

Nährstoffgehalt und Pansen-Abbaubarkeit verschiedener Silomais-Sorten

Nutritive value and rumen degradability of different varieties of forage maize

Leonhard Gruber^{1*}, Georg Terler^{1,2}, Anton Schauer¹ und Franz Kastenhuber³

Zusammenfassung

Da Silomais in Österreich in der Rinderfütterung ein sehr wichtiges Futtermittel ist, wurde am LFZ Raumberg-Gumpenstein ein Versuch zur ruminalen Abbaubarkeit von Silomais durchgeführt. Ziel dieses Projekts war, den Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die Zusammensetzung und den ruminalen Trockenmasse-Abbau von Restpflanze, Kolben und Gesamtpflanze festzustellen. Dazu wurden neun Sorten drei Jahre hindurch angebaut und zu drei verschiedenen Erntezeitpunkten geerntet. Danach wurden Restpflanze und Kolben getrennt siliert und anschließend die Analyse der Weender-Rohnnährstoffe und Van Soest-Gerüstsubstanzen durchgeführt. Der ruminale Trockenmasse-Abbau wurde mittels *in situ*-Untersuchungen an vier pansenfistulierten Rindern ermittelt.

Alle drei Faktoren hatten einen signifikanten Einfluss auf den Kolbenanteil sowie den Trockenmasse-Gehalt von Restpflanze, Kolben und Gesamtpflanze. Bei der Restpflanze war ein signifikanter Einfluss des Jahres auf alle Weender Rohnnährstoffe sowie der Sorte auf XL und ADL und des Erntezeitpunktes auf XL, XP und ADL festzustellen. Bei Kolben und Gesamtpflanze beeinflussten das Jahr und der Erntezeitpunkt fast alle Nährstoffe und Faserbestandteile signifikant, während die Sorte nur auf den XP- und XL-Gehalt des Kolbens sowie die Weender-Rohnnährstoffe und den ADF-Gehalt der Gesamtpflanze einwirkte. Bei der Restpflanze beeinflussten alle drei Versuchsfaktoren die potentielle und effektive Trockenmasse-Abbaubarkeit signifikant. Beim Kolben wurde ein signifikanter Einfluss der Sorte und des Erntezeitpunktes auf die potentielle Abbaubarkeit festgestellt, jedoch nicht des Jahres. Auf die effektive Abbaubarkeit hatten Erntezeitpunkt und Jahr in jedem Fall einen signifikanten Einfluss. Für die Sorte wurde das nur bei geringen Passageraten (2 % je h) festgestellt. Bei der Gesamtpflanze übten alle drei Versuchsfaktoren einen signifikanten Einfluss auf die effektive Abbaubarkeit aus, während die potentielle Abbaubarkeit nur von der Sorte abhängig war.

Schlagwörter: ruminale Abbaubarkeit, Restpflanze, Kolben, Sorte, Erntezeitpunkt

Summary

Due to the significance of forage maize in Austrian cattle feeding systems, an experiment was carried at AREC Raumberg-Gumpenstein (Styria, Austria), testing the rumen degradability of corn silage. The aim of the project was to evaluate the influence of variety, stage of maturity and year on composition and rumen dry matter degradability of stover, cob and whole plant. For this reason nine different varieties of maize were planted for three years and harvested at three different stages of maturity. After harvest stover and cob were ensiled separately and proximate as well as detergent analysis were carried out. Rumen dry matter degradability was determined by the *in situ* method using four steers.

All factors had a significant impact on the proportion of cob in the whole plant and on the content of dry matter in stover, cob and whole plant. The factor year had a significant effect on the content of all proximate fractions in the stover, while variety only influenced the content of XL and ADL and the maturity stage affected the content of XL, XP and ADL in this plant fraction. Year and maturity stage had a significant impact on most proximate fractions and fibre components in the cob and in the whole plant. Variety only influenced the content of XP and XL in the cob as well as the proximate fractions and the content of ADF in the whole plant. Variety, maturity stage and year had a significant impact on the potential and effective degradability of the stover. Variety and maturity stage also had a significant influence on the rumen degradability of the cob, while factor year showed no significant impact. The effective degradability of the cob was influenced by maturity stage and year, regardless which passage rate was used. The variety only had an impact on effective degradability, if the passage rate was low (2 % per h). All factors showed a significant influence on effective degradability of the whole plant, while the potential degradability only was influenced by variety.

Keywords: rumen degradability, stover, cob, variety, maturity stage

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung, A-8952 Irdning

² Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, A-1180 Wien

³ Landwirt und Versuchsbetrieb für die AGES, Bachloh 19, A-4654 Bad Wimsbach

* Ansprechpartner: Univ.-Doz. Dr. Leonhard Gruber, email: leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at

1. Einleitung und Literaturübersicht

Bei der Maispflanze handelt es sich um eine spezielle Pflanzenart, die sich aus dem energiereichen, hochverdaulichen Maiskolben und der rohfaserreichen, schwer verdaulichen Restpflanze zusammensetzt (GRUBER et al. 1983, HEIN und GRUBER 2003). Der Futterwert von Silomais wird daher sehr stark von den Anteilen der Restpflanze und des Kolbens an der Gesamtpflanze sowie von deren chemischer Zusammensetzung und Verdaulichkeit bestimmt (PARYS et al. 2000, ETTLE und SCHWARZ 2003). Neben anderen Faktoren können Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr den Kolbenanteil, den Nährstoffgehalt und die Verdaulichkeit von Silomais beeinflussen. Deshalb wurde vom LFZ Raumberg-Gumpenstein ein Versuch zur Ermittlung des Nährstoffgehalts und der ruminalen Abbaubarkeit von Restpflanze, Kolben und Gesamtpflanze neun verschiedener Silomais-Sorten unterschiedlicher Reifezahl durchgeführt. Um auch Aussagen über die Bedeutung des Erntezeitpunktes und des Jahres für den Futterwert von Silomais zu erhalten, wurde der Versuch über drei Jahre hinweg angelegt und die verschiedenen Sorten jeweils zu drei verschiedenen Erntezeitpunkten geerntet.

Die unterschiedliche Nährstoff-Zusammensetzung von Restpflanze, Kolben und Gesamtpflanze kommt in *Tabelle 1* zum Ausdruck (INRA 1989, DLG 1997, NRC 2001). Beim Vergleich von Restpflanze und Kolben fällt auf, dass der Kolben reicher an hochverdaulichen Nährstoffen (Rohprotein (XP), Rohfett (XL) und Stickstoff-freien Extraktstoffen (XX)) ist, während die Restpflanze höhere Gehalte an Rohfaser (XF), Säure-Detergenzien-Faser (ADF) und Rohasche (XA) aufweist. Je nach Sorte und Reifestadium ergeben sich für die Gesamtpflanze Werte, die eher jenen der Restpflanze oder jenen des Kolbens entsprechen, wobei dem Kolbenanteil die entscheidende Bedeutung zukommt (GROSS 1970a). Der Kolbenanteil ist ein Unterscheidungsmerkmal für Sorten und nimmt mit fortschreitender Reife deutlich zu (GRUBER et al. 1983, PEX et al. 1996, GRUBER und HEIN 2006, METWALLY und SCHWARZ 2010). Das führt dazu, dass die Gehalte an Trockenmasse (TM) und XX in der Gesamtpflanze mit zunehmendem Alter deutlich ansteigen, während der XF- und XA-Gehalt sinkt (GRUBER et al. 1983, PEX et al. 1996). Bei hohen TM-Gehalten von Ganzpflanzen-Silagen (über 35 %) kann der XF-Gehalt

jedoch wieder zunehmen, was negative Auswirkungen auf den Futterwert hat (HERTER et al. 1996).

Der mit fortschreitender Reife zunehmende Kolbenanteil ist vor allem auf die Stärkeeinlagerung in den Kolben zurückzuführen. Von Beginn der Milchreife bis zur Druschreife verdoppelt sich der Stärkegehalt im Kolben innerhalb weniger Wochen von etwa 23 auf 48 %, was mit einem starken Anstieg des TM-Gehalts von etwa 22 auf 53 % einhergeht (GRUBER et al. 1983). Gleichzeitig steigt in der Restpflanze der Gehalt an Rohfaser bzw. Gerüstsubstanzen an, da zunehmend Hemizellulose, Zellulose und Lignin gebildet werden (THOMET et al. 1986, HEIN und GRUBER 2003). Ziel bei Ernte von Silomais sollte daher sein, möglichst zu jenem Erntezeitpunkt zu ernten, bei welchem der Stärkegehalt im Kolben möglichst hoch ist, während der Anteil der XF in der Restpflanze noch niedrig bzw. gut verdaulich ist. TM-Gehalte des Kolbens über 45 % und der Gesamtpflanze zwischen 30 und 35 % werden aus diesem Grund von verschiedenen Autoren als optimal betrachtet (GRUBER et al. 1983, DACCORD et al. 1995, PEX et al. 1996, BAL et al. 1997).

Anhand des Nährstoffgehalts allein kann der Futterwert von Silomais nicht ausreichend beschrieben werden, da auch die Bindung der Nährstoffe in der Pflanze und daraus folgend die Verdaulichkeit eine entscheidende Rolle spielen. Dabei ist vor allem die Verdaulichkeit der Restpflanze interessant, da in verschiedenen Versuchen je nach Sorte sehr unterschiedliche Fasergehalte und Verdaulichkeiten festgestellt wurden (BAL et al. 2000a, BAL et al. 2000b, SCHLAGHECK 2001). Aber auch in der Kolben-Verdaulichkeit können Unterschiede zwischen den Sorten auftreten (HEPTING 1988a, THOMET et al. 1986). VERBIČ et al. (1995) stellten darüber hinaus fest, dass auch die ruminale Abbaubarkeit je nach Sorte stark variieren kann, wobei vor allem die Unterschiede in der Stängel-Abbaubarkeit sehr groß waren. Aber auch die Abbaubarkeit von Blättern, Körnern und Spindeln wurde in diesem Versuch signifikant von der Sorte beeinflusst. GRUBER et al. (2006) stellten jedoch keine Unterschiede in der ruminalen Abbaubarkeit der Gesamtpflanze zwischen den Sorten fest. Allerdings war in diesem Versuch zu sehen, dass spätreife Sorten im Vergleich zu frühreifen einen höheren Anteil der sofort löslichen Fraktion und einen niedrigeren Anteil der potentiell abbaubaren Fraktion

aufweisen. Auch andere Versuche stellten für die Abbaubarkeit der Gesamtpflanze fest, dass je nach Sorte eine höhere Abbaubarkeit der Restpflanze zu einer geringeren Abbaubarkeit des Kolbens führen kann und umgekehrt (BAL et al. 2000a, KURTZ et al. 2004).

Mit zunehmendem Reifestadium der Restpflanze nimmt die Verdaulichkeit der TM sowie der Rohnährstoffe (XP, XX, XL, XF) ab (GROSS 1980, HEIN et al. 1996). Die Verdaulichkeit der Nährstoffe im Kolben ist bedeutend höher als in der Restpflanze (GROSS und PESCHKE 1980). Während beim Kolben, wie bei der Restpflanze, die Verdaulichkeit von XP und XF

Tabelle 1: Durchschnittliche Nährstoffgehalte von silierten Restpflanzen, Kolben und Gesamtpflanzen (TM in g/kg FM und XP ... NFC in g/kg TM)

	Restpflanze		Kolben		Gesamtpflanze		
	DLG (1997)	INRA (1989)	DLG (1997)	INRA (1989)*	DLG (1997)	INRA (1989)	NRC (2001)
TM	350	310	600	530	170 – 380	240 – 350	235 – 442
XP	69	66	95	83	80 – 101	77 – 105	85 – 97
XL	15		40		32 – 36		25 – 32
XF	307	337	89	90	177 – 277	165 – 226	
XX	477		753		508 – 666		
OM	868	907	977	981	918 – 957	929 – 953	952 – 960
XA	132	93	23	19	43 – 82	47 – 71	40 – 48
NDF							445 – 541
ADF		368		111		189 – 253	275 – 341
ADL							26 – 35
NFC							289 – 398

* Werte für Lieschkolben-Silagen

mit fortschreitender Reife zurückgeht, nimmt jene von XX und organischer Masse (OM) deutlich zu (GROSS 1980, GRUBER et al. 1983). In der Gesamtpflanze nimmt mit zunehmendem Alter die Verdaulichkeit von XP und XF ebenfalls ab (GROSS 1970b, DI MARCO et al. 2002, ETTLE und SCHWARZ 2003). Zur Entwicklung der Verdaulichkeit von XX finden sich in der Literatur jedoch unterschiedliche Aussagen. Während GROSS (1970a) sowie ETTLE und SCHWARZ (2003) eine Zunahme der XX-Verdaulichkeit mit zunehmender Reife beobachteten, nahm sie bei ANDRAE et al. (2001) und JENSEN et al. (2005) ab.

Auch die ruminale Abbaubarkeit der Restpflanze geht mit fortschreitendem Reifestadium zurück (FLACHOWSKY et al. 1993, AKBAR et al. 2002). Diese Autoren stellten weiters eine weitgehend gleich bleibende Abbaubarkeit des Kolbens fest, während ETTLE et al. (2001) eine abnehmende Abbaubarkeit siliierter Maiskörner beobachteten. Die ruminale Abbaubarkeit von TM, XP, XF und Stärke geht mit zunehmendem Alter der Gesamtpflanze zurück (BAL et al. 2000a, ANDRAE et al. 2001, JOHNSON et al. 2003). Das ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die im Pansen sofort lösliche Fraktion mit zunehmendem Vegetationsstadium abnimmt und die potentiell abbaubare Fraktion zunimmt (GRUBER et al. 2006).

Das Jahr hat einen signifikanten Einfluss auf die Verdaulichkeit von Restpflanze und Kolben (THOMET et al. 1986, HEPTING 1988a, JOHNSON et al. 2003). Dabei spielt vor allem die Witterung eine Rolle, da sie das Abreifeverhalten von Restpflanze und Kolben beeinflusst. Sowohl kühle (zu langsame Kolben-Reifung) als auch sehr warme und trockene Witterung (zu rasche Abreife der Restpflanze) können negative Auswirkungen auf die Verdaulichkeit der Maisgesamtpflanze haben (THOMET et al. 1986, JOHNSON et al. 2003).

2. Tiere, Material und Methodik

Der Anbau der neun verschiedenen Maissorten erfolgte auf einem homogenen Feld in Bad-Wimsbach-Neydhardt, in der Nähe von Wels in Oberösterreich. Der Versuch erstreckte sich über drei Jahre (2007, 2008 und 2010). Als drittes Versuchsjahr war ursprünglich 2009 geplant, allerdings zerstörte in diesem Jahr ein Hagelunwetter die Ernte. Die Ernte erfolgte jeweils zu drei verschiedenen Erntezeitpunkten, wobei von jeder Sorte zu jedem Erntezeitpunkt 30 Pflanzen geerntet wurden. Restpflanze (Stängel, Blätter und Lieschblätter) und Kolben (Körner und Spindel) wurden anschließend getrennt voneinander gehäckselt und weiterverarbeitet. Um die Abbaubarkeit der Gesamtpflanze zu ermitteln, wurden die jeweiligen Werte von Restpflanze und Kolben mit dem Kolben- bzw. Restpflanzenanteil gewichtet und daraus die Daten für die Gesamtpflanze berechnet.

2.1 Sortenwahl und Erntezeitpunkte

Für diesen Versuch wurden neun verschiedene Silomais-Sorten unterschiedlicher Reifezahl (RZ), nach Beratung mit namhaften Silomais-Experten der AGES und der Landwirtschaftskammern, ausgewählt. Davon gehören jeweils drei Sorten der Reifegruppe I (früh bis mittelfrüh reifend, RZ 230 – 260), der Reifegruppe II (mittelfrüh bis mittelspät reifend, RZ 260 – 320) und der Reifegruppe III (mittelspät bis sehr spät reifend, RZ > 320) an. Deutliche Unterschei-

dungsmerkmale zwischen den Reifegruppen, welche auch für die ruminale Abbaubarkeit interessant sind, sind die Jugendentwicklung und die Blattabreife. Die Sorten der Reifegruppe I weisen meist eine raschere Jugendentwicklung und Blattabreife auf als jene der Reifegruppe II, was auch für die Sorten der Reifegruppe II gegenüber jenen der Reifegruppe III gilt (AGES 2012). Einen Überblick über die verwendeten Sorten gibt *Tabelle 2*.

Tabelle 2: Überblick über Reifegruppe und Reifezahl der im Versuch verwendeten Sorten (PIONEER 2012, AGES 2012)

Sorte	Reifegruppe	Reifezahl
NUESTRO	I	230
NK FALKONE	I	250
BEATLE	I/II	260
ROBERTO	II	270
PR39T45	II	280
RONALDINIO	II	290
DK315	III	320
PR39F58	III	320
FRIEDRIX	III	330

Die drei Erntetermine richteten sich jeweils nach dem TM-Gehalt des Kolbens. Während die früheste Ernte (VOR) bei einem TM-Gehalt von 45 – 50 % erfolgte, wurden die mittlere Ernte (HAUPT) bei einem TM-Gehalt von 50 – 55 % und die späteste Ernte (NACH) bei einem TM-Gehalt von 55 – 60 % durchgeführt.

2.2 Ermittlung des Nährstoffgehalts und der ruminale Abbaubarkeit

2.2.1 Probenvorbereitung

Die Maispflanzen wurden geerntet, in Restpflanzen und Kolben getrennt, zerkleinert und in kleinen Plastiksilos siliert. Nach 8 Wochen wurden die Silagen entnommen und ein Teil für die Nährstoff-Analysen (Weender-Nährstoffe, Gerüstsubstanzen) schonend bei 50 – 55 °C getrocknet, während der andere Teil für die *in situ*-Untersuchungen gefriergetrocknet und durch ein 2 mm-Sieb gemahlen wurde, um ein homogenes Probenmaterial zu erhalten. Anschließend wurden rechteckige Nylon-Säckchen (10 × 20 cm) mit einer Porengröße von 50 µm vorbereitet, in die das Probenmaterial eingewogen wurde (ANKOM Technology, Macedon, New York, USA). Die Einwaage-Menge richtete sich nach dem Futtermittel (Restpflanze oder Kolben) und nach der Inkubationsdauer der Säckchen (0 bis 120 Stunden) und erfolgte auf ± 0,05 g genau (*Tabelle 3*).

