68	4,65	2,67	3,84	4,55
	Dezember		4,99	4,54	4,00	3,10	3,41	4,01	
	Januar		7,22	6,72	4,73	6,62	3,68	5,79	
	$\bar{X}$ Frucht		6,22	5,79	4,69	5,47	3,87	5,21	

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 1,49 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 2,47 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 1,28 (n=3)

**Anhangtab. 81:** Progoitrin ( $\bullet$  mol g<sup>-1</sup> TS) der früh gesäten *Brassicaceen* 2003

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ Ernte	$\bar{X}$ Saat
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		5,16	6,05	5,98	8,82	5,25	6,25	4,52
	Dezember		2,18	1,48	2,40	5,15	5,07	3,26	
	Januar		4,26	4,05	3,07	5,68	3,13	4,04	
später Saattermin	November		4,68	5,16	3,80	2,41	3,10	3,83	3,30
	Dezember		1,57	1,69	1,61	5,07	3,00	2,59	
	Januar		3,18	3,77	3,25	4,87	2,39	3,49	
	$\bar{X}$ Frucht		3,50	3,70	3,35	5,33	3,66	3,91	3,91

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 1,21 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 2,19 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 3,38 (n=3)

**Anhangtab. 82:** Varianztabelle für den Gehalt an Gluconasturtiin

Varianzursache	FG	2001 MQ/F-Test	2002 MQ/F-Test	2003 MQ/F-Test
Block	2	1,78	4,84	1,44
Saattermin	1	7,41	2,18	4,44
Fehler <sub>Saat</sub>	2	3,18	3,03	1,18
Erntetermin	2	94,38**	11,68**	3,72
S x E	2	1,16	2,39	0,09
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	1,40	1,15	1,39
Frucht	4	422,86**	121,78**	249,49**
F x S	4	0,87	3,38	9,96**
F x E	8	124,64**	11,29**	9,19**
F x S x E	8	1,14	4,53	5,53**
Fehler <sub>Frucht</sub>	48	1,83	2,84	1,18
Gesamt	90			

**Anhangtab. 83:** Nasturtiin ( $\bullet$  mol g<sup>-1</sup> TS) der *Brassicaceen* 2001

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ <sub>Ernte</sub>	$\bar{X}$ <sub>Saat</sub>
	Erntetermin								
früher Saattermin	November	2,48	1,88	0,66	2,18	19,25	5,29	3,97	
	Dezember	1,53	0,48	0,74	2,79	16,73	4,45		
	Januar	4,45	2,09	1,09	1,49	1,80	2,18		
später Saattermin	November	1,78	1,30	0,43	1,78	18,72	4,80	3,39	
	Dezember	1,13	0,76	0,17	1,79	17,18	4,21		
	Januar	1,54	1,53	0,76	1,92	0,10	1,17		
	$\bar{X}$ <sub>Frucht</sub>	2,15	1,34	0,64	1,99	12,29	3,68	3,68	

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 2,24 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 2,23 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 6,26 (n=3)

**Anhangtab. 84:** Nasturtiin ( $\bullet$  mol  $g^{-1}$  TS) der *Brassicaceen* 2002

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ Ernte	$\bar{X}$ Saat
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		2,51	2,66	0,26	1,51	9,85	3,36	3,15
	Dezember		3,89	2,63	1,31	1,06	3,41	2,46	
	Januar		4,84	2,81	1,00	1,94	7,64	3,64	
später Saattermin	November		2,48	2,06	0,28	5,93	10,47	4,24	3,47
	Dezember		3,22	2,43	0,10	0,78	7,25	2,75	
	Januar		4,73	2,62	1,12	1,75	6,79	3,40	
	$\bar{X}$ Frucht		3,61	2,53	0,68	2,16	7,57	3,31	3,31

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 2,79 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 2,02 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 6,11 (n=3)

