

Nutztiere

Verdaulichkeit und Mineralstoffgehalte von konserviertem Futter

Yves Arrigo, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux

Auskünfte: Yves Arrigo, E-Mail: Yves.Arrigo@alp.admin.ch, Fax +41 26 40 77 300, Tel. +41 26 40 77 264

Zusammenfassung

Bei unterschiedlichen Schnitten und Wachstumsstadien wurde eine Klee-Gras Mischung einer Parzelle geerntet und anschliessend konserviert durch Tiefgefrieren, schonende Trocknung (Dehydratation), Heubelüftung, Feldtrocknung, Silierung bei 30 % Trockensubstanz (TS) und Silierung bei 50 % TS. Die Verdaulichkeit der Futter wurde in vivo mit Hammeln untersucht. Bei allen 42 Futtermitteln wurden die Mengenelemente analysiert.

Die Konservierungsart beeinflusst zwar die Verdaulichkeit, scheint aber hier nicht die entscheidende Rolle zu spielen. Haupteinflussfaktoren sind das Entwicklungsstadium der Pflanzen sowie der Schnitt.

Die Mengenelemente wurden von der Art der Konservierung nicht beeinflusst. Allein der Gehalt an Calcium (Ca) war im feldgetrockneten Futter vergleichsweise geringer als in denjenigen Futterkonserven, die mechanisch nur wenig behandelt wurden.

Die Ergebnisse zeigen, wie wichtig eine sorgfältige Behandlung des Futters bei der Ernte und Konservierung ist. Wird diesem Aspekt bereits ab dem Schnitt die entsprechende Bedeutung beigemessen, wird die Verdaulichkeit nur wenig beeinflusst und die Mineralstoffgehalte bleiben unverändert.

Der Eckpfeiler für die Futterwert-schätzung ist die Verdaulichkeit der organischen Substanz (vOS); sie lässt sich mittels Regressionsgleichungen schätzen, die auf der chemischen Zusammensetzung basieren. Bei Labormethoden (in vitro) zur Bestimmung der Verdaulichkeit werden Pansensaft (Tilley und Terry 1963) oder Enzyme (Aufrère 1989) verwendet. Die in vitro erhaltenen Ergebnisse können je nach angewandter

Methode voneinander abweichen (Schubiger 2001). Mit Hammeln (in vivo) kann man zuverlässige Verdaulichkeitswerte bestimmen, die sich als Referenzen zur Kalibrierung dieser Schätzmethoden einsetzen lassen.

Die in vivo Verdaulichkeitsbestimmung dauert ungefähr dreissig Tage. In einem solchen Zeitraum verändert sich jedoch die chemische Zusammensetzung des Futters, weshalb das Futter zum bestimmten Zeitpunkt konserviert werden sollte.

Ursprung dieses Projekts ist der Einsatz einer Pilotanlage von ALP, mit welcher das Futter dehydratisiert wird. Mit diesem Gerät soll unter kontrollierten Bedingungen eine Futterkonserve hergestellt werden, um damit die Konservierung durch Tiefgefrieren zu ersetzen. Diese Methode ist jedoch arbeits- und energieaufwändig. Für unsere in vivo Versuche ist es erforderlich, dass

die Futterkonserve die Eigenschaften des Ausgangsfutters weitestgehend beibehält, um so eine möglichst geringe Veränderung der Gehalte zu sichern.

Mit der der jeweiligen Konservierungsart hängen verschiedenartige mechanische Belastungen des Futters bei dessen Vorbereitung zusammen, welche dem konservierten Futter besondere Eigenschaften verleihen.

Aus diesem Grund könnte der Einfluss der Konservierungsmethode für die Verdaulichkeit und die Nährstoffgehalte relevant sein. Unterscheiden sich die Gehalte der Futterkonserven, ist es von Interesse, in welcher Grössenordnung sich diese Differenzen bewegen. Im vorliegenden Artikel wird der Einfluss der Konservierungsmethode auf die Nährstoffverdaulichkeit und die Mineralstoffgehalte beschrieben.

Ausgangsfutter: Gräser-Leguminosen-Mischung

Eine Gräser-Leguminosen-Mischung einer Parzelle wurde in zwei verschiedenen Entwicklungsstadien im Abstand von 30 Tagen geerntet. Die Futter stammten in den Jahren 2000 und 2002 vom ersten Schnitt und im Jahr 2001 vom dritten Schnitt. Nach dem Mähen wurde das Futter folgendermassen konserviert: durch Tiefgefrieren, Dehydratation in einer Versuchsanlage, Heubelüftung, Feldtrocknung, Silierung bei 30 % Trockensubstanz (TS) und Silierung bei 50 % TS (Arrigo 2006).



Abb. 1. Zur Kotsammlung wird ein Kotgeschirr verwendet.

Bei der Ernte wurden Proben des Ausgangsfutters gezogen. Die Proben der Futterkonserven wurden bei der Rationenzusammenstellung für die Tierversuche etwa 200 Tage später genommen. Die Mineralstoffe Calcium (Ca), Phosphor (P), Magnesium (Mg) und Kalium (K) wurden mittels Spektroskopie ICP (Inductively Coupled Plasma) analysiert.