Für die Ermittlung der ruminale Abbaubarkeit wurden bei der Restpflanze 10 und beim Kolben 9 verschiedene Inkubations-Stufen ausgewählt, wobei jeweils in den ersten 24 Stunden nach der Inkubation die meisten Zeitstufen angelegt wurden. Beim Kolben wurde auf die letzte Zeitstufe (120 Stunden) verzichtet, da zu erwarten war, dass er nach 96 Stunden schon höchstmöglich abgebaut ist. Um jenen Anteil des Futtermittels ermitteln zu können, der bereits unmittelbar nach der Inkubation im Pansen gelöst wird, wurden auch Säckchen vorbereitet, die gleich wie alle anderen behandelt wurden, mit dem Unterschied, dass sie nicht inkubiert wurden, sondern in einer Waschmaschine die Wasserlöslichkeit bestimmt wurde (Zeitstufe 0 Stunden).

Tabelle 3: Inkubationsstufen und Einwaage-Mengen für Restpflanze und Kolben

Zeitstufe	Restpflanze			Kolben		
	Stunden	Einwaage g	Einwaage mg/cm ²	Stunden	Einwaage g	Einwaage mg/cm ²
0	0	5,7	15	0	5,7	15
1	3	5,7	15	3	5,7	15
2	6	5,7	15	6	5,7	15
3	10	5,7	15	10	5,7	15
4	14	5,7	15	14	5,7	15
5	24	5,7	15	24	5,7	15
6	42	5,7	15	48	12	31,6
7	65	5,7	15	72	18	47,4
8	92	6,2	16,3	96	24	63,2
9	120	6,2	16,3			

2.2.2 Inkubation der Proben

Alle Zeitstufen eines Futtermittels wurden in der gleichen Woche (entspricht einer Serie) inkubiert, wobei in einer Serie immer mehrere Futtermittel gleichzeitig getestet wurden. Vor der Inkubation wurden die Säckchen in 38 °C warmem Wasser angewärmt, damit sie die gleiche Temperatur wie der Panseninhalt aufwiesen. Die Inkubation erfolgte über eine Pansenfistel, an dessen Deckel eine ca. 60 cm lange Schnur mit einem Eisenring am Ende befestigt war. An diesem Eisenring waren Karabiner angebracht, in welche die – mit einem Kabelbinder verbundenen – Säckchen einer Serie eingehängt wurden. Danach wurden die Säckchen – durch die Schwimmdecke – in den Pansensee gedrückt, wo sie bis zur Entnahme blieben. Nach der jeweiligen Inkubationsdauer wurden die Säckchen entnommen und anschließend sofort in Eiswasser getaucht, damit die mikrobiellen Abbauvorgänge möglichst schnell zum Stillstand kommen. Danach wurden sie in einer Waschmaschine mit kaltem Wasser für ca. 30 Minuten gewaschen, damit die in den Säckchen noch vorhandenen Mikroben entfernt werden konnten. Bis zur Trocknung wurden die Proben in einem Tiefkühlraum eingefroren.

2.2.3 Nachbehandlung der Proben

Nach dem Auftauen der Säckchen wurden sie einzeln auf einem Gitterrost aufgelegt und anschließend bei 50 – 55 °C für 72 Stunden getrocknet. Nach dieser Trocknung wurden jeweils zwei vorbereitete Säckchen nochmals bei 105 °C für 24 Stunden getrocknet, um den Residuen die Restfeuchtigkeit zu entziehen und somit deren TM-Gehalt feststellen zu können. Auch der TM-Gehalt des eingewogenen Materials wurde durch eine Trocknung bei 105 °C für 24 Stunden bestimmt. Nach der Trocknung wurde das Bruttogewicht (Säckchen + Residue) der inkubierten Proben bestimmt. Durch Abzug des vor der Inkubation bestimmten Säckchen-Gewichts konnte somit das Residuen-Gewicht (die Auswaage) bestimmt und die Abbaubarkeit der TM berechnet werden (TM-Abbaubarkeit (%) = 100 – (Auswaage/Einwaage) × 100).

2.3 Versuchstiere

Als Versuchstiere standen für die Jahre 2007 und 2008 vier Ochsen und für das Jahr 2010 drei Ochsen und eine trockenstehende Kuh der Rassen Braunvieh und Holstein Friesian zur Verfügung. Allen Tieren wurde vor dem Versuch durch eine Operation eine Pansenfistel mit einem

Durchmesser von 10 cm eingesetzt. Die Tiere wurden in einem Tieflaufstall gehalten und viermal täglich um 08:00, 11:00, 14:00 und 18:00 Uhr gefüttert. Die Ration setzte sich zu je 25 % aus Heu, Grassilage, Maissilage und einer Kraftfuttermischung zusammen und entsprach in etwa dem Erhaltungsbedarf der Tiere. Während Grassilage, Maissilage und Kraftfutter den Tieren bei jeder Fütterung vorgelegt wurde, wurde Heu nur um 8:00 und 18:00 Uhr angeboten.

2.4 Statistische Auswertung

Die Aufbereitung der Daten und die Berechnung der Werte für die Gesamtpflanze erfolgte mit dem Computerprogramm Excel, die statistische Auswertung mit dem Programm STATGRAPHICS Centurion XVI. Die Berechnung der Abbauparameter a, b und c erfolgte anhand einer nicht-linearen Regression nach der Formel von ØRSKOV und McDONALD (1979):

$$P = a + b \times (1 - e^{-c \times t})$$

P = ruminaler Abbau nach Zeit t (%)

a = rasch und vollständig lösliche Fraktion des Futtermittels (%); entspricht dem Schnittpunkt der Abbaukurve mit der y Achse zum Zeitpunkt t = 0

b = potentiell abbaubare Fraktion des Futtermittels (%)

c = Abbaurate der Fraktion b (h⁻¹)

t = Inkubationszeit (h)

Die Summe der beiden Fraktionen a und b entspricht der potentiellen Abbaubarkeit (a + b) und gibt an, welcher Anteil des Futtermittels bei unendlich langer Verweildauer im Pansen abgebaut werden könnte. Dem gegenüber steht die effektive Abbaubarkeit, welche die Passagerate des Futtermittels im Pansen berücksichtigt und angibt, welcher Anteil des Futtermittels innerhalb einer bestimmten Zeitspanne abgebaut wird. Die Berechnung der effektiven Abbaubarkeiten bei Passageraten von 2, 5 und 8 % pro h (ED 2, ED 5 und ED 8) erfolgte nach der Formel von McDONALD (1981) modifiziert nach SÜDEKUM (2005):

$$ED = a + (b \times c) / (c + k) \times e^{-(k \times \text{lag})}$$

k = Passagerate

lag = lag-time (Zeit zwischen Inkubation und Beginn des Abbaus im Pansen)

Die lag-Time wird nach der Formel von ØRSKOV und RYLE (1990) berechnet, wobei der Waschmaschinenverlust dem Ergebnis für die Zeitstufe 0 Stunden entspricht:

$$(\text{lag} = 1 / c \times \ln (b / (a + b - \text{Waschmaschinenverlust}))$$

Die Auswertung erfolgte anhand eines linearen Modells (GLM), welches für alle untersuchten Parameter angewendet wurde:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + E_j + J_k + (S \times E)_{ij} + (S \times J)_{ik} + (E \times J)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

- Y_{ijk} = Beobachtungswert der abhängigen Variable
- μ = gemeinsame Konstante aller Y_{ijk}
- S_i = fixer Effekt der Sorte i ($i = 1, 2, 3, \dots, 9$)
- E_j = fixer Effekt des Erntezeitpunktes j ($j = 1, 2, 3$)
- J_k = fixer Effekt des Jahres k ($k = 2007, 2008, 2010$)
- $(S \times E)_{ij}$ = Wechselwirkungseffekt der Sorte i mit dem Erntezeitpunkt j
- $(S \times J)_{ik}$ = Wechselwirkungseffekt der Sorte i mit dem Jahr k
- $(E \times J)_{jk}$ = Wechselwirkungseffekt des Erntezeitpunktes j mit dem Jahr k
- ε_{ijk} = Resteffekt

Weiters wurden auch paarweise Mittelwerts-Vergleiche mit Hilfe des Tukey-Tests erstellt. Dabei wurde mit einem Konfidenzintervall von 95 % gearbeitet, d.h. bei p-Werten von unter 0,05 wurden Unterschiede zwischen den Beobachtungswerten der untersuchten Faktoren als signifikant angenommen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Nachfolgend werden nur die Ergebnisse der Haupteffekte Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr dargestellt. Genauere Informationen zu den dazugehörigen Wechselwirkungen finden sich in der Masterarbeit von TERLER (2013).

3.1 Ergebnisse Restpflanze

3.1.1 Nährstoffgehalt der Restpflanze

Der Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf den Restpflanzenanteil und den Nährstoffgehalt der Restpflanze ist in *Tabelle 4* dargestellt. Alle drei Versuchsfaktoren beeinflussten in der vorliegenden Untersuchung den Restpflanzenanteil und den Gehalt an Trockenmasse (TM) in der Restpflanze signifikant, wobei sich hinsichtlich der Sorte die Reifegruppen nicht wesentlich voneinander unterschieden. Ähnliche Ergebnisse erzielten auch GRUBER und HEIN (2006), wobei jedoch in diesem Versuch das Jahr keine Auswirkung auf den Kolbenanteil (und somit auch Restpflanzenanteil) hatte. Die Unterschiede beim Erntezeitpunkt ergaben sich aufgrund des natürlichen Reifeverlaufs, da mit zunehmender Reife der Restpflanzenanteil abnimmt, während der TM-Gehalt ansteigt. Von den Nährstoffen sind vor allem die Gehalte der Gerüstsubstanzen NDF (Neutral-Detergenzien-Faser), ADF (Säure-Detergenzien-Faser) und ADL (Lignin) sowie der NFC (Nicht-Faser-Kohlenhydrate) von Bedeutung, da sie einen wesentlichen Einfluss auf die ruminale Abbaubarkeit des Futtermittels haben. Im vorliegenden Versuch wurde kein signifikanter Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf den Gehalt

Tabelle 4: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf Restpflanzenanteil, TM-Gehalt und Gehalt an Nährstoffen in der Restpflanze

	Restpflanzenanteil %	TM g/kg FM	XP	XL	XF	XX	OM g/kg TM	XA	NDF	ADF	ADL	NFC
Sorte												
NUESTRO	46,4 abc	194 abc	63	17 b	368	482	929	71	642	408	43 a	207
NK FALKONE	44,2 a	211 c	59	16 ab	379	477	931	69	656	426	52 b	200
BEATLE	49,0 c	186 a	63	16 ab	389	462	930	70	666	434	53 b	185
ROBERTO	48,1 bc	195 abc	57	15 ab	389	466	927	73	669	433	45 ab	186
PR39T45	45,0 ab	208 bc	59	14 a	399	457	930	70	688	442	52 b	169
RONALDINIO	46,6 abc	212 c	59	14 ab	392	467	932	68	671	430	46 ab	188
DK315	46,6 abc	183 a	61	15 ab	384	473	933	67	661	423	46 ab	195
PR39F58	45,8 abc	199 abc	61	14 ab	395	459	929	71	677	436	48 ab	176
FRIEDRIX	47,2 abc	190 ab	62	16 ab	384	468	930	70	656	423	48 ab	197
Ernte(zeitpunkt)												
VOR	48,3 b	180 a	65 b	16 b	386	464	930	70	656	425	48	194
HAUPT	47,2 b	190 b	59 a	15 a	386	469	930	70	666	430	48	189
NACH	44,2 a	223 c	57 a	14 a	388	471	931	69	673	430	48	186
Jahr												
2007	49,4 c	175 a	71 c	15 a	388 b	456 a	931 ab	69 ab	662	429	49	182
2008	43,2 a	211 b	53 a	17 b	373 a	485 b	928 a	72 b	665	420	47	194
2010	47,0 b	207 b	57 b	14 a	398 b	462 a	931 b	69 a	668	436	49	192
Statistische Parameter												
p-Wert Sorte	0,007	<0,001	0,068	0,033	0,145	0,323	0,075	0,075	0,105	0,185	0,003	0,179
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,899	0,451	0,621	0,621	0,104	0,702	0,893	0,601
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,020	0,020	0,763	0,052	0,246	0,285
p-Wert Sorte × Ernte	0,569	0,593	0,124	0,491	0,371	0,612	0,640	0,640	0,264	0,265	0,618	0,438
p-Wert Sorte × Jahr	0,028	0,072	0,014	0,014	0,295	0,667	0,226	0,226	0,144	0,050	0,001	0,270
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,165	0,208	0,126	0,126	0,049	0,053	0,950	0,089
RSD	2,4	13	4	2	22	22	4	4	29	24	5	29
R ²	73,2	86,2	83,0	55,5	25,6	21,5	20,7	20,7	26,0	29,8	41,6	15,0

dieser Nährstoffe festgestellt (Ausnahme: Einfluss der Sorte auf den ADL-Gehalt). Eine vorangegangene Untersuchung von GRUBER und HEIN (2006) ergab jedoch einen signifikanten Einfluss des Vegetationsstadiums auf den NDF- und ADF-Gehalt sowie des Jahres auf alle drei Faserbestandteile. KURTZ (2006) stellte deutliche Unterschiede zwischen den Sorten und den Erntezeitpunkten im Gehalt aller drei Faserbestandteile fest. Bei beiden oben genannten Versuchen nahmen die Gehalte an NDF, ADF und ADL mit zunehmender Vegetationsdauer zu. Unterschiede zwischen den Sorten hinsichtlich des Gehalts der drei Gerüstsubstanzen wurden auch von FERRET et al. (1997) beobachtet.

3.1.2 Ruminale Abbaubarkeit der Restpflanze

Der Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaubarkeit und die Abbauparameter der Restpflanze ist in *Tabelle 5* dargestellt. Die drei Versuchsfaktoren beeinflussten alle ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen und nahezu alle Abbauparameter signifikant. Eine Ausnahme bildete lediglich der Jahreseffekt auf den Anteil der potentiell abbaubaren Fraktion b und die Abbaurate c. Numerisch gesehen schnitten die frühreifen Sorten hinsichtlich der ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen, besonders jedoch im Hinblick auf die effektiven Abbaubarkeiten, etwas besser ab als die Sorten der Reifegruppen II und III. Dieser Umstand war bei der Sorte NUESTRO vor allem auf den hohen Anteil der sofort löslichen Fraktion a und bei der Sorte BEATLE auf die relativ hohe Abbaurate zurückzuführen. Die niedrige Abbaubarkeit der Sorte PR39T45 ergab sich aus der geringen Abbaurate c, während die Sorte PR39F58 den geringsten Anteil der sofort löslichen Fraktion a und die längste lag-time aufwies. VERBIČ et al. (1995) stellten in ihren Untersuchungen ebenfalls einen signifikanten Einfluss der Sorte auf die potentielle und effektive Abbaubarkeit fest und machten dafür vor allem Unterschiede im Anteil der sofort löslichen Fraktion a dafür verantwortlich. Dagegen beobachtete ZELLER (2009) lediglich Auswirkungen der

Sorte auf die Abbauparameter a, b und c, nicht aber auf die effektive Abbaubarkeit. AKBAR et al. (2002) kamen zum Ergebnis, dass auch die potentielle Abbaubarkeit nicht von der Sorte beeinflusst wird, da in ihren Untersuchungen je nach Sorte geringere Anteile der sofort löslichen Fraktion a durch höhere Anteile der Fraktion b ausgeglichen wurden und umgekehrt und alle Sorten ähnliche Abbauraten besaßen.

Beim Vergleich der Erntezeitpunkte wurde festgestellt, dass der mittlere Erntezeitpunkt, aufgrund der relativ hohen Abbaurate, die höchste effektive Abbaubarkeit erreichte. Hinsichtlich der potentiellen Abbaubarkeit scheint jedoch eine möglichst frühe Ernte am günstigsten zu sein. Eine eher späte Ernte sollte jedoch in jedem Fall verhindert werden. Auch ZELLER (2009) stellte fest, dass eine späte Ernte zu einer besonders ungünstigen potentiellen und effektiven Abbaubarkeit führte. Gründe dafür waren abnehmende Anteile der sofort löslichen Fraktion a, sinkende Abbauraten, zunehmende Anteile der potentiell abbaubaren Fraktion b und steigende lag-times. Weiters beobachteten auch AKBAR et al. (2002) und FLACHOWSKY et al. (1993) eine Abnahme der potentiellen Abbaubarkeit mit zunehmender Reife. Beim Vergleich der Jahre wies fast bei allen untersuchten Variablen das Jahr 2008 die ungünstigsten Werte auf. Laut THOMET et al. (1986) sind Unterschiede zwischen den Jahren in der Verdaulichkeit der Restpflanze auf unterschiedliche Witterungsverhältnisse zurückzuführen, welche die Entwicklung dieser Pflanzenfraktion beeinflussen können.

Für die ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen wurden fast ausschließlich signifikante Wechselwirkungen festgestellt, hinsichtlich der effektiven Abbaubarkeit war jedoch nur die Wechselwirkung Sorte \times Jahr signifikant. Das bedeutet, dass je nach Anbaujahr (Witterungsbedingungen) unterschiedliche Sorten die höchste effektive Abbaubarkeit erreichten.

Die Ergebnisse der *in situ*-Untersuchungen sind in den *Abbildungen 1 – 4* dargestellt.