**Anhangtab. 85:** Nasturtiin ( $\bullet$  mol  $g^{-1}$  TS) der *Brassicaceen* 2003

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyt	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ Ernte	$\bar{X}$ Saat
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		0,18	1,10	0,10	3,24	14,28	3,78	3,37
	Dezember		0,17	0,10	0,33	2,00	13,27	3,17	
	Januar		3,10	2,36	0,10	2,98	7,29	3,17	
später Saattermin	November		1,06	2,21	0,06	1,58	8,78	2,74	2,72
	Dezember		0,28	0,73	0,10	3,58	8,30	2,60	
	Januar		1,66	1,30	0,73	3,04	7,38	2,82	
	$\bar{X}$ Frucht		1,08	1,30	0,24	2,74	9,88	3,05	3,05

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 1,80 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 2,23 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 3,82 (n=3)

**Anhangtab. 86:** Varianztabelle für den Gehalt die Alkenyl/Indol-Verhältnisse

Varianzursache	FG	2001 MQ/F-Test	2002 MQ/F-Test	2003 MQ/F-Test
Block	2	0,02	0,09	9,39
Saattermin	1	0,36	1,01*	7,50
Fehler <sub>Saat</sub>	2	0,03	0,03	4,38
Erntetermin	2	1,12**	0,25**	18,60
S x E	2	0,02	0,09	7,13
Fehler <sub>Ernte</sub>	8	0,02	0,08	4,35
Frucht	4	1,02**	2,76**	8,76**
F x S	4	0,07**	0,05	3,95
F x E	8	0,03	0,42**	4,41*
F x S x E	8	0,01	0,18*	3,41
Fehler <sub>Frucht</sub>	48	0,02	0,09	2,19
Gesamt	90			

**Anhangtab. 87:** Alkenyl/Indol-Verhältnisse der *Brassicaceen* 2001

	Frucht		Winterraps	Sommeraps Weidetyp	Sommeraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}$ <sub>Ernte</sub>	$\bar{X}$ <sub>Saat</sub>
	Erntetermin								
früher Saattermin	November	0,5	0,6	0,9	0,7	0,2	0,6	0,7	
	Dezember	0,6	0,5	0,9	0,9	0,2	0,6		
	Januar	0,8	0,8	1,2	1,3	0,4	0,9		
später Saattermin	November	0,4	0,4	0,6	0,4	0,1	0,4	0,6	
	Dezember	0,5	0,6	0,8	0,7	0,2	0,5		
	Januar	0,6	0,8	1,0	0,9	0,7	0,8		
	$\bar{X}$ <sub>Frucht</sub>	0,6	0,6	0,9	0,8	0,3	0,6	0,6	

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 0,23 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 0,29 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 0,50 (n=3)

**Anhangtab. 88:** Alkenyl/Indol-Verhältnisse der *Brassicaceen* 2002

	Frucht		Winterraps	Sommerraps Weidetyt	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}_{\text{Ernte}}$	$\bar{X}_{\text{Saat}}$
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		1,6	1,5	2,6	1,6	0,6	1,6	1,3
	Dezember		1,1	1,4	2,0	0,9	0,5	1,2	
	Januar		1,1	1,1	1,5	1,3	1,2	1,2	
später Saattermin	November		1,7	1,2	1,9	1,6	0,8	1,4	1,3
	Dezember		1,1	0,8	2,0	1,7	1,1	1,3	
	Januar		1,0	1,0	1,6	1,2	0,9	1,1	
	$\bar{X}_{\text{Frucht}}$		1,3	1,2	1,9	1,4	0,9	1,3	1,3

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 0,50 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 0,53 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 0,58 (n=3)

**Anhangtab. 89:** Alkenyl/Indol-Verhältnisse der *Brassicaceen* 2003

	Frucht		Winterraps	Sommerraps Weidetyt	Sommerraps Schnitttyp	Herbstrübe, Blatt	Herbstrübe, Rübe	$\bar{X}_{\text{Ernte}}$	$\bar{X}_{\text{Saat}}$
	Erntetermin								
früher Saattermin	November		1,5	4,4	3,4	1,2	0,4	2,2	1,3
	Dezember		0,8	0,8	1,2	0,7	0,5	0,8	
	Januar		0,9	0,9	1,5	1,2	0,6	1,0	
später Saattermin	November		1,8	1,3	1,9	0,9	0,7	1,3	1,0
	Dezember		0,8	0,8	1,2	0,8	0,5	0,8	
	Januar		1,0	0,9	1,3	1,1	0,5	0,9	
	$\bar{X}_{\text{Frucht}}$		1,1	1,5	1,7	1,0	0,5	1,2	1,2

GD<sub>5%</sub> Früchte innerhalb der Erntetermine = 2,45 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Erntetermine innerhalb der Früchte = 3,93 (n=3)

GD<sub>5%</sub> Saattermine innerhalb der Früchte = 7,45 (n=3)

**Anhangtab. 90:** Korrelation (= r) zwischen Merkmalen des Ertrages, der Futterqualität und der N-Entzüge (n = 126) aller Erntetermine

		ME	DOM	XP	PE-Quotient	Ergosterol	N-Entzüge
Ertrag	2001	0,29**	0,26**	-0,53**	-0,61**	-0,36**	<b>0,96**</b>
	2002	0,25**	0,26**	-0,41**	-0,49**	-0,52**	<b>0,83**</b>
	2003	-0,004	-0,06	-0,70**	-0,66**	-0,38**	<b>0,91**</b>
ME	2001		0,98**	0,07	-0,47**	-0,28**	0,36**
	2002		0,995**	0,03	-0,42**	-0,41**	0,34**
	2003		0,97**	0,04	-0,35**	-0,16	0,06
DOM	2001			0,14	-0,39**	-0,23**	0,36**
	2002			0,07	-0,37**	-0,40**	0,38**
	2003			0,18*	-0,22*	-0,05	0,05
XP	2001				0,82**	0,31**	-0,31**
	2002				0,89**	0,38**	0,13
	2003				0,92**	0,24**	-0,39**
PE-Quotient	2001					0,41**	-0,46**
	2002					0,55**	-0,05
	2003					0,30**	-0,39**
Ergosterol	2001						-0,33**
	2002						-0,39**
	2003						-0,39**

**Anhangtab. 91:** Korrelationen der *Brassicaceen* zwischen Glucosinolatgehalt und anderen qualitätsbestimmenden Merkmalen des ersten und des dritten Erntetermins der Winter 2002 und 2003 (n = 36)

		Ertrag	DOM	XP	P/E-Quotient	ERGO
Glucosinolate	<b>2 &amp; 3</b>	-0,37*	0,62**	-0,40**	-0,58**	<b>0,84**</b>
	<b>4</b>	0,24	0,05	-0,56**	-0,55**	0,31
	<b>5</b>	-0,15	-0,11	-0,06	-0,04	-0,38
Ertrag	<b>2 &amp; 3</b>		-0,44**	-0,34*	-0,18	-0,43**
	<b>4</b>		-0,02	-0,68**	-0,68**	-0,12
	<b>5</b>		0,56**	-0,76**	-0,76**	-0,09
DOM	<b>2 &amp; 3</b>			0,05	-0,31*	0,62**
	<b>4</b>			0,08	-0,14	0,42*
	<b>5</b>			<b>-0,77**</b>	<b>-0,84**</b>	0,38
XP	<b>2 &amp; 3</b>				0,93**	-0,17
	<b>4</b>				0,98**	-0,09
	<b>5</b>				0,99**	0,17
P/E-Quotient	<b>2 &amp; 3</b>					-0,37*
	<b>4</b>					-0,18
	<b>5</b>					0,08