Tabelle 5: Ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Inkubationszeiten sowie Abbauparameter der Restpflanze

Sorte	ruminale Abbaubarkeit (%)												Abbauparameter						
	0	3	6	10	14	24	42	65	92	120	a	b	c	lag	(a + b)	ED 2	ED 5	ED 8	
											%	%	h ⁻¹	h	%	%	%	%	
NUESTRO	21,0 c	20,7 c	24,8 e	30,5 c	33,9 c	44,0 d	51,1 de	59,1 f	62,9 e	66,2 e	16,6 b	50,2	0,032 b	3,08 a	66,8 c	45,3 c	33,2 c	27,7 b	
NK FALKONE	20,0 bc	21,2 c	22,9 cde	28,5 bc	32,4 bc	41,7 cd	50,2 cde	57,4 ef	60,7 d	63,8 cde	14,9 ab	49,5	0,031 ab	3,56 a	64,5 bc	42,8 bc	30,8 bc	25,4 ab	
BEATLE	19,8 bc	18,8 b	22,4 bd	28,5 bc	32,4 bc	41,2 cd	49,0 bd	54,9 bed	58,4 bc	61,6 bc	14,8 ab	46,6	0,034 b	3,45 a	61,4 ab	41,9 bc	30,5 bc	25,3 ab	
ROBERTO	20,9 c	19,5 bc	23,0 de	28,4 bc	32,0 bc	41,9 cd	51,6 e	57,0 de	61,0 de	64,1 de	14,8 ab	49,5	0,032 b	4,21 ab	64,3 bc	42,6 bc	30,3 abc	24,8 ab	
PR39T45	17,5 a	16,2 a	18,2 a	22,2 a	25,8 a	34,8 a	42,7 a	49,8 a	54,0 a	57,1 a	12,1 ab	46,9	0,026 a	4,93 ab	59,0 a	35,8 a	24,5 a	19,8 a	
RONALDINIO	20,5 c	18,5 b	20,8 bc	27,3 b	32,2 bc	41,1 c	48,9 bd	56,7 cde	59,7 cd	63,6 cd	13,6 ab	50,1	0,032 b	4,72 ab	63,7 bc	41,3 bc	28,9 abc	23,3 ab	
DK315	21,2 c	19,7 bc	21,8 bd	26,9 b	31,2 b	39,1 bc	48,6 bd	55,1 bed	59,1 bed	62,3 cd	15,3 ab	48,5	0,028 ab	4,60 ab	63,8 bc	40,9 abc	29,0 abc	24,0 ab	
PR39F58	18,3 a	16,1 a	17,9 a	23,0 a	27,8 a	37,9 b	47,7 b	53,0 b	57,2 b	59,6 ab	10,0 a	50,3	0,032 b	5,54 b	60,3 ab	37,7 ab	25,0 ab	19,4 a	
FRIEDRIX	18,9 ab	18,0 b	20,6 b	26,8 b	30,6 b	39,7 bc	48,1 bc	54,5 bc	58,3 bc	62,0 bed	13,8 ab	49,2	0,030 ab	3,62 a	63,0 abc	40,9 abc	29,0 abc	23,7 ab	
Erntezeitpunkt																			
VOR	20,2 b	19,0 b	21,6 b	27,5 b	31,2 b	40,3 b	49,4 b	56,0 b	59,7 b	63,7 c	14,6 b	49,7 b	0,029 a	4,20	64,3 b	41,6 b	29,4 b	24,2 b	
HAUPT	20,9 c	19,7 b	23,1 c	29,0 c	33,3 c	42,2 c	49,9 b	56,2 b	59,8 b	62,3 b	15,1 b	47,5 a	0,034 b	3,83	62,6 ab	42,6 b	30,9 b	25,5 b	
NACH	18,2 a	17,6 a	19,4 a	24,2 a	28,2 a	37,9 a	46,7 a	53,6 a	57,6 a	60,8 a	12,3 a	49,7 b	0,029 a	4,53	62,0 a	39,0 a	26,8 a	21,5 a	
Jahr																			
2007	20,8 b	19,6 b	22,8 b	28,1 b	32,9 c	41,6 b	50,5 c	56,3 b	61,0 c	63,5 b	15,1 b	49,0	0,031	3,86 a	64,1 b	42,6 b	30,5 b	25,1 b	
2008	18,4 a	17,5 a	19,1 a	24,2 a	28,8 a	39,5 a	46,8 a	53,2 a	57,4 a	60,9 a	11,9 a	49,8	0,031	4,78 b	61,7 a	39,1 a	26,9 a	21,5 a	
2010	20,2 b	19,1 b	22,3 b	28,3 b	31,1 b	39,4 a	48,7 b	56,4 b	58,7 b	62,5 b	14,9 b	48,2	0,030	3,93 a	63,1 ab	41,4 b	29,6 b	24,5 b	
Statistische Parameter																			
p-Wert Sorte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,016	0,034	0,003	0,002	<0,001	<0,001	0,001	0,001	
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,011	0,005	<0,001	0,113	0,017	0,001	0,001	0,002	
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	0,107	0,159	0,014	0,018	0,002	0,003	0,004	
p-Wert Sorte × Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,496	0,205	0,085	0,868	0,415	0,338	0,384	0,430	
p-Wert Sorte × Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,163	0,739	0,059	0,309	0,253	0,021	0,029	0,042	
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	0,172	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,304	0,002	<0,001	0,001	0,456	0,416	0,817	0,915	
RSD	2,0	2,2	2,9	3,1	3,2	3,7	3,1	2,8	2,7	3,2	3,4	2,7	0,004	1,19	2,9	3,3	3,7	3,9	
R²	68,5	69,1	64,4	69,9	67,5	56,8	61,1	65,1	62,8	53,1	35,8	36,0	61,6	41,0	43,6	54,2	48,8	44,8	

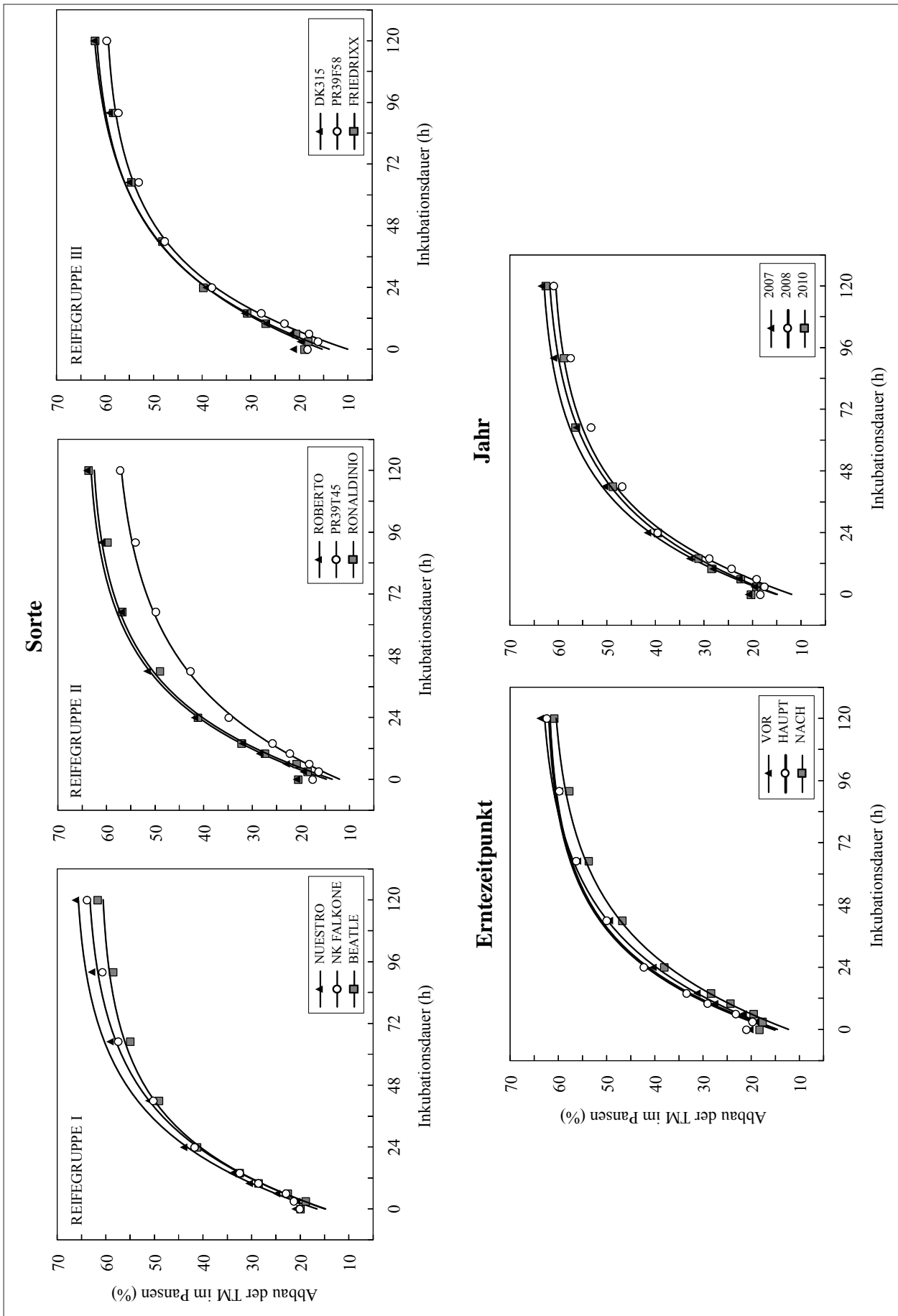


Abbildung 1: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaukinetik der Restpflanze

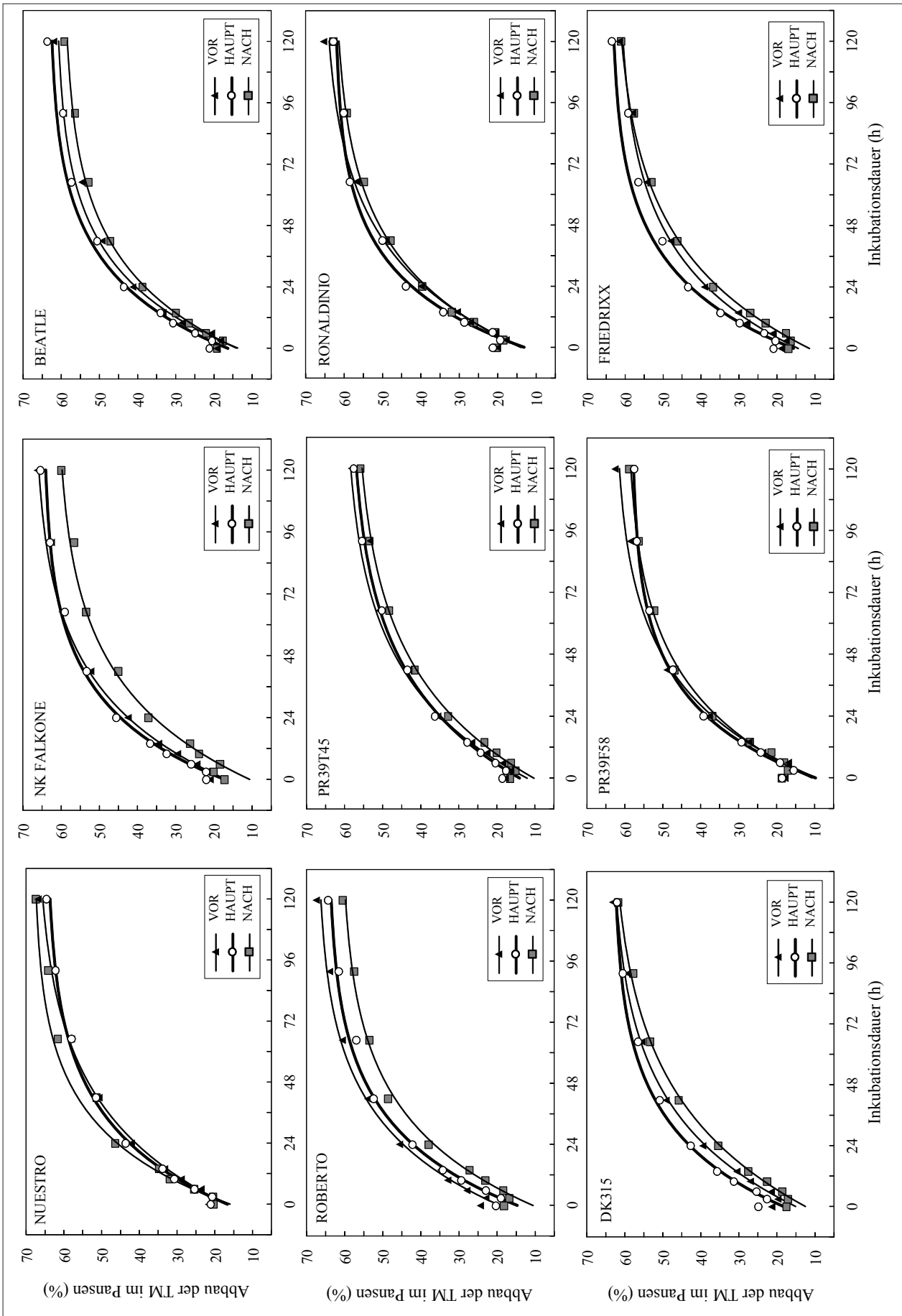


Abbildung 2: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die ruminale Abbaukinetik der Restpflanze verschiedener Silomais-Sorten

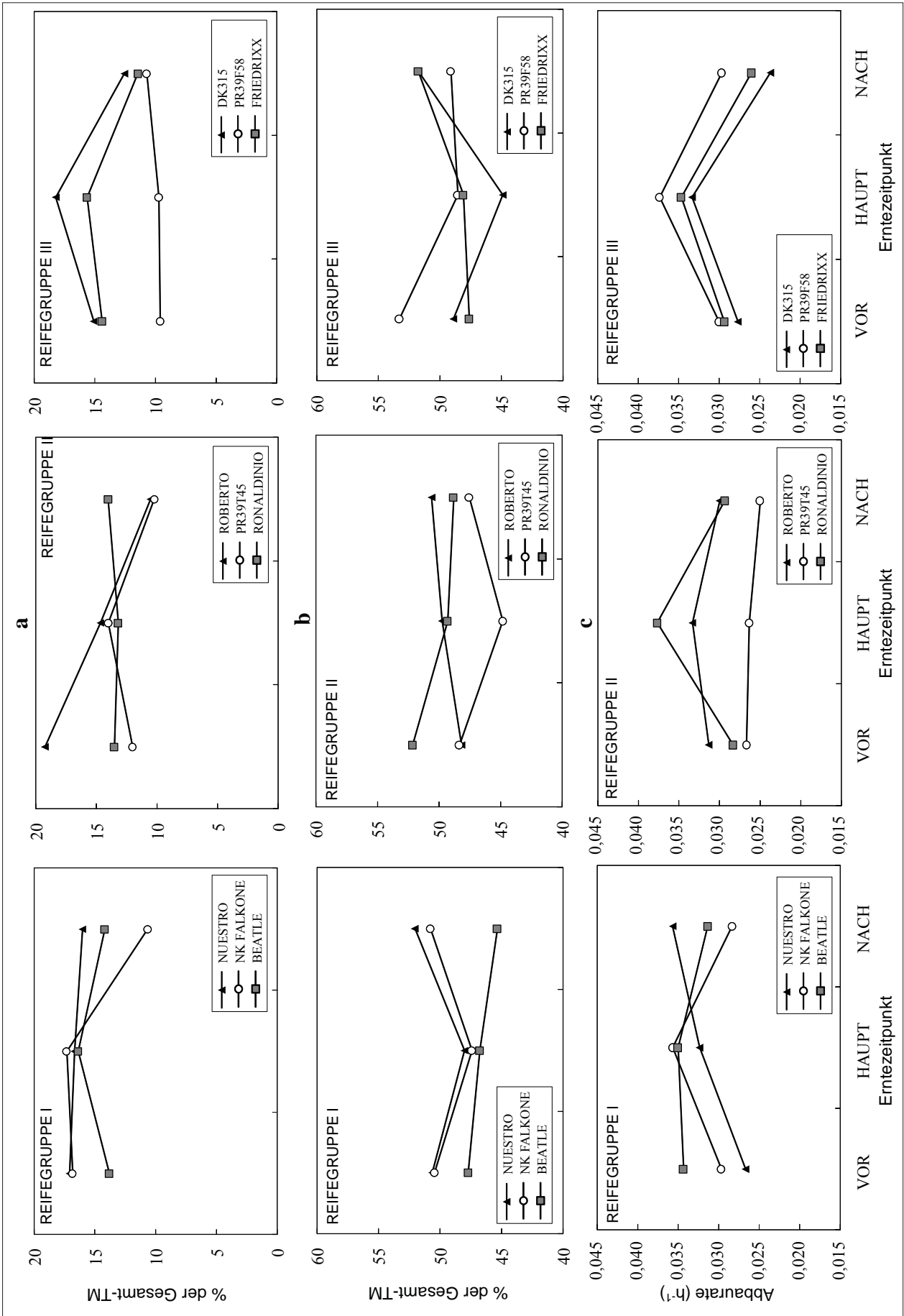


Abbildung 3: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter a, b und c der Restpflanze verschiedener Silomais-Sorten

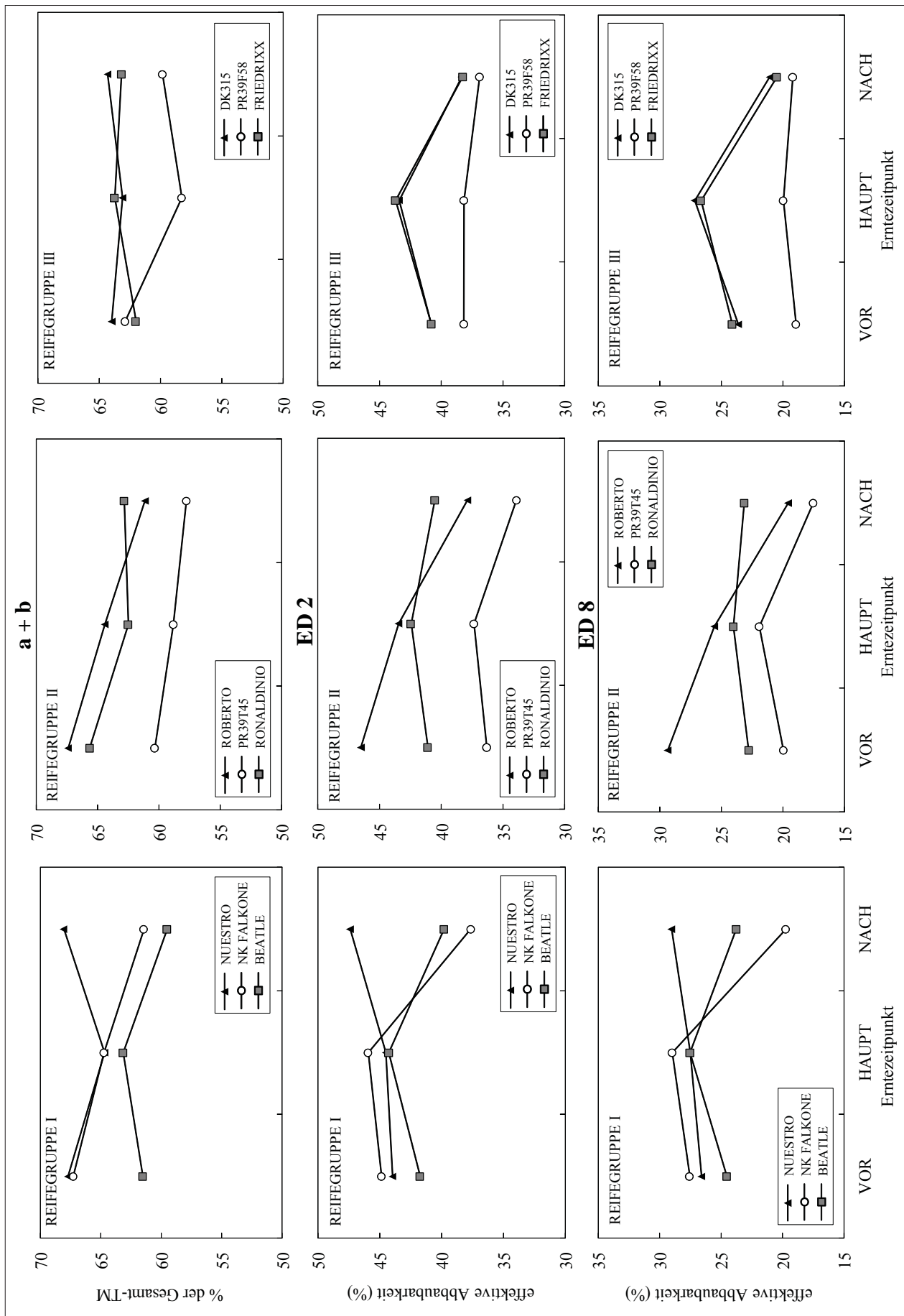


Abbildung 4: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter (a + b), ED 2 und ED 8 der Restpflanze verschiedener Silomais-Sorten

3.2 Ergebnisse Kolben

3.2.1 Nährstoffgehalt des Kolbens

Der Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf den Kolbenanteil und den Nährstoffgehalt von silierten Maiskolben ist in *Tabelle 6* angeführt. Wie bei der Restpflanze wurde auch beim Kolben ein signifikanter Einfluss aller drei Versuchsfaktoren auf den Kolbenanteil und den TM-Gehalt des Kolbens festgestellt, wobei beide Parameter mit zunehmender Reife anstiegen. Die Unterschiede im TM-Gehalt der Sorten ergaben sich dadurch, dass es nicht gelang, alle Sorten beim exakt gleichen TM-Gehalt des Kolbens zu ernten. Auch PEX et al. (1996) beobachteten eine deutliche Zunahme des Kolbenanteils und der TM des Kolbens vor allem in frühen Reifestadien, wobei diese fast ausschließlich auf den steigenden Stärkegehalt zurückzuführen war. Auf den Gehalt der Gerüstsubstanzen NDF, ADF und ADL sowie der NFC hatte die Sorte keine Auswirkung, während das Jahr den Anteil aller vier genannten Nährstoffe sowie der Erntezeitpunkt jenen von NDF, ADF und NFC an der Gesamt-Trockenmasse signifikant beeinflussten. Von den drei Erntezeitpunkten scheint der mittlere (etwa 52 % TM des Kolbens) am besten geeignet zu sein, da bei diesem die niedrigsten Gehalte an NDF und ADF sowie die höchsten Gehalte an NFC festgestellt wurden. Im Gegensatz zum vorliegenden Versuch fanden FLACHOWSKY et al. (1993) Unterschiede im NDF-Gehalt zwischen zwei Sorten, wobei diese mit zunehmender Reife immer größer wurden. Zu denselben Ergebnissen wie im vorliegenden Versuch kamen GRUBER und HEIN (2006) hinsichtlich des Einflusses des Erntezeitpunktes und des Jahres auf die Gehalte an den Gerüstsubstanzen. Allerdings erzielte in dieser Untersu-

chung der früheste Erntezeitpunkt die niedrigsten NDF- und ADF-Gehalte. PEX et al. (1996) stellten hingegen keinen Einfluss des Erntezeitpunktes auf den Gehalt sämtlicher Gerüstsubstanzen fest.

3.2.2 Ruminale Abbaubarkeit des Kolbens

Der Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaubarkeit zu den verschiedenen Zeitstufen sowie die Abbauparameter des Kolbens ist in *Tabelle 7* dargestellt. Für die lag-time wurden jeweils negative Werte festgestellt, weshalb diese nicht dargestellt werden, da negative Werte physiologisch nicht möglich sind. Ähnlich wie bei der Restpflanze wurde auch beim Kolben die ruminale Abbaubarkeit zu beinahe allen Zeitstufen signifikant von allen drei Versuchsfaktoren beeinflusst. Einzig bei langen Verweildauern des Futtermittels im Pansen (ab 48 Stunden) waren die Unterschiede zwischen den Erntezeitpunkten und den Jahren eher gering. Es zeigte sich, dass spätreife Sorten rascher verdaut werden als frühreife und dass eine späte Ernte den ruminalen TM-Abbau des Kolbens verlangsamt. Dagegen wurden von den Abbauparametern nur die potentielle Abbaubarkeit (a + b) und die effektive Abbaubarkeit bei einer Passagerate von 2 % (ED 2) signifikant von der Sorte beeinflusst. Generell wiesen jedoch die spätreifen Sorten eher höhere effektive Abbaubarkeiten auf als jene der Reifegruppen I und II, was auf den relativ hohen Anteil der sofort löslichen Fraktion a (und daraus folgend einen rascheren Abbau der TM) zurückzuführen ist. AKBAR et al. (2002) beobachteten, wie im vorliegenden Versuch, einen signifikanten Einfluss der Sorte auf die ruminale Abbaubarkeit zu verschiedenen Zeitstufen und darüber hinaus auch noch auf die Abbauraten c. VERBIĆ et al. (1995) stellten Unterschiede zwischen

Tabelle 6: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf Kolbenanteil, TM-Gehalt und Gehalt an Nährstoffen im Kolben

	Kolbenanteil %	TM g/kg FM	XP	XL	XF	XX	OM g/kg TM	XA	NDF	ADF	ADL	NFC
Sorte												
NUESTRO	53,6 ^{abc}	555 ^f	87 ^d	46 ^d	66	784	984	16	172	80	14	679
NK FALKONE	55,8 ^c	551 ^{ef}	81 ^{ab}	42 ^{bc}	63	798	985	15	175	77	14	687
BEATLE	51,0 ^a	521 ^{bc}	82 ^{abc}	44 ^{bcd}	67	792	985	15	174	79	14	685
ROBERTO	51,9 ^{ab}	502 ^{ab}	86 ^{cd}	42 ^{bc}	63	794	985	15	167	74	15	690
PR39T45	55,0 ^{bc}	541 ^{def}	78 ^a	45 ^d	61	801	986	14	168	73	13	694
RONALDINIO	53,4 ^{abc}	532 ^{cde}	84 ^{bcd}	45 ^{cd}	66	791	985	15	179	80	18	678
DK315	53,4 ^{abc}	491 ^a	78 ^a	39 ^a	64	804	985	15	175	78	12	693
PR39F58	54,2 ^{abc}	521 ^{bcd}	81 ^{ab}	42 ^{bc}	59	803	985	15	166	70	10	696
FRIEDRIX	52,8 ^{abc}	516 ^{bc}	81 ^{ab}	41 ^{ab}	61	801	985	15	170	74	14	692
Ernte(zeitpunkt)												
VOR	51,7 ^a	494 ^a	82	43 ^{ab}	71 ^b	788 ^a	984 ^a	16 ^b	182 ^b	86 ^b	15	676 ^a
HAUPT	52,8 ^a	522 ^b	81	43 ^b	59 ^a	801 ^b	985 ^{ab}	15 ^{ab}	163 ^a	70 ^a	12	697 ^b
NACH	55,8 ^b	561 ^c	83	42 ^a	60 ^a	801 ^b	985 ^b	15 ^a	170 ^{ab}	73 ^a	14	691 ^{ab}
Jahr												
2007	50,6 ^a	481 ^a	86 ^b	42 ^b	80 ^c	776 ^a	983 ^a	17 ^b	212 ^b	98 ^c	25 ^b	644 ^a
2008	56,8 ^c	557 ^c	80 ^a	48 ^c	51 ^a	808 ^b	986 ^b	14 ^a	150 ^a	60 ^a	7 ^a	708 ^b
2010	53,0 ^b	538 ^b	81 ^a	39 ^a	59 ^b	806 ^b	986 ^b	14 ^a	153 ^a	70 ^b	10 ^a	713 ^b
Statistische Parameter												
p-Wert Sorte	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	0,802	0,063	0,231	0,230	0,975	0,719	0,812	0,824
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	0,347	0,019	<0,001	0,001	0,013	0,013	0,027	<0,001	0,385	0,029
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p-Wert Sorte × Ernte	0,569	0,748	0,446	0,119	0,722	0,577	0,989	0,989	0,631	0,621	0,467	0,591
p-Wert Sorte × Jahr	0,028	0,003	0,004	0,017	0,523	0,222	0,513	0,513	0,525	0,632	0,976	0,342
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	0,005	0,002	0,030	0,147	0,560	0,560	0,021	0,074	0,366	0,041
RSD	2,4	13	3	2	11	14	1	1	25	13	9	28
R ²	73,2	93,8	70,7	84,1	58,6	61,1	53,9	54,0	57,2	64,1	38,3	59,0

Sorten hinsichtlich der potentiellen und effektiven Abbaubarkeit fest, wobei in ihren Untersuchungen vor allem der Anteil der potentiell abbaubaren Fraktion b stark von der Sorte beeinflusst wurde.

Der Erntezeitpunkt wirkte sich auf alle Abbauparameter aus, mit Ausnahme der Abbaurate c. Mit zunehmender Reife nahm die sofort lösliche Fraktion a ab und die potentiell lösliche Fraktion b zu, was letztlich auch zu abnehmenden effektiven Abbaubarkeiten führte. Die potentielle Abbaubarkeit nahm dagegen mit zunehmender Reife zu, was auf den steigenden Stärkegehalt zurückzuführen ist. Auch beim Versuch von AKBAR et al. (2002) wurden in den ersten 48 Stunden der Verdauung im Pansen die später geernteten Maiskolben etwas schlechter verdaut als die früh geernteten. FLACHOWSKY et al. (1993) beobachteten beim Vergleich zweier Sorten unterschiedliche Entwicklungen der ruminalen Abbaubarkeiten mit fortschreitender Reife. Bei einer Sorte nahm die potentielle Abbaubarkeit wie im aktuellen Versuch zu, während sie bei der anderen Sorte nicht vom Erntezeitpunkt beeinflusst wurde. Zwischen den Jahren wurden durchwegs hoch signifikante Unterschiede bei den ruminalen Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen sowie den Abbauparametern festgestellt. Das Jahr 2010 wies jeweils, mit Ausnahme der potentiellen Abbaubarkeit, die ungünstigsten Werte auf, während für das Jahr 2007 das Gegenteil gilt.

Sämtliche Wechselwirkungen bei den ruminalen Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen waren signifikant. Weiters traten deutliche Erntezeitpunkt × Jahr Wechselwirkungen bei allen Abbauparametern und Sorte × Jahr Wechselwirkungen bei den effektiven Abbaubarkeiten auf. Das bedeutet, dass in den verschiedenen Jahren die Reihung der Sorten hinsichtlich der effektiven Abbaubarkeit unterschiedlich war und dass nicht in jedem Jahr der erste Erntezeitpunkt die günstigsten Werte für die Abbauparameter lieferte. Die Ergebnisse der *in situ*-Untersuchungen sind in den Abbildungen 5 – 8 dargestellt.

Tabelle 7: Ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Inkubationszeiten sowie Abbauparameter des Kolbens

Sorte	ruminale Abbaubarkeit (%)										Abbauparameter						
	0	3	6	10	14	24	48	72	96	a	b	c	lag	(a + b)	ED 2	ED 5	ED 8
										%	%	h ⁻¹	h	%	%	%	%
NUESTRO	37,0 ^a	49,8 ^a	62,6 ^a	70,1 ^a	72,9 ^a	81,8 ^{ab}	87,6 ^a	89,0 ^a	90,9 ^a	37,4	52,0	0,106		89,4 ^a	79,3 ^a	69,9	64,0
NK FALKONE	39,8 ^{ab}	51,6 ^{ab}	62,0 ^a	70,7 ^a	71,5 ^a	81,4 ^{ab}	89,1 ^{abc}	90,5 ^{bc}	91,6 ^{ab}	42,7	48,7	0,084		91,4 ^{bcd}	80,4 ^{ab}	71,1	65,5
BEATLE	39,2 ^{ab}	50,6 ^{ab}	62,0 ^a	70,5 ^a	74,0 ^{ab}	81,7 ^{ab}	88,9 ^{abc}	91,1 ^{cd}	92,0 ^{bc}	39,0	52,1	0,098		91,1 ^{bcd}	80,2 ^{ab}	70,4	64,3
ROBERTO	38,7 ^{ab}	51,2 ^{ab}	64,3 ^{ab}	71,5 ^a	73,2 ^a	83,4 ^{abc}	90,0 ^{cd}	92,1 ^{de}	92,8 ^{cd}	39,4	52,9	0,096		92,3 ^d	81,2 ^{ab}	71,4	65,3
PR39T45	45,1 ^c	54,3 ^{abc}	64,3 ^{ab}	72,0 ^a	74,4 ^{ab}	81,9 ^{ab}	87,8 ^{ab}	89,8 ^{ab}	91,5 ^{ab}	45,4	45,0	0,085		90,3 ^{ab}	80,4 ^{ab}	71,6	66,3
RONALDINIO	40,9 ^{ab}	51,2 ^{ab}	62,1 ^a	69,7 ^a	72,4 ^a	81,0 ^a	87,8 ^{ab}	90,6 ^{bc}	91,5 ^{ab}	41,0	49,5	0,093		90,5 ^{abc}	79,9 ^a	70,7	65,0
DK315	48,4 ^d	57,4 ^c	69,2 ^c	76,7 ^b	78,1 ^c	84,4 ^{bc}	89,3 ^{bcd}	91,3 ^{de}	92,2 ^{bc}	46,7	44,0	0,108		90,8 ^{abcd}	82,5 ^{ab}	74,6	69,3
PR39F58	45,0 ^c	55,3 ^{bc}	68,4 ^{bc}	75,6 ^b	77,0 ^{bc}	85,1 ^c	90,8 ^d	92,4 ^e	93,1 ^d	45,4	46,6	0,100		92,0 ^{cd}	83,4 ^b	75,0	69,5
FRIEDRIX	48,7 ^d	58,1 ^c	69,5 ^c	76,4 ^b	77,5 ^{bc}	83,8 ^{abc}	88,9 ^{abc}	90,5 ^{bc}	91,8 ^b	46,1	44,3	0,111		90,4 ^{abc}	81,8 ^{ab}	73,6	68,3
Ernte(zeitpunkt)																	
VOR	48,6 ^c	58,0 ^c	71,0 ^c	76,6 ^c	79,6 ^c	84,3 ^b	88,9	90,8	91,4 ^a	47,1 ^b	42,8 ^a	0,112		89,9 ^a	82,7 ^b	75,3 ^b	70,3 ^b
HAUPT	42,1 ^b	54,4 ^b	63,9 ^b	73,4 ^b	74,7 ^b	84,3 ^b	88,9	90,8	92,3 ^b	44,2 ^b	46,9 ^a	0,089		91,1 ^b	81,5 ^b	72,8 ^b	67,2 ^b
NACH	36,9 ^a	47,5 ^a	59,9 ^a	67,8 ^a	69,3 ^a	79,6 ^a	88,9	90,9	92,1 ^b	36,3 ^a	55,4 ^b	0,092		91,7 ^b	78,8 ^a	68,1 ^a	61,7 ^a
Jahr																	
2007	53,1 ^c	63,3 ^c	74,9 ^c	79,7 ^c	82,8 ^c	85,8 ^c	89,8 ^b	91,0	92,0	51,2 ^c	39,3 ^a	0,124 ^b		90,5 ^a	84,0 ^c	77,3 ^c	72,7 ^c
2008	43,2 ^b	54,0 ^b	65,0 ^b	73,2 ^b	75,5 ^b	83,9 ^b	88,8 ^a	90,8	92,0	44,0 ^b	46,7 ^b	0,093 ^a		90,7 ^a	81,7 ^b	73,4 ^b	68,0 ^b
2010	31,3 ^a	42,5 ^a	54,9 ^a	64,8 ^a	65,4 ^a	78,6 ^a	88,2 ^a	90,7	91,9	32,6 ^a	59,0 ^c	0,076 ^a		91,5 ^b	77,2 ^a	65,4 ^a	58,4 ^a
Statistische Parameter																	
p-Wert Sorte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,333	0,335	0,685	0,780	<0,001	0,006	0,052	0,127
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,974	0,908	<0,001	0,001	<0,001	0,042	0,137	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,314	0,722	<0,001	<0,001	<0,001	0,263	0,002	<0,001	<0,001	<0,001
p-Wert Sorte × Ernte	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,007	0,824	0,856	0,693	0,460	0,209	0,468	0,694	0,782
p-Wert Sorte × Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,018	<0,001	0,007	0,018	0,376	0,387	0,927	0,520	0,745	0,026	0,032	0,047
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,030	<0,001	<0,001	<0,001
RSD	4,1	6,5	5,7	4,8	4,7	4,0	2,1	1,5	1,2	9,6	9,7	0,035	2,80	1,1	2,2	3,8	4,8
R ²	89,4	75,5	79,2	77,9	81,5	61,1	38,5	42,0	40,7	55,8	57,3	32,5	35,2	56,5	77,8	76,8	73,8

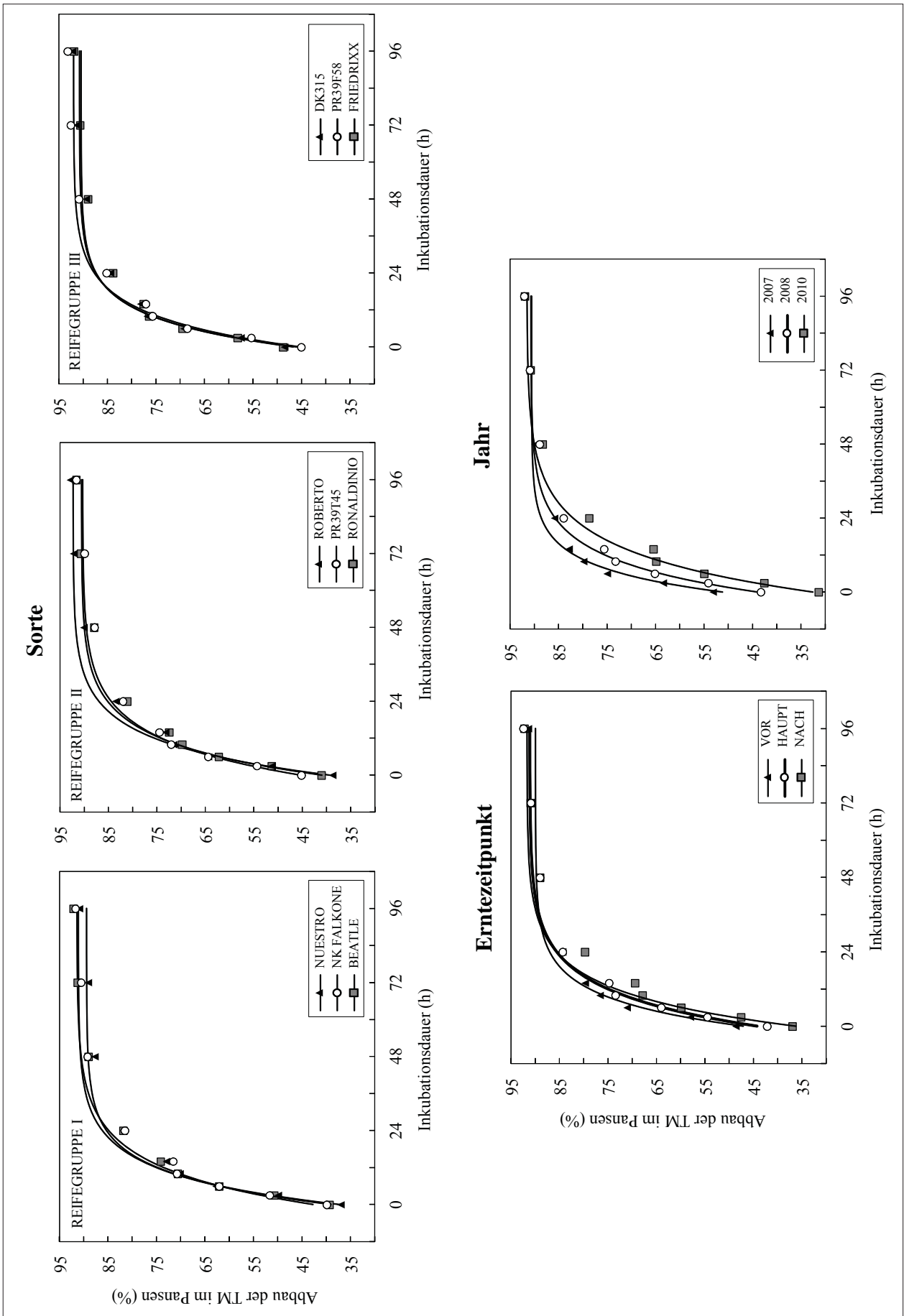


Abbildung 5: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaueffizienz des Kolbens