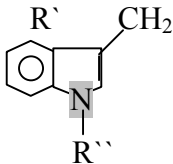
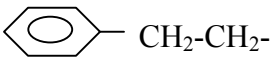
**2 & 3** = Winterraps & Sommerraps "Weidetyp" (n = 48), **4** = Sommerraps "Schnitttyp" (n = 24),  
**5** = Herbstrübe (n = 24)

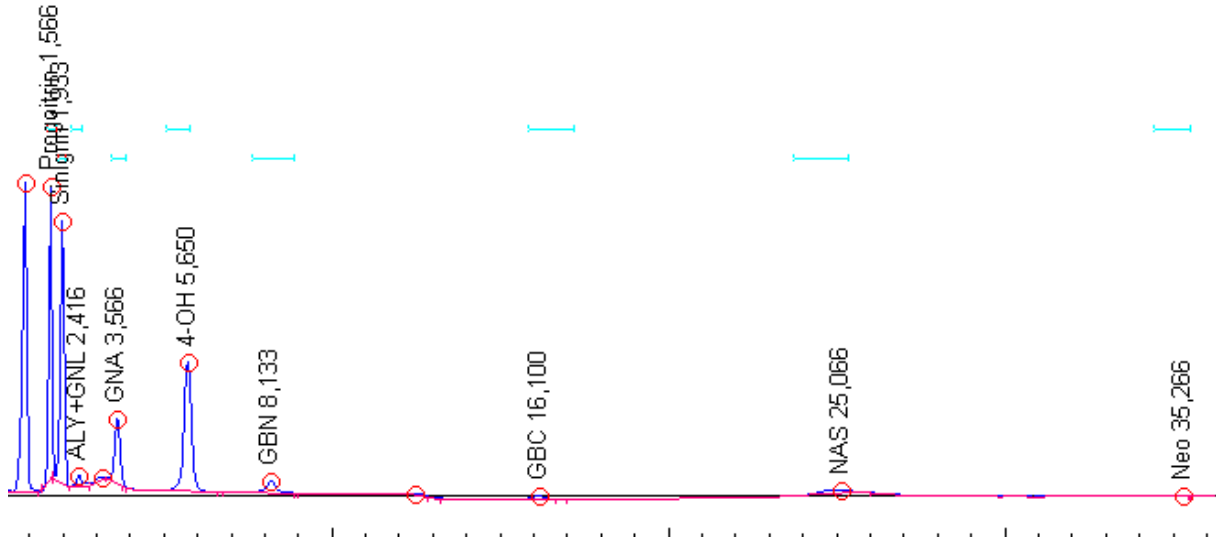
**Anhangtab. 92:** Korrelationen der *Poaceen* zwischen TS-Ertrag und qualitätsbestimmenden Merkmalen des ersten und dritten Erntetermins der Versuchsjahre

	DOM	XP	P/E-Quotient	Ergosterol	N-Entzüge
Ertrag	<b>6 &amp; 7</b>	-0,80**	-0,82**	-0,32	0,76**
	<b>1</b>	-0,30	-0,53*	<b>-0,90**</b>	0,75**
DOM	<b>6 &amp; 7</b>	-0,27	-0,58**	-0,54**	0,29
	<b>1</b>	0,14	-0,09	-0,50*	0,52*
XP	<b>6 &amp; 7</b>	0,94**	0,94**	0,25	-0,26
	<b>1</b>	0,91**	0,91**	0,46	0,34
P/E-Quotient	<b>6 &amp; 7</b>			0,39**	-0,35*
	<b>1</b>			0,63**	0,04
Ergosterol	<b>6 &amp; 7</b>				-0,17
	<b>1</b>				-0,62**