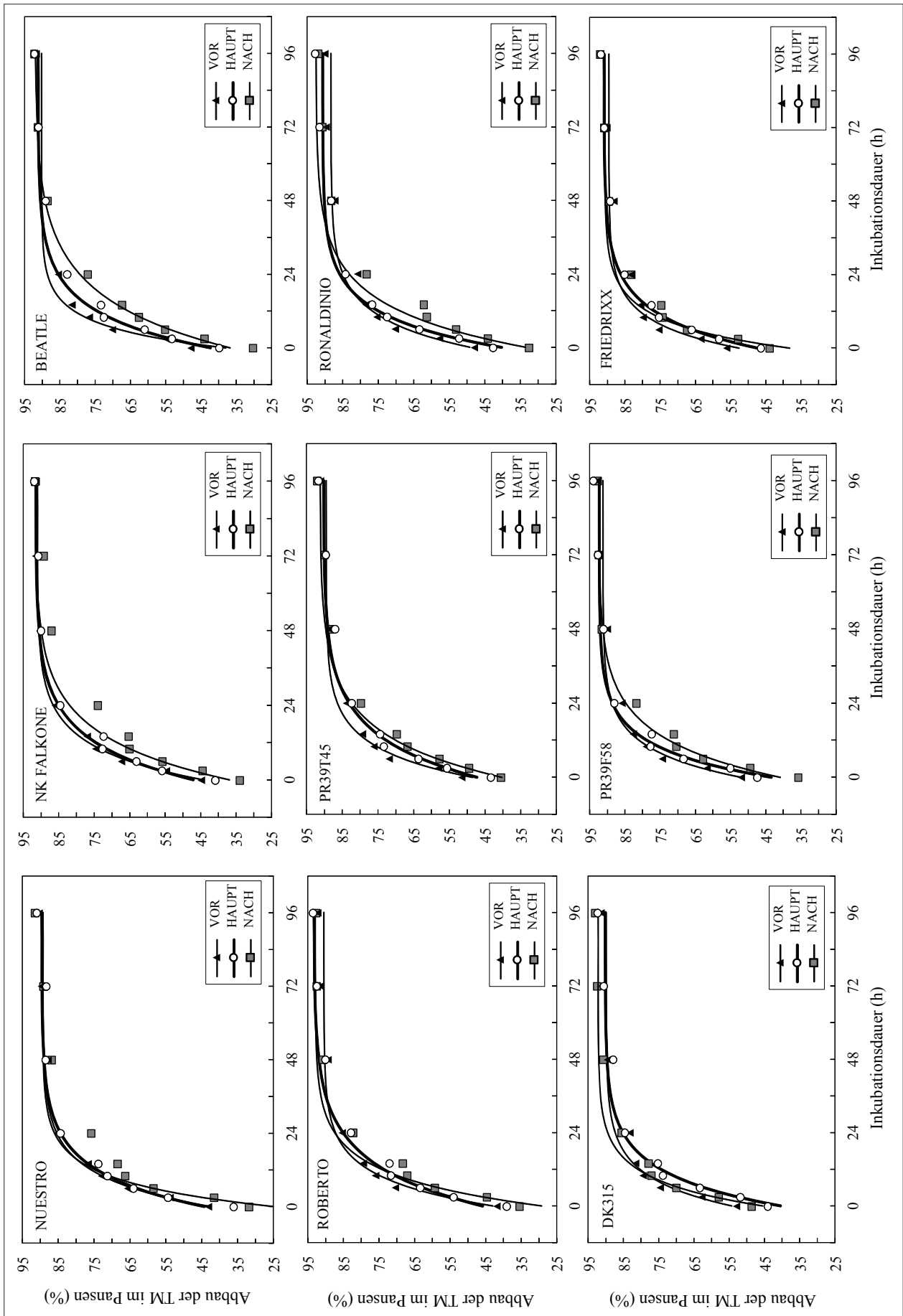


Abbildung 6: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die ruminale Abbaubarkeit des Kolbens verschiedener Silomais-Sorten

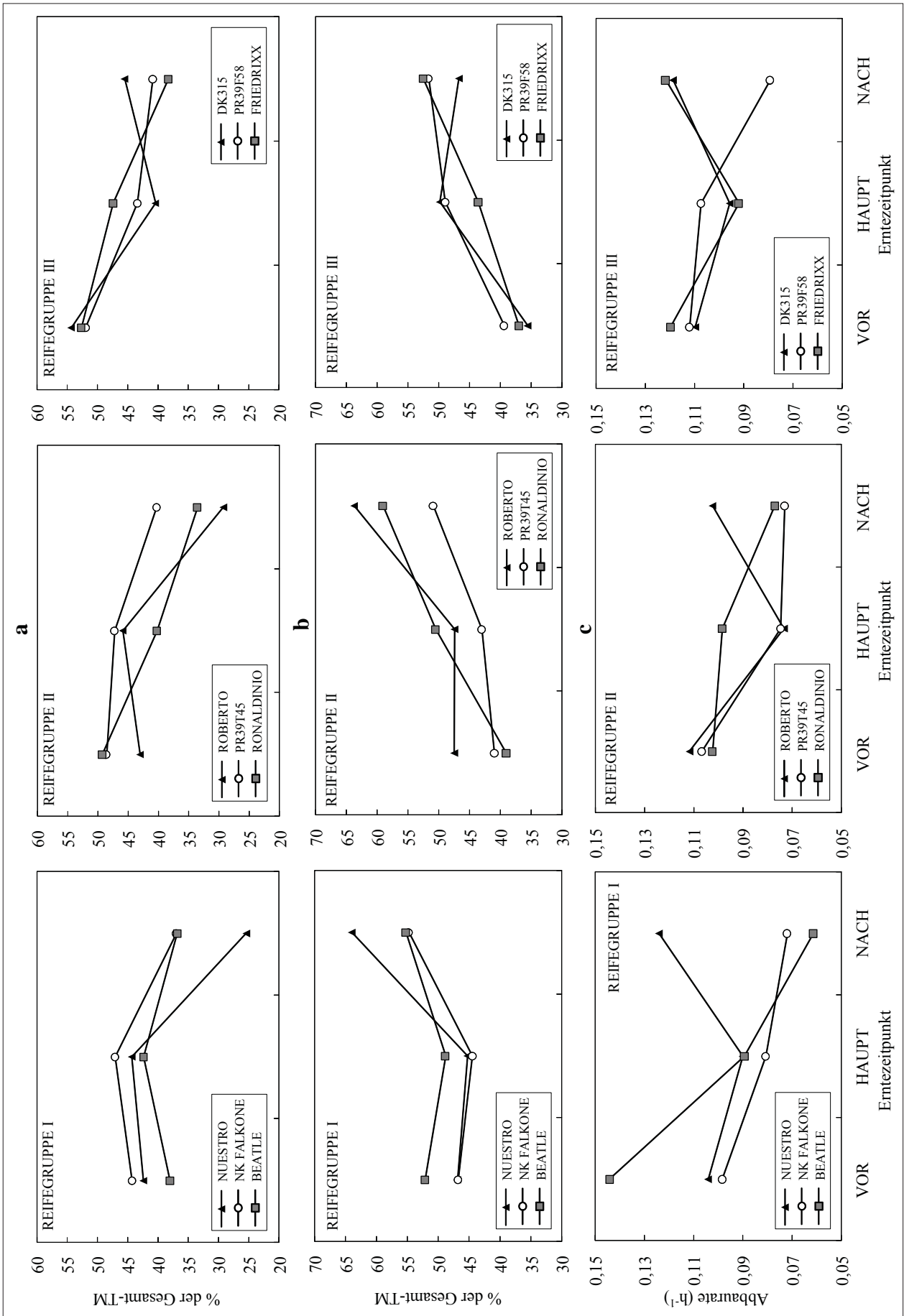


Abbildung 7: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter a, b und c des Kolbens verschiedener Silomais-Sorten

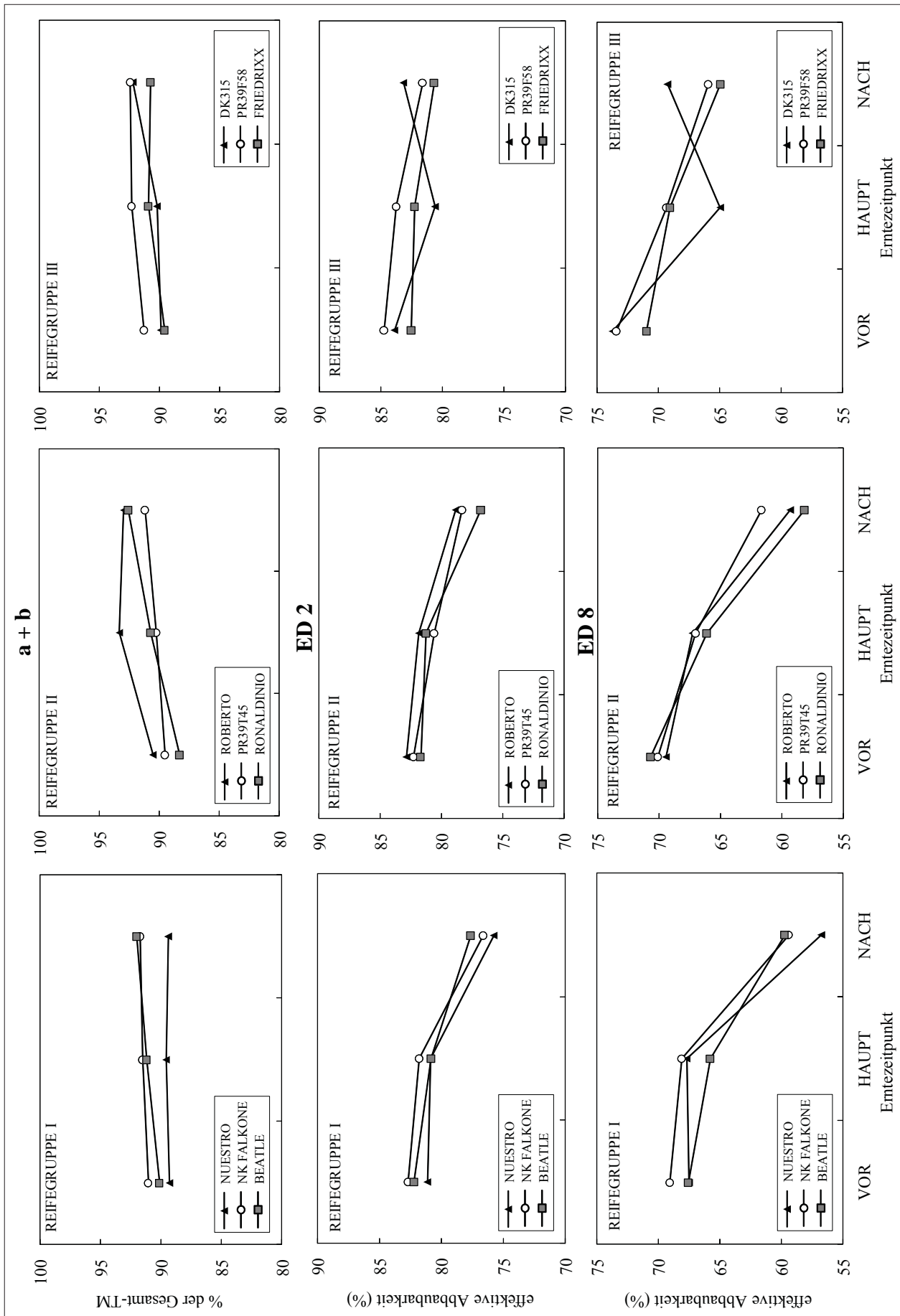


Abbildung 8: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter (a + b), ED 2 und ED 8 des Kolbens verschiedener Silomais-Sorten

3.3 Ergebnisse Gesamtpflanze

3.3.1 Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze

In *Tabelle 8* ist der Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf den Kolbenanteil und den Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze dargestellt. Der TM-Gehalt der Gesamtpflanze wurde von allen drei Versuchsfaktoren signifikant beeinflusst und lag je nach Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr zwischen etwa 33 und 41 %. Damit wurde der von DACCARD et al. (1995) und PEX et al. (1996) empfohlene Bereich zwischen 30 und 35 % in den meisten Fällen überschritten. Mit zunehmender Reife zeigte sich ein deutlicher Anstieg des TM-Gehalts, was mit den Ergebnissen von PEX et al. (1996) sowie GRUBER und HEIN (2006) übereinstimmt. Hinsichtlich der Beeinflussung der Gerüstsubstanzen und der NFC durch die Versuchsfaktoren ähnelten die Ergebnisse der Gesamtpflanze sehr stark jenen des Kolbens. Auch bei der Gesamtpflanze hatte das Jahr einen signifikanten Einfluss auf den Gehalt an NDF, ADF, ADL und NFC, während der Erntezeitpunkt nur auf den Gehalt von NDF, ADF und NFC signifikant einwirkte. Im Gegensatz zum Kolben unterschieden sich jedoch bei der Gesamtpflanze auch die Sorten hinsichtlich des ADF-Gehalts, wobei numerisch die Sorten mit den mittleren Reifezahlen (RZ 260 – 290) den höchsten Anteil an der Gesamt-TM aufwiesen. Auch in den Untersuchungen von GRUBER und HEIN (2006) beeinflusste die Sorte den ADF-Gehalt der Gesamtpflanze, allerdings wies in jenem Versuch die Sorte mit der mittleren Reifezahl (RZ 270) den geringsten Gehalt auf. FERRET et al. (1997) stellten dagegen nicht nur für den ADF-Gehalt, sondern auch für den NDF- und ADL-Gehalt

deutliche Unterschiede zwischen den Sorten fest. Mit zunehmendem Vegetationsstadium nahmen die Gehalte der Faserbestandteile ab, während jener der NFC anstieg. Auch das weist darauf hin, dass der Nährstoffgehalt der Gesamtpflanze hauptsächlich vom Kolben bestimmt wird, da die Entwicklung der Nährstoff-Gehalte mit zunehmender Reife eher jener beim Kolben als jener bei der Restpflanze entsprach. GRUBER und HEIN (2006) sowie BAL et al. (1997) beobachteten ebenfalls eine signifikante Abnahme des NDF- und ADF-Gehalts mit zunehmender Reife der Gesamtpflanze. BAL et al. (1997) stellten zusätzlich auch einen deutlichen Anstieg des Gehalts an Stärke fest, die einen großen Anteil der NFC ausmacht.

3.3.2 Ruminale Abbaubarkeit der Gesamtpflanze

Die Ergebnisse zum Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaubarkeit zu den verschiedenen Zeitstufen und die Abbauparameter der Gesamtpflanze finden sich in *Tabelle 9*. Die lag-time war wiederum in allen Fällen negativ und wird deshalb nicht angeführt. Die Sorte übte vor allem einen Einfluss auf die ruminale Abbaubarkeit der späteren Zeitstufen aus, wofür in erster Linie die Sorte PR39T45 verantwortlich war, da sie deutlich von den anderen Sorten abfiel. Das wirkte sich in weiterer Folge auch auf die potentielle und effektive Abbaubarkeit (bei Passageraten von 2 und 5 %) aus, bei welchen ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den Sorten festgestellt wurden, wobei hier der Nachteil der oben genannten Sorte nicht so eklatant war. Weiters unterschieden sich die Sorten auch im Anteil der potentiell abbaubaren Fraktion b signifikant. JOHNSON et al. (2003) beobachteten ebenfalls

Tabelle 8: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf Kolbenanteil, TM-Gehalt und Gehalt an Nährstoffen in der Gesamtpflanze

	Kolbenanteil %	TM g/kg FM	XP	XL	XF	XX	OM g/kg TM	XA	NDF	ADF	ADL	NFC
Sorte												
NUESTRO	53,6 ^{abc}	388 ^{de}	76 ^b	33 ^c	206 ^{ab}	644 ^{ab}	958	42	390	232 ^{ab}	27	460
NK FALKONE	55,8 ^c	401 ^e	72 ^a	30 ^{bc}	202 ^a	657 ^b	961	39	386	230 ^a	30	473
BEATLE	51,0 ^a	357 ^{ab}	73 ^{ab}	30 ^{bc}	225 ^b	630 ^a	958	42	415	252 ^b	33	440
ROBERTO	51,9 ^{ab}	355 ^{ab}	72 ^a	29 ^{ab}	220 ^{ab}	636 ^{ab}	957	43	409	247 ^{ab}	29	447
PR39T45	55,0 ^{bc}	391 ^{de}	70 ^a	31 ^{bc}	213 ^{ab}	647 ^{ab}	961	39	401	238 ^{ab}	31	459
RONALDINIO	53,4 ^{abc}	384 ^{cde}	73 ^a	31 ^{bc}	217 ^{ab}	640 ^{ab}	961	39	407	243 ^{ab}	31	450
DK315	53,4 ^{abc}	348 ^a	71 ^a	28 ^a	212 ^{ab}	650 ^{ab}	961	39	399	238 ^{ab}	27	463
PR39F58	54,2 ^{abc}	374 ^{bcd}	72 ^a	29 ^{ab}	213 ^{ab}	646 ^{ab}	959	41	400	237 ^{ab}	28	458
FRIEDRIX	52,8 ^{abc}	363 ^{abc}	73 ^a	29 ^{ab}	212 ^{ab}	645 ^{ab}	959	41	396	237 ^{ab}	30	462
Ernte(zeitpunkt)												
VOR	51,7 ^a	343 ^a	74 ^b	31	222 ^b	632 ^a	958 ^a	42 ^b	409 ^b	248 ^b	31	445 ^a
HAUPT	52,8 ^a	366 ^b	71 ^a	30	213 ^a	645 ^b	959 ^a	41 ^b	399 ^{ab}	239 ^a	29	458 ^{ab}
NACH	55,8 ^b	412 ^c	71 ^a	30	205 ^a	655 ^c	961 ^b	39 ^a	392 ^a	231 ^a	29	468 ^b
Jahr												
2007	50,6 ^a	331 ^a	79 ^c	29 ^b	232 ^c	618 ^a	957 ^a	43 ^b	433 ^c	261 ^c	36 ^c	417 ^a
2008	56,8 ^c	408 ^c	68 ^a	34 ^c	190 ^a	668 ^c	961 ^b	39 ^a	373 ^a	215 ^a	24 ^a	486 ^c
2010	53,0 ^b	383 ^b	70 ^b	28 ^a	218 ^b	645 ^b	960 ^b	40 ^a	394 ^b	242 ^b	28 ^b	469 ^b
Statistische Parameter												
p-Wert Sorte	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	0,040	0,035	0,028	0,028	0,255	0,045	0,365	0,251
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	0,175	<0,001	<0,001	0,001	0,001	0,041	<0,001	0,387	0,007
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p-Wert Sorte × Ernte	0,569	0,690	0,053	0,464	0,206	0,317	0,602	0,602	0,347	0,123	0,437	0,439
p-Wert Sorte × Jahr	0,028	<0,001	<0,001	0,070	0,234	0,194	0,367	0,367	0,816	0,410	0,971	0,725
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	0,032	0,001	0,002	0,001	<0,001	<0,001	0,002	0,004	0,312	0,001
RSD	2,4	13	2	1	14	15	2	2	24	14	5	25
R ²	73,2	94,0	87,0	83,4	69,7	73,5	53,2	53,2	58,3	71,4	44,7	63,8

einen signifikanten Einfluss der Sorte auf den ruminalen TM-Abbau zu verschiedenen Zeitstufen, wobei dieser, im Gegensatz zum vorliegenden Versuch, auch bei kurzen Zeitstufen auftrat. FERRET et al. (1997) stellten bei den drei Abbauparametern a, b und c deutliche Unterschiede zwischen den Sorten fest. In einem vorangegangenen Versuch von GRUBER et al. (2006) beeinflusste die Sorte die Abbauparameter a und b sowie die effektive Abbaubarkeit, jedoch nicht die potentielle Abbaubarkeit. Weiters wurde in diesem Versuch auch ein deutlicher Effekt der Sorte auf die lag-time festgestellt, die im Gegensatz zum aktuellen Versuch positiv war und je nach Sorte zwischen 0,5 und 1,3 Stunden betrug. Das weist darauf hin, dass der Beginn des TM-Abbaus im Pansen nicht sofort nach Aufnahme des Futtermittels erfolgt, sondern verzögert ist.

Der Erntezeitpunkt beeinflusste den ruminalen TM-Abbau während der ersten 48 Stunden nach der Aufnahme des Futtermittels. Zu den beiden letzten Zeitstufen (72 und 96 Stunden) wurden keine Unterschiede zwischen den Erntezeitpunkten festgestellt. Die Berechnung der potentiellen und effektiven Abbaubarkeit ergab signifikant unterschiedliche Werte für die drei Erntezeitpunkte, wobei vor allem der dritte Erntezeitpunkt bei der effektiven Abbaubarkeit deutlich abfiel, was vermutlich auf den hohen TM-Gehalt der Gesamtpflanze (41,2 %) zurückzuführen ist. Der überdurchschnittlich große Beitrag des Kolbens zur Abbaubarkeit der Gesamtpflanze zeigte sich auch bei den Abbauparametern a und b, da sie sich mit zunehmender Reife gleich wie beim Kolben entwickelten (signifikanter Abfall von a und Anstieg von b). In den Untersuchungen von GRUBER et al. (2006) wurden neben der sofort löslichen Fraktion a, der potentiell abbaubaren Fraktion b und der potentiellen Abbaubarkeit (a + b) auch die Abbaurrate c und die lag-time signifikant vom Erntezeitpunkt beeinflusst. Während a mit

fortschreitender Reife niedriger wurde, nahmen b, c und die lag-time zu. JOHNSON et al. (2003) beobachteten in mehreren Versuchen ebenfalls einen signifikanten Einfluss des Erntezeitpunktes, wobei jedoch in deren Untersuchungen, die verschiedene Sorten und Partikelgrößen der Maissilage verglichen, keine eindeutigen Trends hinsichtlich der Entwicklung der Abbaubarkeit mit fortschreitender Reife gefunden wurden.

Das Jahr beeinflusste, mit Ausnahme der beiden letzten Zeitstufen, alle Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen und Abbauparameter signifikant. Das Jahr 2010 wies meist die ungünstigsten Werte auf, was auf die geringe Abbaubarkeit des Kolbens zurückzuführen ist. Dagegen wirkte sich die geringe Abbaubarkeit der Restpflanze im Jahr 2008 nicht so dramatisch aus, wodurch es sich in manchen Parametern nicht vom Jahr 2007 (günstigste Werte) unterschied. HEPTING (1988b) untersuchte die Verdaulichkeit der OM der Gesamtpflanze und stellte dabei ebenfalls einen signifikanten Jahreseinfluss fest. JOHNSON et al. kamen zum Schluss, dass sich vor allem warmes und trockenes Wetter nachteilig auf die Abbaubarkeit der Gesamtpflanze auswirkt.

Die Wechselwirkung Erntezeitpunkt \times Jahr war bei sämtlichen untersuchten Parametern signifikant, während die Wechselwirkung Sorte \times Erntezeitpunkt meist keine signifikanten Ergebnisse lieferte. Die Wechselwirkung Sorte \times Jahr war für die meisten Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Zeitstufen, sowie für die potentielle und effektive Abbaubarkeit signifikant. Das bedeutet, dass je nach Jahr die Reihung der Sorten und Erntezeitpunkte hinsichtlich der potentiellen und effektiven Abbaubarkeit unterschiedlich war. Die Ergebnisse der *in situ*-Untersuchungen sind in den *Abbildungen 9 – 12* dargestellt.

Tabelle 9: Ruminale Abbaubarkeiten zu den verschiedenen Inkubationszeiten sowie Abbauparameter der Gesamtpflanze

Sorte	ruminale Abbaubarkeit (%)										Abbauparameter							
	0	3	6	10	14	24	48	72	96	a	b	c	lag	(a + b)	ED 2	ED 5	ED 8	
	Inkubationszeit (h)										h				%			
NUESTRO	27,3	37,0	44,0 ^{ab}	50,8	55,8 ^{ab}	64,0 ^{ab}	72,7 ^b	76,0 ^{bc}	77,5 ^{bc}	30,5	46,6 ^{ab}	0,055	77,2 ^{bc}	77,2 ^{bc}	64,3 ^b	54,6 ^{ab}	49,2	
NK FALKONE	30,6	38,2	44,3 ^{ab}	50,7	55,7 ^{ab}	64,1 ^b	73,2 ^b	76,7 ^c	78,3 ^c	32,3	46,0 ^{ab}	0,050	78,3 ^c	78,3 ^c	64,9 ^b	55,0 ^{ab}	49,8	
BEATLE	27,2	35,8	42,4 ^a	49,1	54,1 ^{ab}	62,3 ^{ab}	71,0 ^{ab}	74,2 ^{ab}	75,5 ^{ab}	29,6	45,8 ^{ab}	0,054	75,3 ^{ab}	75,3 ^{ab}	62,7 ^{ab}	53,0 ^{ab}	47,8	
ROBERTO	27,5	36,5	43,3 ^{ab}	50,1	55,1 ^{ab}	63,4 ^{ab}	72,0 ^{ab}	76,0 ^{bc}	77,5 ^{bc}	30,1	47,3 ^b	0,053	77,4 ^{bc}	77,4 ^{bc}	64,0 ^{ab}	54,1 ^{ab}	48,7	
PR39T45	30,1	37,2	42,9 ^{ab}	48,7	53,2 ^a	60,7 ^a	69,1 ^a	72,5 ^a	74,2 ^a	32,2	41,9 ^{ab}	0,048	74,1 ^a	74,1 ^a	61,6 ^a	52,6 ^a	47,8	
RONALDINIO	28,1	36,1	42,4 ^{ab}	49,1	54,1 ^{ab}	62,5 ^{ab}	71,6 ^b	75,1 ^{bc}	76,7 ^{bc}	30,2	46,4 ^{ab}	0,051	76,5 ^{bc}	76,5 ^{bc}	63,2 ^{ab}	53,3 ^{ab}	48,0	
DK315	32,0	40,4	46,6 ^b	52,7	57,2 ^b	64,3 ^b	71,8 ^b	75,0 ^{bc}	76,5 ^{bc}	35,2	40,8 ^a	0,052	76,0 ^{abc}	76,0 ^{abc}	64,6 ^b	56,0 ^b	51,3	
PR39F58	29,2	37,7	44,3 ^{ab}	51,0	56,0 ^{ab}	64,0 ^{ab}	72,2 ^b	75,1 ^{bc}	76,2 ^{abc}	31,5	44,5 ^{ab}	0,055	76,0 ^{abc}	76,0 ^{abc}	64,1 ^{ab}	54,7 ^{ab}	49,6	
FRIEDRIX	30,9	39,7	45,9 ^{ab}	51,9	56,2 ^{ab}	63,3 ^{ab}	71,3 ^{ab}	74,5 ^{abc}	76,0 ^{ab}	34,5	41,2 ^{ab}	0,051	75,7 ^{ab}	75,7 ^{ab}	63,9 ^{ab}	55,2 ^{ab}	50,5	
Ernte(zeitpunkt)																		
VOR	31,8 ^b	40,1 ^b	46,4 ^b	52,5 ^b	56,9 ^b	64,0 ^b	71,5 ^{ab}	74,6	76,1	35,0 ^c	40,6 ^a	0,052	75,6 ^a	75,6 ^a	64,3 ^b	55,7 ^b	51,0 ^b	
HAUPT	30,3 ^b	38,3 ^b	44,7 ^b	51,2 ^b	56,2 ^b	64,3 ^b	72,5 ^b	75,4	76,5	32,0 ^b	44,4 ^b	0,054	76,4 ^{ab}	76,4 ^{ab}	64,4 ^b	55,1 ^b	50,0 ^b	
NACH	25,6 ^a	34,4 ^a	41,0 ^a	47,7 ^a	52,7 ^a	61,3 ^a	71,1 ^a	75,1	76,9	28,4 ^a	48,5 ^c	0,050	76,8 ^b	76,8 ^b	62,4 ^a	52,0 ^a	46,5 ^a	
Jahr																		
2007	33,3 ^b	42,2 ^c	48,5 ^c	54,3 ^c	58,4 ^c	64,8 ^b	71,8 ^{ab}	74,8	76,2	37,3 ^c	38,4 ^a	0,053 ^{ab}	75,6 ^a	75,6 ^a	65,1 ^b	57,0 ^c	52,6 ^c	
2008	30,2 ^b	38,5 ^b	44,9 ^b	51,5 ^b	56,5 ^b	64,4 ^b	72,4 ^b	75,4	76,6	32,4 ^b	44,0 ^b	0,054 ^b	76,4 ^{ab}	76,4 ^{ab}	64,4 ^b	55,2 ^b	50,2 ^b	
2010	24,2 ^a	32,1 ^a	38,6 ^a	45,6 ^a	51,0 ^a	60,4 ^a	70,9 ^a	74,9	76,7	25,8 ^a	51,1 ^c	0,049 ^a	76,8 ^b	76,8 ^b	61,5 ^a	50,5 ^a	44,7 ^a	
Statistische Parameter																		
p-Wert Sorte	0,444	0,059	0,020	0,030	0,042	0,022	0,001	<0,001	<0,001	0,045	0,006	0,516	<0,001	<0,001	0,004	0,027	0,035	
p-Wert Ernte	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,012	0,127	0,120	<0,001	<0,001	0,088	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
p-Wert Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	0,298	0,323	<0,001	<0,001	0,015	<0,001	0,020	<0,001	<0,001	<0,001	
p-Wert Sorte × Ernte	0,826	0,705	0,325	0,131	0,075	0,037	0,070	0,155	0,153	0,632	0,775	0,024	0,908	0,521	0,079	0,185	0,339	
p-Wert Sorte × Jahr	0,261	0,035	0,023	0,049	0,066	0,046	0,031	0,031	0,030	0,088	0,151	0,807	0,975	0,045	0,014	0,018	0,020	
p-Wert Ernte × Jahr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,015	0,011	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
RSD	5,3	3,2	2,6	2,6	2,5	2,1	1,6	1,4	1,3	3,9	4,1	0,007	0,73	1,5	1,6	2,1	2,4	
R ² (%)	54,0	76,6	81,3	79,6	76,8	69,9	53,5	51,7	55,4	73,3	75,8	47,1	55,5	69,9	77,5	78,8	78,8	

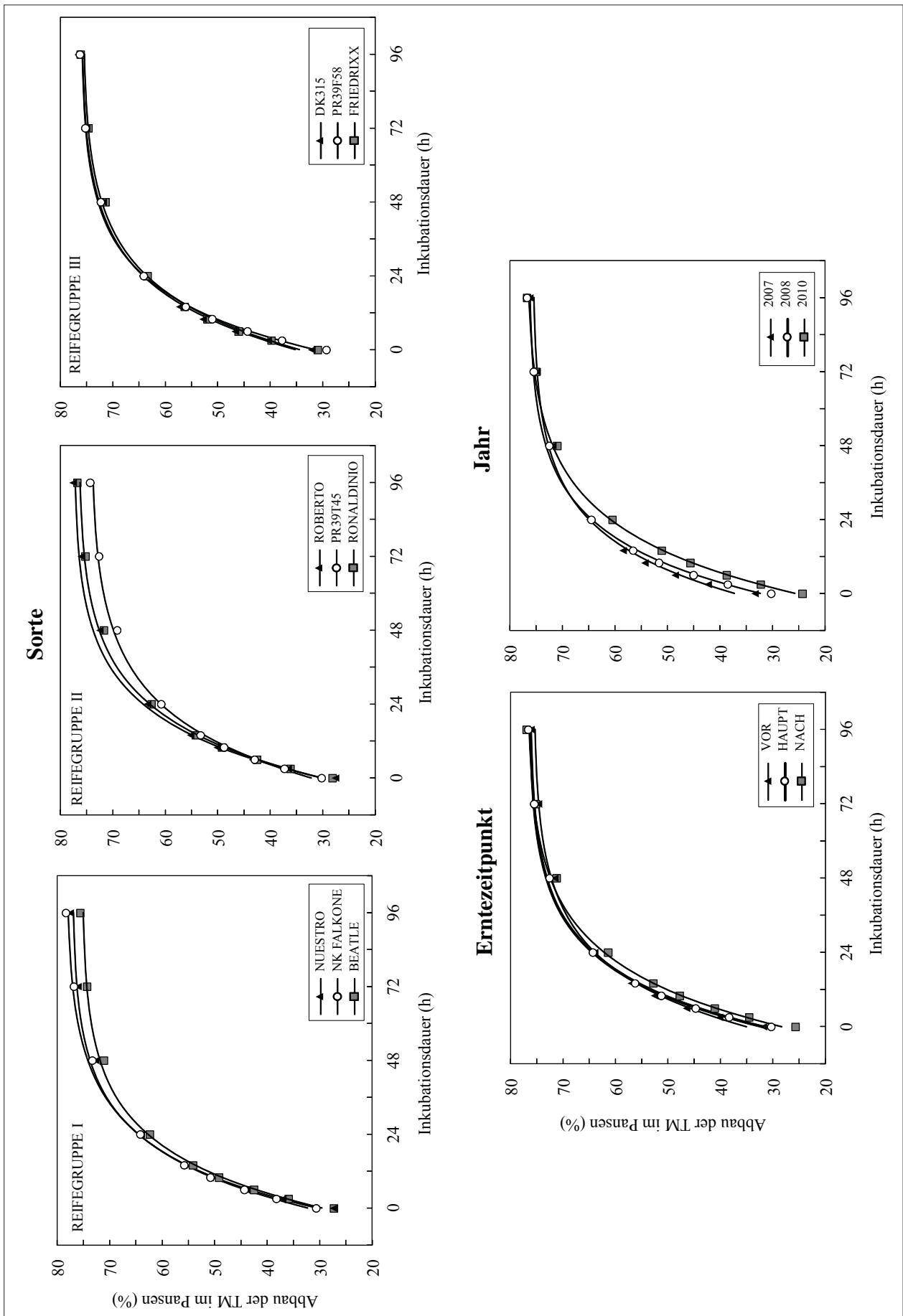


Abbildung 9: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf die ruminale Abbaukinetik der Gesamtpflanze