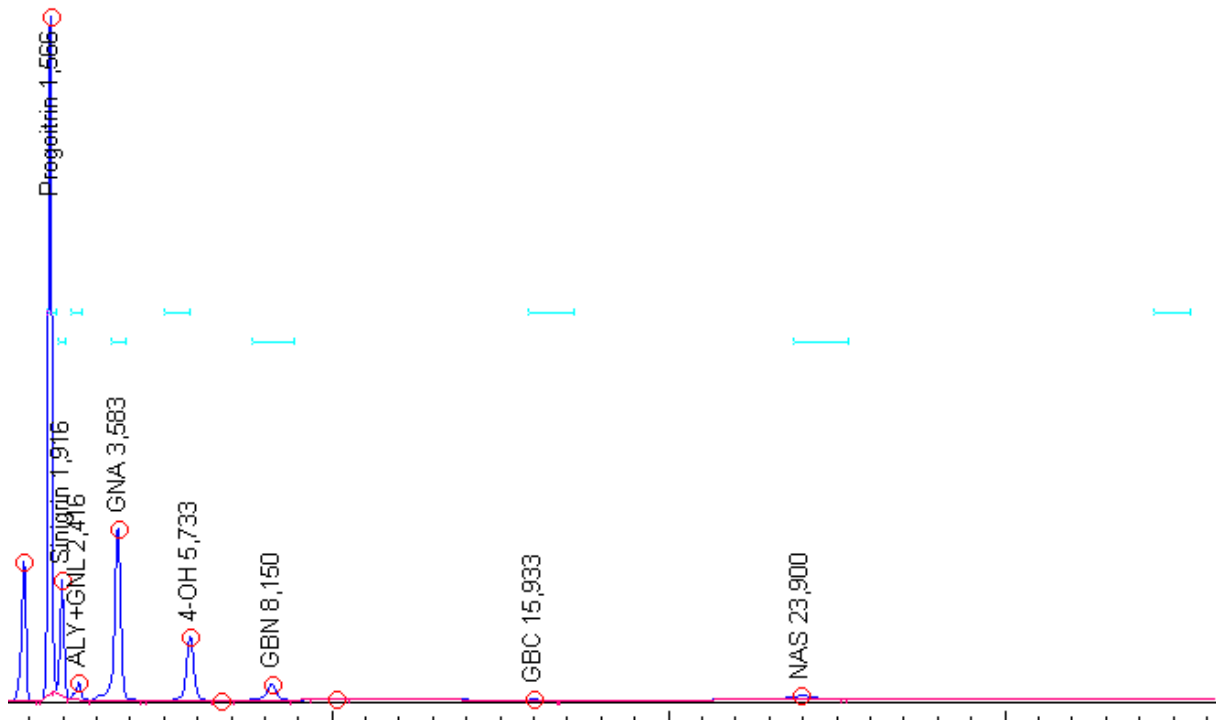
**1** = Ausfallgetreide-Simulation (n = 18), **6 & 7** = Weidelgräser (n = 36)