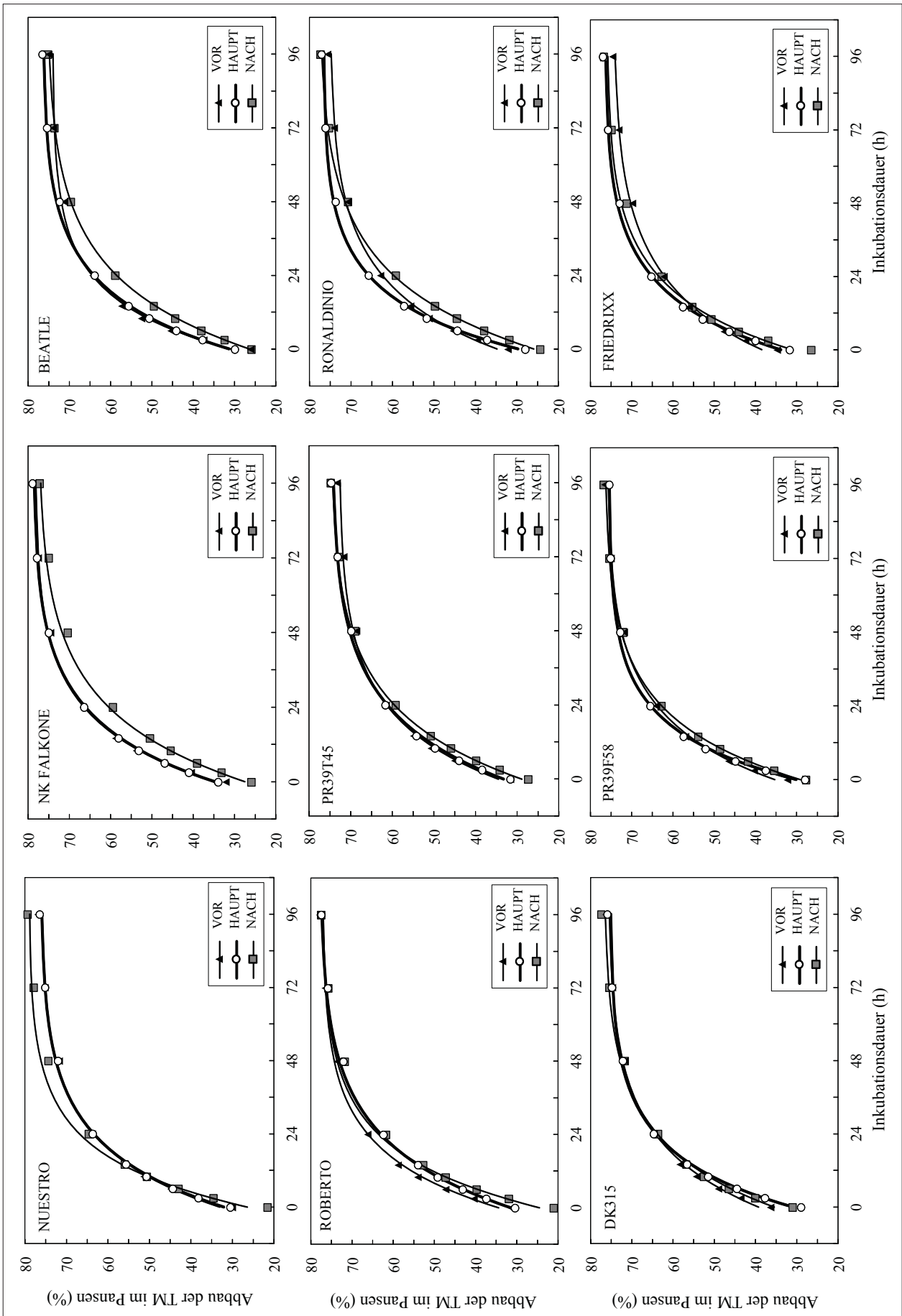


Abbildung 10: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die ruminale Abbaukinetik der Gesamtpflanze verschiedener Silomais-Sorten

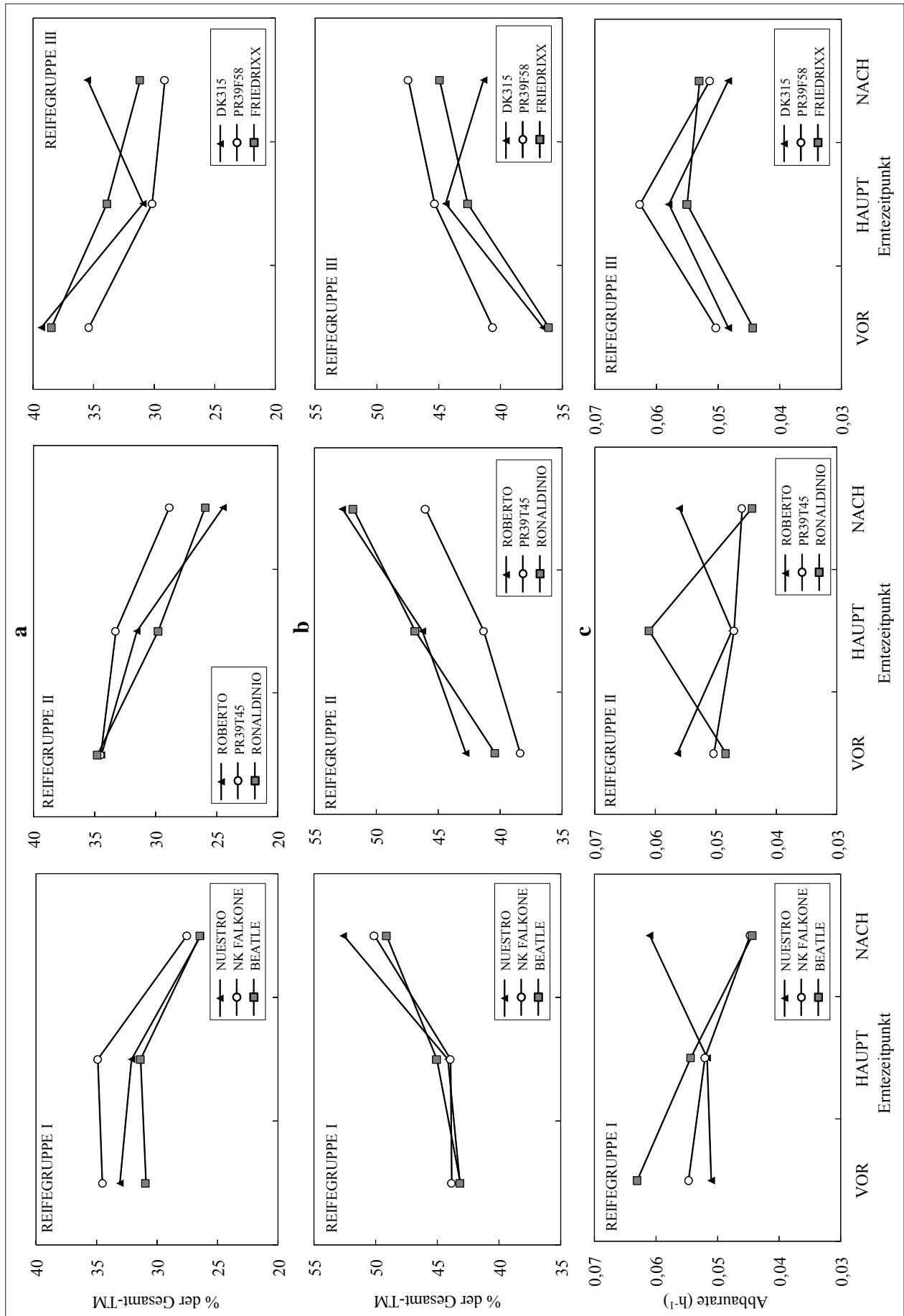


Abbildung 11: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter a, b, und c der Gesamtpflanze verschiedener Silomais-Sorten

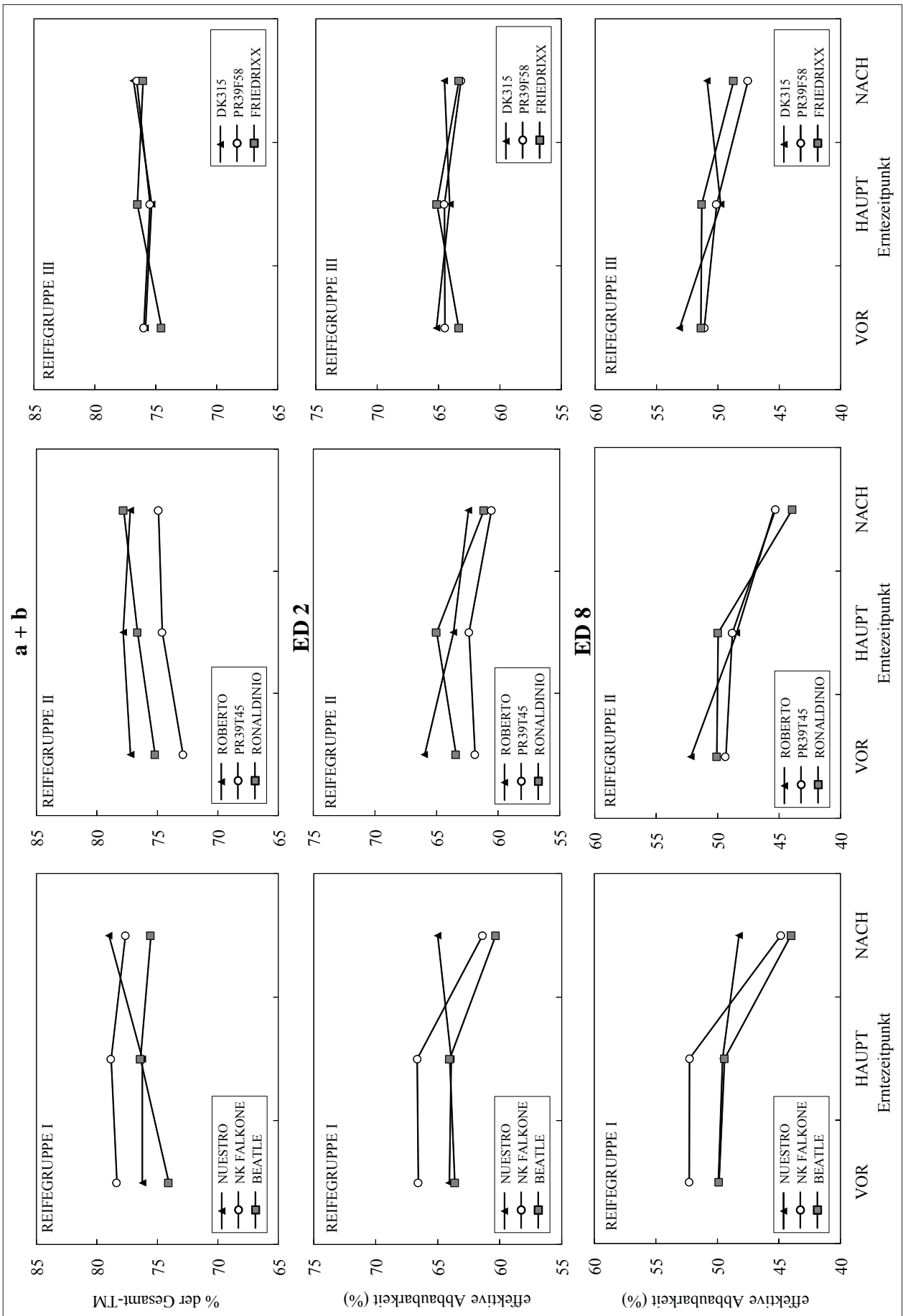


Abbildung 12: Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Abbauparameter (a + b), ED 2 und ED 8 der Gesamtpflanze verschiedener Silomais-Sorten

4. Schlussfolgerungen

Auf die Nährstoffgehalte von Kolben und Gesamtpflanze hat die Sorte wenig bis keinen Einfluss. Dagegen können vor allem die Gehalte der Faserbestandteile in der Restpflanze je nach Sorte deutlich variieren, was sich im Endeffekt auch auf die ruminale Abbaubarkeit auswirkt. Frühreife Sorten weisen etwas höhere potentielle und effektive Abbaubarkeiten auf als spätreife, während beim Kolben genau das Gegenteil auftritt. Hinsichtlich der ruminale Abbaubarkeit der Gesamtpflanze treten deutliche Unterschiede zwischen den Sorten auf, wobei in allen Reifegruppen Sorten mit hohen ruminale Abbaubarkeiten zu finden sind. Für die Auswahl der richtigen Sorte sollte deshalb auch unbedingt das Anbauggebiet, in dem die Sorte angebaut wird, berücksichtigt werden. In Grenzlagen des Silomais-Anbaus sind die frühreifen Sorten NUESTRO und NK FALKONE gut geeignet, da sie günstige Nährstoffgehalte sowie hohe ruminale Abbaubarkeiten der Rest- und Gesamtpflanze aufweisen. In Gunstlagen kann weiters auch die Sorte DK315 empfohlen werden, da sie die numerisch höchste effektive Abbaubarkeit der Gesamtpflanze aller Sorten und günstige Nährstoffgehalte aufweist. Neben diesen verdauungsphysiologischen Merkmalen sollten bei der Auswahl der Sorte aber auch pflanzenbauliche Merkmale, wie Wuchshöhe, Ertrag oder Krankheitsresistenz, berücksichtigt werden.

Entscheidend für den Futterwert von Maissilagen ist der richtige Erntezeitpunkt. Mit fortschreitender Reife nehmen einerseits der Fasergehalt der Restpflanze und andererseits der NFC-Gehalt des Kolbens zu. Je reifer der Kolben wird, desto geringer wird allerdings die Stärkeeinlagerung, während die Verholzung der Restpflanze zunehmend rascher vor sich geht. Das wirkt sich auch entscheidend auf die ruminale Abbaubarkeit der Gesamtpflanze aus. Je älter die Restpflanze wird, desto geringer ist ihre effektive Abbaubarkeit. Da auch im Kolben die Faserbestandteile mit zunehmender Reife leicht ansteigen und immer mehr verholzen, führt die abnehmende Stärkeeinlagerung auch im Kolben zu einer reduzierten effektiven Abbaubarkeit beim letzten Erntezeitpunkt. Das hat zur Folge, dass auch die effektive Abbaubarkeit der Gesamtpflanze, trotz abnehmender Faser- und steigender NFC-Gehalte, beim letzten Erntezeitpunkt deutlich niedriger ist als bei den beiden anderen. Aufgrund der Nährstoffe allein kann deshalb nicht auf den Futterwert von Silomais geschlossen werden, da anscheinend auch die Bindung der Nährstoffe in der Pflanze eine wichtige Rolle spielt. Deshalb sollten bei der Ernte TM-Gehalte des Kolbens von 50 – 55 % (mittlerer Erntezeitpunkt, Teigreife) angestrebt werden.

Auch wenn die optimale Sorte gewählt und zum besten Erntezeitpunkt geerntet wurde, kann es sein, dass der Futterwert des Silomais nicht ganz zufriedenstellend ist. Denn auch

das jeweilige Jahr beeinflusst den Nährstoffgehalt und die ruminale Abbaubarkeit von Silomais. Je nach Witterungsbedingungen kann es zu einer Beschleunigung oder Verzögerung der Reife kommen, die sich negativ auf den Futterwert auswirken können. Trockenes, warmes Wetter kann zu einer frühzeitigen Austrocknung der Restpflanze führen, während eine kühle und feuchte Witterung bewirkt, dass die Pflanze nicht rechtzeitig reif wird und möglicherweise aufgrund einer Fruchtfolge frühzeitig geerntet werden muss. Deshalb ist es auch wichtig, eine für ihr Anbauggebiet passende Sorte (mit geeigneter Reifezahl) zu wählen, um auch in solchen Jahren eine vollständige Ausreife zu ermöglichen. Wenn Sorte, Erntezeitpunkt und Witterung bestmöglich kombiniert werden können, ist der höchste Futterwert und auch Ertrag bei Silomais zu erwarten.

Bei der Wahl der Sorte und des Erntezeitpunktes ist allerdings zu beachten, dass zwischen den entscheidenden Einflussfaktoren auf Futterwert und Ertrag vielfältige und meist negative Wechselbeziehungen bestehen (*Abbildung 13 und 14*). Als diese entscheidenden Faktoren sind die Verdaulichkeit der Restpflanze, der Kolbenanteil und das Ertragspotential einer Silomaisorte anzusehen.

Wie die Ergebnisse des vorliegenden Versuches zeigen, ist eine hohe Abbaubarkeit der Nährstoffe in der Restpflanze mit einer geringeren Abbaubarkeit der Nährstoffe im Kolben verbunden (Ausnahme Sorten DK315 und Friedrixx). Weiters ist im Trend ein höherer Futterwert der Restpflanze von einem niedrigeren Kolbenanteil begleitet (Ausnahme Sorte NK Falkone). Dennoch wirkt sich tendenziell eine bessere Restpflanze insgesamt positiv auf den Futterwert der Gesamtpflanze aus, übertrifft also den negativen Effekt auf Anteil und Futterwert des Kolbens. Für die Abbaubarkeit der Gesamtpflanze ist der Kolbenanteil ebenfalls sehr bedeutsam. Der Futterwert von Rest- und Gesamtpflanze korreliert negativ mit dem Ertrag an Trockenmasse und abbaubarer Trockenmasse. Den Ertrag an abbaubarer Trockenmasse bestimmt der Ertrag an Trockenmasse in wesentlich bedeutsameren Ausmaß als die Abbaubarkeit. Somit ist in ökonomischer Hinsicht der Ertrag das entscheidende Kriterium für die Auswahl einer bestimmten Sorte. Allerdings ist zur Erzielung einer bestimmten Milch- oder Mastleistung auch die Energiekonzentration und Verzehrbarekeit des Silomais wichtig. Voraussetzung sowohl eines hohen Ertrages als auch eines hohen Futterwertes ist natürlich, dass die Sorte in pflanzenbaulicher Sicht für den beabsichtigten Standort hinsichtlich Temperatursumme, Standfestigkeit, Krankheits- und Schädlingsresistenz etc. geeignet ist. Abschließend werden die im vorliegenden Projekt untersuchten Sorten hinsichtlich Futterwert der Rest- und Gesamtpflanze, Kolbenanteil und Ertragspotential gereiht (*Tabelle 10 und 11*). Auch diese Aufstellungen zeigen, dass Quantität und Qualität häufig in negativer Beziehung stehen.

Tabelle 10 : Rangierung der untersuchten Maissorten nach Abbaubarkeit der Restpflanze, Kolbenanteil, Abbaubarkeit der Gesamtpflanze und Trockenmasse-Ertrag

Rang	Sorte	ED 5 Restpflanze (%)	Sorte	Kolbenanteil (%)	Sorte	ED 5 Gesamtpflanze (%)	Sorte	TM-Ertrag (kg/ha)
1	Nuestro (1)	33,2	NK Falkone (2)	55,8	DK315 (7)	56,0	Ronaldino (6)	20.416
2	NK Falkone (2)	30,8	PR39T45 (5)	55,0	Friedrixx (9)	55,2	PR39T45 (5)	19.774
3	Beatle (3)	30,5	PR39F58 (8)	54,2	NK Falkone (2)	55,0	PR39F58 (8)	19.741
4	Roberto (4)	30,3	Nuestro (1)	53,6	PR39F58 (8)	54,7	Beatle (3)	18.014
5	DK315 (7)	29,0	DK315 (7)	53,4	Nuestro (1)	54,6	NK Falkone (2)	17.524
6	Friedrixx (9)	29,0	Ronaldino (6)	53,4	Roberto (4)	54,1	Roberto (4)	17.489
7	Ronaldino (6)	28,9	Friedrixx (9)	52,8	Ronaldino (6)	53,3	Friedrixx (9)	16.989
8	PR39F58 (8)	25,0	Roberto (4)	51,9	Beatle (3)	53,0	Nuestro (1)	16.949
9	PR39T45 (5)	24,5	Beatle (3)	51,0	PR39T45 (5)	52,6	DK315 (7)	16.898

Tabelle 11: Bewertung der untersuchten Maissorten hinsichtlich Abbaubarkeit der Restpflanze, Kolbenanteil, Abbaubarkeit der Gesamtpflanze und Trockenmasse-Ertrag (1 – 9 Punkte)

	ED 5 Restpflanze (%)	Kolbenanteil (%)	ED 5 Gesamtpflanze (%)	Trockenmasse-Ertrag (kg/ha)
Nuestro (1)	*****	*****	****	**
NK Falkone (2)	*****	*****	*****	*****
Beatle (3)	*****	*	**	*****
Roberto (4)	*****	**	****	****
PR39T45 (5)	*	*****	*	*****
Ronaldino (6)	***	****	***	*****
DK315 (7)	*****	*****	*****	*
PR39F58 (8)	**	*****	*****	*****
Friedrixx (9)	****	**	*****	***

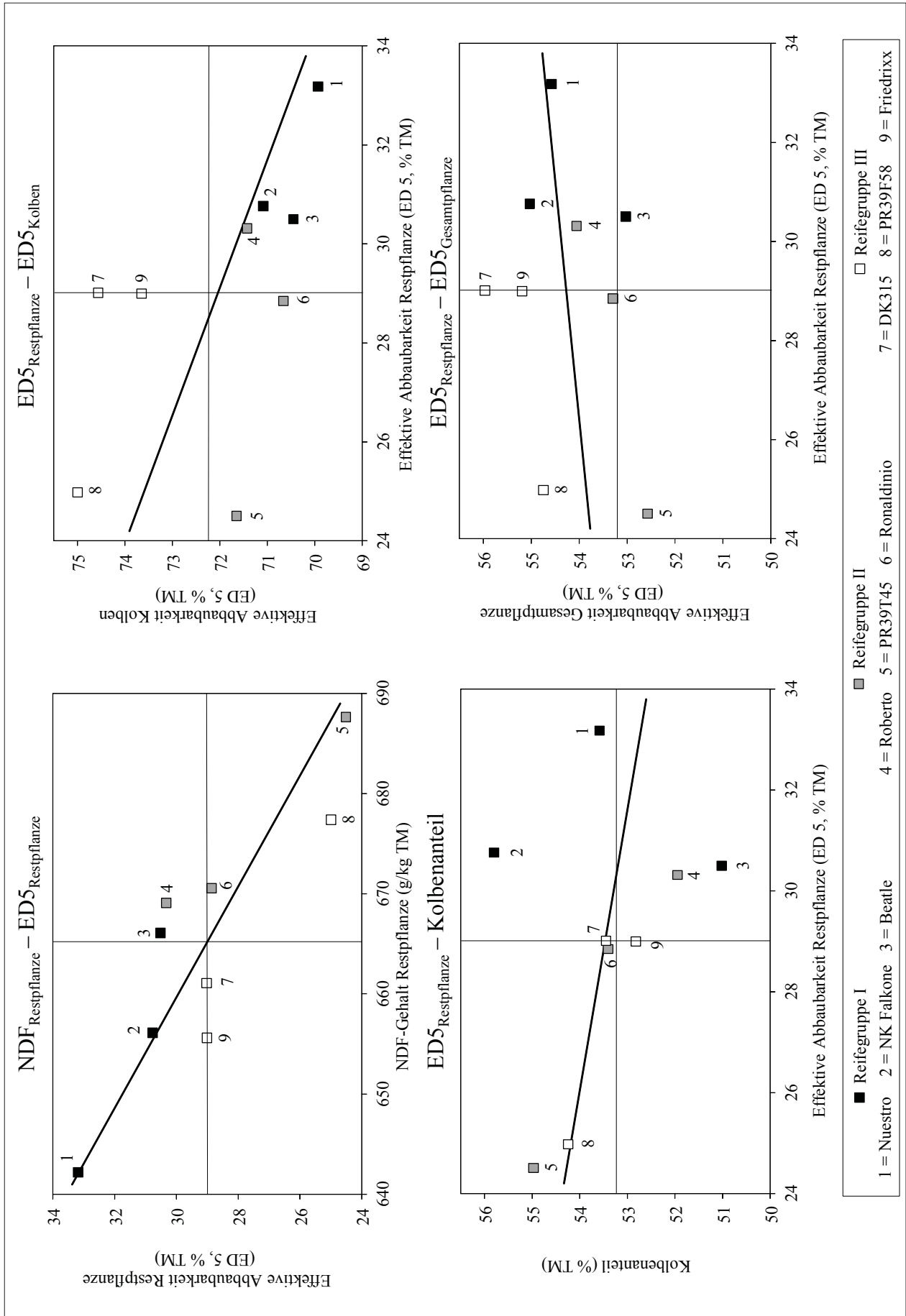


Abbildung 13: Beziehungen zwischen der effektiven Abbaubarkeit der Restpflanze und der effektiven Abbaubarkeit von Kolben und Gesamtpflanze sowie Kolbenanteil

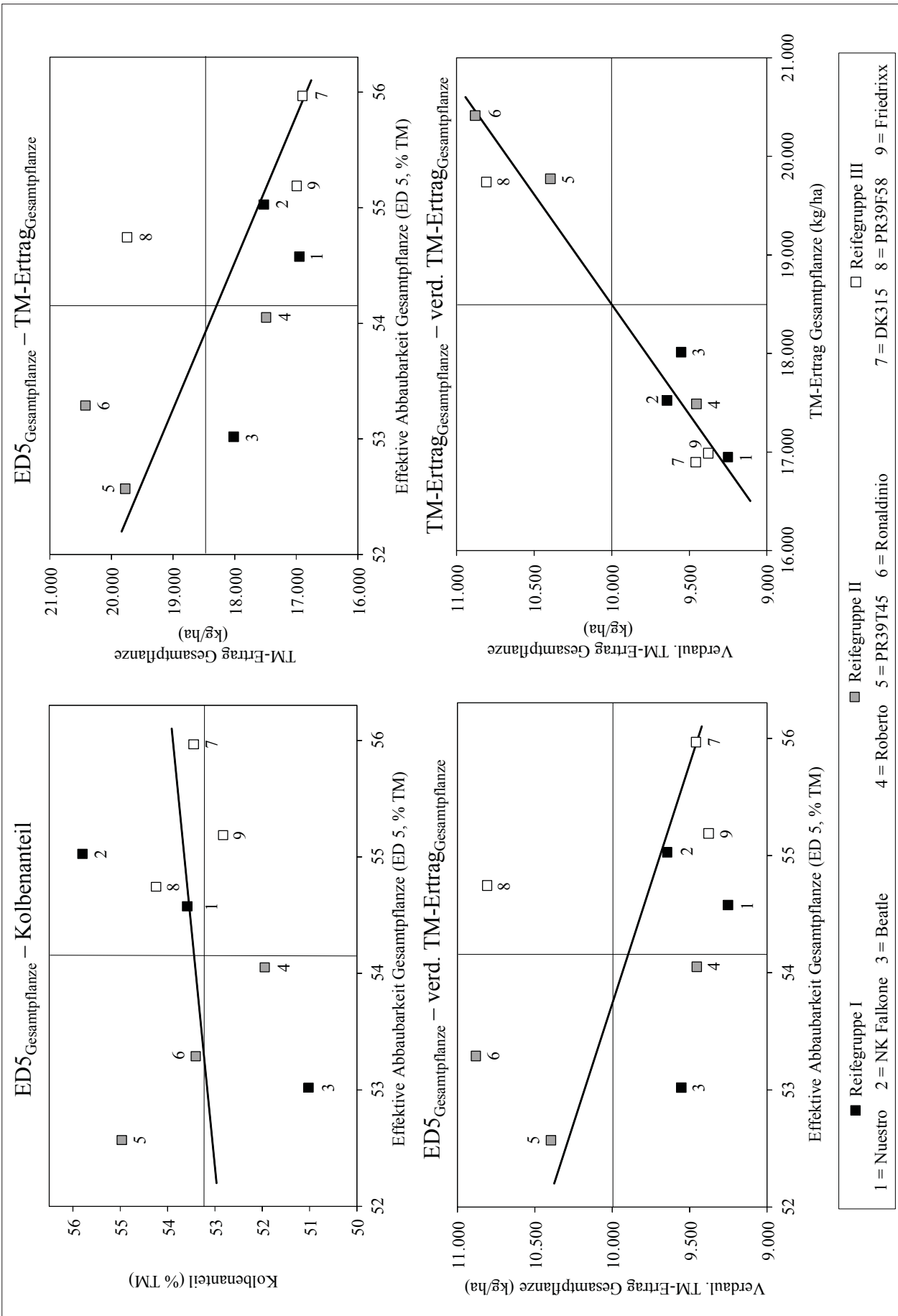


Abbildung 14: Beziehungen zwischen effektiver Abbaubarkeit der Gesamtpflanze und Kolbenanteil sowie Ertrag an Trockenmasse und abbaubarer Trockenmasse

5. Literatur

- AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit), 2012: Informationen der Internethomepage: <http://www.agrarnet.info/media.php?+content+&id=%2C%2C%2C%2CZmLsZ-W5hbWU9ZG93bmxvYWQIM0QIMkYyMDEyLjAxLjI1JTJGMT-MyNzQ4MTg2OS5wZGYmcm49U29yGvUyMvZyY2hyZWlidW5nJTlWTFpicyUyMCUyODE5OSUyMEtCJTl5LnBkZg%3D%3D>, besucht am 14.08.2013.
- AKBAR, M., P. LEBZIEN und G. FLACHOWSKY, 2002: Measurement of yield and in situ dry matter degradability of maize varieties harvested at two stages of maturity in sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 100, 53-70.
- ANDRAE, J.G., C.W. HUNT, G.T. PRITCHARD, L.R. KENNINGTON, J.H. HARRISON, W.KEZAR und W. MAHANNA, 2001: Effect of hybrid, maturity, and mechanical processing of corn silage on intake and digestibility by beef cattle. *J. Anim. Sci.* 79, 2268-2275.
- BAL, M.A., J.G. COORS und R.D. SHAVER, 1997: Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion and milk production. *J. Dairy Sci.* 80, 2497-2503.
- BAL, M.A., R.D. SHAVER, K.J. SHINNERS, J.G. COORS, J.G. LAUER, R.J. STRAUB und R.G. KOEGEL, 2000a: Stage of maturity, processing and hybrid effects on ruminal in situ disappearance of whole-plant corn silage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 86, 83-94.
- BAL, M.A., R.D. SHAVER, H. AL-JOBEILE, J.G. COORS und J.G. LAUER, 2000b: Corn silage hybrid effects on intake, digestion and milk production by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83, 2849-2858.
- DACCORD, R., Y. ARRIGO und R. VOGEL, 1995: Nährwert von Mais-silage. *Agrarforschung* 2, 397-400.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), 1997: DLG-Futterwertta-bellen. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 212 S.
- ETTLE, T., P. LEBZIEN, G. FLACHOWSKY und F.J. SCHWARZ, 2001: Effect of harvest date and variety on ruminal degradability of ensiled maize grains in dairy cows. *Arch. Anim. Nutr.* 55, 69-84.
- ETTLE, T. und F.J. SCHWARZ, 2003: Effect of maize variety harvested at different maturity stages on feeding value and performance of dairy cows. *Anim. Res.* 52, 337-349.
- FERRET, A., J. GASA, J. PLAIXATS, F. CASANÑAS, L. BOSCH und F. NUEZ, 1997: Prediction of voluntary intake and digestibility of maize silages given to sheep from morphological and chemical composition, in vitro digestibility or rumen degradation characteristics. *Anim. Sci.* 64, 493-501.
- FLACHOWSKY, G., W. PEYKER, A. SCHNEIDER und K. HENKEL, 1993: Fibre analyses and in sacco degradability of plant fractions of two corn varieties harvested at various times. *Anim. Feed Sci. Technol.* 43, 41-50.
- GROSS, F., 1970a: Schlussfolgerungen für den Maiszüchter aus den Gruber Fütterungsversuchen mit Silo- und Körnermais. *Bayer. Landw. Jahrbuch* 47, 235-240.
- GROSS, F., 1970b: Einfluss des Erntezeitpunktes auf den Futterwert von Maisgärfutter. *Wirtschaftseig. Futter* 16, 306-336.
- GROSS, F., 1980: Content and in vivo digestibility (sheep) of nutrients in maize varieties harvested at different stages for silage. In: POLL-MER W.G. und R.H. PHIPPS (Hrsg.): *Improvement of quality traits of maize for grain and silage*. Martinus Nijhoff Publishers b.v., The Hague, Boston, London, 429-455.
- GROSS, F. und W. PESCHKE, 1980: Nährstoffgehalt von Silomais – 3. Mitteilung: Nährstoffgehalt und Verdaulichkeit der Maiskolben. *Wirtschaftseig. Futter* 26, 184-192.
- GRUBER, L., H. KOPAL, F. LETTNER und F. PARRER, 1983: Einfluss des Erntezeitpunktes auf den Nährstoffgehalt und den Ertrag von Silomais. *Wirtschaftseig. Futter* 29, 87-109.
- GRUBER, L., K. TAFFERNER, L. HABERL, G. MAIERHOFER, J. GAS-TEINER und M. URDL, 2006: Einfluss von Vegetationsstadium, Sorte, Standort und Konservierung von Silomais auf den Gehalt an Rohprotein- und Kohlenhydrat-Fractionen sowie den ruminalen in situ-Abbau der Trockenmasse. *Kongressband 118. VDLUFA-Kongress, Freiburg im Breisgau, 19.–22. September 2006*, 226-239.
- GRUBER, L. und W. HEIN, 2006: Ertrag und Futterqualität von Silomais in Abhängigkeit von Vegetationsstadium, Sorte und Standort. *Kongressband 118. VDLUFA-Kongress, Freiburg im Breisgau, 19.–22. September 2006*, 244-259.
- HEIN, W., L. GRUBER, G. URAY, J. HINTERHOLZER und G. PUCH-WEIN, 1996: Restpflanze ist nicht gleich Restpflanze – Sortenbedingte Unterschiede der Restpflanze beeinflussen Ertrag und Qualität von Silomais. *Mais* 24, 108-111.
- HEIN, W. und L. GRUBER, 2003: Unterschiede österreichischer Silomais-Sorten hinsichtlich Ertrag und Futterwert. *Bericht 54. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, BAL Gumpenstein, Irdning, 25.–27. November 2003*, 77-84.
- HEPTING, L., 1988a: Verdaulichkeit der Maispflanze – I. Kolben ist nicht gleich Kolben. *Mais* 4, 23-25.
- HEPTING, L., 1988b: Verdaulichkeit der Maispflanze – III. Verdaulichkeit der Gesamtpflanze ein Maß für den Nährstofftrag. *Mais* 4, 29-30.
- HERTER, U., A. ARNOLD, F. SCHUBIGER und M. MENZI, 1996: Verdaulichkeit, das wichtigste Qualitätsmerkmal bei Silomais. *Ag-rarforschung* 3, 535-538.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), 1989: *Ruminant Nutrition - Recommended Allowances and Feed Tables*. INRA & John Libbey Eurotext, Paris, 389 S.
- JENSEN, C., M.R. WEISBJERG, P. NØRGAARD und T. HVELPLUND, 2005: Effect of maize silage maturity on site of starch and NDF diges-tion in lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 118, 279-294.
- JOHNSON, L.M., J.H. HARRISON, D. DAVIDSON, C. HUNT, W.C. MAHANNA und K. SHINNERS, 2003: Corn silage management: Effects of hybrid, maturity, chop length and mechanical processing on rate and extent of digestion. *J. Dairy Sci.* 86, 3271-3299.
- KURTZ, H., F. FLASSHOFF und F.J. SCHWARZ, 2004: Effects of brown midrib 3 mutation in silage corn on ruminal degradability, digestibi-lity and performance of beef cattle. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 13, 82.
- KURTZ, H., 2006: *Vergleichende Untersuchungen zum Einfluss der Pflanzengenetik und der physiologischen Reife von Körnern und Restpflanzen verschiedener Maishybriden auf die ruminale Abbaubarkeit*. Dissertation, Technische Universität München, München-Weihenstephan, 264 S.
- DI MARCO, O., M. AELLO, M. NOMDEDEU und S. VAN HOUTTE, 2002: Effect of maize crop maturity on silage chemical composition and digestibility (in vivo, in situ and in vitro). *Anim. Feed Sci. Technol.* 99, 37-43.
- McDONALD, I., 1981: A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci.* 96, 251-252.
- METWALLY, A. und F.J. SCHWARZ, 2010: Comparison of the ruminal degradability of different components of the maize plant. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 19, 119.
- NRC (National Research Council), 2001: *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th, revised edition, National Academy Press, Washington D.C., 381 S.

- ØRSKOV, E.R. und I. McDONALD, 1979: The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92, 499-503.
- ØRSKOV, E.R. und M. RYLE, 1990: *Energy Nutrition in Ruminants*. Elsevier Applied Science, London, 149 S.
- PARYS, C., A. MATTHÉ, P. LEBZIEN und G. FLACHOWSKY, 2000: In sacco Abbaubarkeit von Mais-Restpflanzen im Pansen von Milchkühen. Kongressband 112. VDLUFA-Kongress, Stuttgart-Hohenheim, 18.–22. September 2000, 80-83.
- PEX, E.J., F.J. SCHWARZ und M. KIRCHGESSNER, 1996: Zum Einfluss des Erntezeitpunktes von Silomais auf Verdaulichkeit und Energiegehalt von Maissilage bei Rind und Schaf. *Wirtschaftseig. Futter* 42, 83-96.
- PIONEER, 2012: Produktkatalog 2012. Informationen der Internethomepage: http://www.mrol.ch/cms/images/mrol/pdf/pioneer_katalog_ch_2012_final_1seitig.pdf, besucht am 14.08.2013.
- SCHLAGHECK, A., 2001: Untersuchungen zum Einfluss ausgewählter Faktoren auf die in vitro-Verdaulichkeit von Silomais und auf Parameter der Pansenphysiologie. Dissertation, Georg-August-Universität, Göttingen, 135 S.
- SÜDEKUM, K.H., 2005: Möglichkeiten und Grenzen einer Standardisierung der in situ-Methodik zur Schätzung des ruminalen Nährstoffabbaus. *Übers. Tierernährung* 33, 71-86.
- TERLER, G., 2013: Einfluss von Sorte, Erntezeitpunkt und Jahr auf den ruminalen Trockenmasse-Abbau neun aktueller Silomais-Sorten unterschiedlicher Reifezahl. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, 115 S.
- THOMET, P., D. DUBOIS, T. RIHS und J. TROXLER, 1986: Prüfung der Verdaulichkeitsunterschiede von fünf ausgewählten Maissorten. *Mitteil. schweizerische Landw.* 34, 61-72.
- VERBIČ, J., J.M.A. STEKAR und M. RESNIK-ČEPON, 1995: Rumen degradation characteristics and fibre composition of various morphological parts of different maize hybrids and possible consequences for breeding. *Anim. Feed Sci. Technol.* 54, 133-148.
- ZELLER, F., 2009: Zum Einfluss von Genotyp und physiologischer Reife von Mais auf die chemische Zusammensetzung und ruminale Abbaubarkeit der Restpflanze. Dissertation, Technische Universität München, München-Weihenstephan, 179 S.