**Anhangtab. 93:** Glucosinolate in Raps (im Auszug nach ANONYMUS 2001)

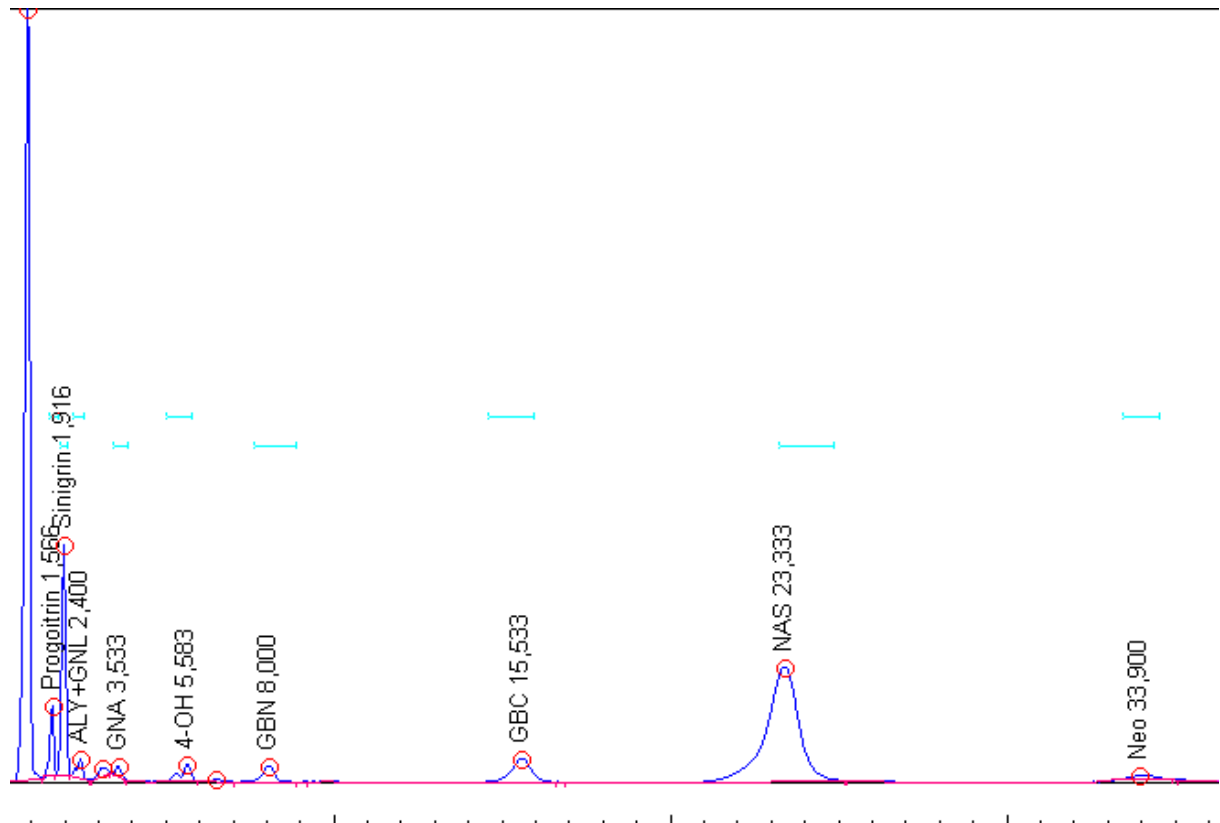
Trivialname und Abkürzung	Semisystematischer Name	Rest
<b>Alkenyl-Glucosinolate</b>		
Gluconapin (GNA)	Butyl-3-enyl-Glucosinolat	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -
Glucobrassicinapin (GBN)	Pent-4-enyl- Glucosinolat	CH <sub>2</sub> =CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -
<b>Progoitrin (PRO)</b>	<b>2-Hydroxybut-3-enyl-Glucosinolat</b>	<b>CH<sub>2</sub>=CH<sub>2</sub>-CH(OH)-CH<sub>2</sub>-</b>
Gluconapoleiferin (GNL)	2-Hydroxypent-4-enyl-Glucosinolat	CH <sub>2</sub> =CH-CH <sub>2</sub> -CH(OH)-CH <sub>2</sub> -
Glucoalyssin	5-Methylsulfinylpentyl-Glucosinolat	CH <sub>3</sub> -SO-CH <sub>2</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -
<b>Indol-Glucosinolate</b>		
Glucobrassicin (GBC)	Indol-3-ylmethyl-Glucosinolat	
4-Hydroxy-Glucobrassicin (4-OH)	4-OH-Indol-ylmethyl-Glucosinolat	R' = OH; R'' = H
Neoglucobrassicin (NEO)	N-MeOH-Indol-3-ylmethyl-Glucosinolat	R' = H; R'' = OCH <sub>3</sub>
Gluconasturtiin (NAS)	Phenylethyl- Glucosinolat	



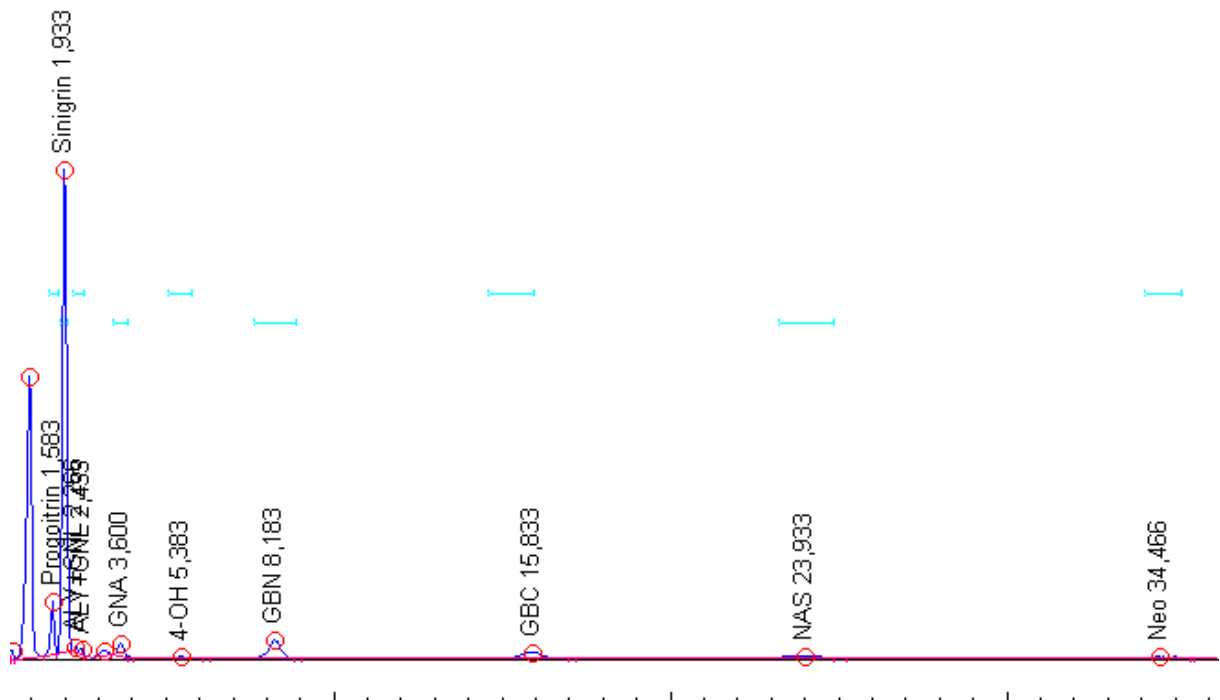
Anhangabb. 1: Chromatogramm des Standards BCR 190-R



Anhangabb. 2: Chromatogramm des BCR-Standards 367-R



**Anhangabb. 3:** Chromatogramm des Rübenkörpers



**Anhangabb. 4:** Chromatogramm des Sommerrapses

## Lebenslauf

- Name: Silke Echternacht
- Geburtstag: 05. Mai. 1971 in Giessen
- 1977-1981 Besuch der Grundschule (Barlt / Dittmarschen, Marne / Dittmarschen, Haiger / Hessen)
- 1981-1987 Johann Textor Gesamtschule Haiger, Gymnasialzweig, Abschluss: Mittlere Reife
- 1987-1991 Wilhelm von Oranien Gymnasiums in Dillenburg, Abschluss: Abitur
- 1991-1992 Einjähriges Auslandspraktikum auf einem landwirtschaftlichen Betrieb in Payrac / Südwest-Frankreich
- 1992-2000 Studium der Agrarwissenschaften an der JLU Giessen  
Fachrichtung: Tierproduktion  
Abschluss: Diplom
- 1995-1996 Zwei Urlaubssemester zum Zwecke weiterer landwirtschaftlicher Praktika
- 2000-2002 Angestellt in einem medizinischen Labor, Abteilung Hämatologie und Blutgerinnung
- Seit Februar 2002 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Grünlandlehre und Futterbau, unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. h.c. W. Opitz v. Boberfeld
- Anfertigen der vorliegenden Arbeit