Um die in vivo Verdaulichkeit der 36 Futterkonserven zu bestimmen, wurden vier ausgewachsene Hammel der Rasse Braunköpfiges Fleischschaf (Oxford) pro Behandlung eingesetzt. Die Rationen für die Tiere wurden gemäss ihres energetischen Erhaltungsbedarfs (0,38 MJ umsetzbare Energie (UE) pro kg metabolisches Körpergewicht) plus 10 % berechnet. Nach einer dreiwöchigen Anpassungsphase an das Futter wurde während zwei Phasen von je vier aufeinander folgenden Tagen täglich der Kot quantitativ gesammelt (Abb. 1), Proben entnommen und auf Nährstoffe hin analysiert. Bei jedem Schaf wurde die Nährstoffverdaulichkeit während diesen beiden viertägigen Versuchsperioden bestimmt. Die Verdaulichkeit entspricht 100 % abzüglich dem Quotienten der ausgeschiedenen Nährstoffe geteilt durch die aufgenommenen Nährstoffe.

Die botanische Zusammensetzung des Futters war bei jeder Ernte unabhängig von der Konservierungsmethode jeweils identisch (Arrigo 2006), die Nährstoffgehalte sind in Tabelle 1 dargestellt.

Konservierungsart: Einfluss auf die Verdaulichkeit

Die Ergebnisse der Verdaulichkeitsversuche ergaben keine grossen Unterschiede zwischen den einzelnen Futterkonserven. Ohne Berücksichtigung von Schnitt und Stadium liessen sich keine signifikanten Unter-

Tab. 1. Nährstoffgehalte von Grünfutter und Grünfutterkonserven

	Grün- futter	Tief- kühlung	Dehydra- tation	Belüf- tung	Feld- trocknung	Silage 30 %	Silage 50 %
TS g/kg							
1.S. frühreif 2000	176	179	865	877	869	291	528
1.S. spätreif 2000	218	236	901	896	883	263	560
3.S. frühreif 2001	181	176	878	878	863	308	717
3.S. spätreif 2001	210	220	887	873	855	283	773
1.S. frühreif 2002	160	170	863	903	878	268	425
1.S. spätreif 2002	254	247	898	910	900	253	479
OS g/kg TS							
1.S. frühreif 2000	915	913	913	916	922	909	921
1.S. spätreif 2000	928	930	933	933	940	932	937
3.S. frühreif 2001	913	910	909	909	909	910	909
3.S. spätreif 2001	910	912	910	909	909	910	909
1.S. frühreif 2002	913	915	910	910	913	909	906
1.S. spätreif 2002	931	927	908	932	936	921	919
RP g/kg TS							
1.S. frühreif 2000	162	164	165	151	151	179	163
1.S. spätreif 2000	84	83	91	79	74	93	83
3.S. frühreif 2001	160	171	167	164	164	164	172
3.S. spätreif 2001	119	101	121	127	123	135	123
1.S. frühreif 2002	163	158	160	143	134	166	148
1.S. spätreif 2002	87	96	98	89	77	109	106
RF g/kg TS							
1.S. frühreif 2000	202	190	194	204	211	225	231
1.S. spätreif 2000	347	341	339	351	366	370	366
3.S. frühreif 2001	200	178	206	199	206	187	189
3.S. spätreif 2001	213	182	213	244	249	250	230
1.S. frühreif 2002	207	195	213	216	229	225	228
1.S. spätreif 2002	320	299	318	341	356	368	337
ADF_{om} g/kg TS							
1.S. frühreif 2000	253	244	233	240	244	262	263
1.S. spätreif 2000	389	377	378	379	399	414	408
3.S. frühreif 2001	231	266	256	243	250	244	255
3.S. spätreif 2001	271	245	277	298	295	324	295
1.S. frühreif 2002	257	236	243	251	256	270	269
1.S. spätreif 2002	359	342	359	381	394	418	377
NDF_{om} g/kg TS							
1.S. frühreif 2000	385	369	383	415	442	388	432
1.S. spätreif 2000	595	573	584	603	633	613	616
3.S. frühreif 2001	360	348	373	391	410	322	365
3.S. spätreif 2001	389	325	364	423	458	434	440
1.S. frühreif 2002	409	386	409	426	449	377	402
1.S. spätreif 2002	535	512	547	570	606	590	538

ADF_{om} und NDF_{om} Analyse der Zellwandbestandteile ohne Asche

schiede zwischen den verschiedenen Konservierungsarten feststellen (Tab. 2): vOS: $p=0,74$; Verdaulichkeit des Rohproteins (vRP) $p=0,17$; Verdaulichkeit der Rohfaser (vRF) $p=0,96$; Verdaulichkeit der Lignozellulose (vADF) $p=0,97$; Verdaulichkeit der Zellwände (vNDF) $p=0,98$; Verdaulichkeit der Bruttoenergie (dBE) $p=0,78$.

Betrachtet man die Futterkonserven pro Schnitt, zeigten sich signifikante Unterschiede bezüglich einiger Nährstoffe zwischen be-

stimmten Futterkonserven. Bei den sechs Vergleichen unterschieden sich im Hinblick auf die vOS zum einen das tiefgekühlte Futter (75,4 %) von dem feldgetrockneten Heu (69,8 %) und zum anderen die Silage 30 % (61,2 %) von den übrigen, nicht silierten Futterkonserven (66,6 - 68,4 %). Diese signifikanten Unterschiede traten lediglich im spätreifen Stadium auf.

Was die vRP betrifft, so traten bei der Konservierung durch Dehydratation höhere Werte als bei

den übrigen Konserven auf, ausgenommen 3. Schnitt spätreif. Jedoch wiesen nur die spätreif geernteten Futter signifikante Unterschiede auf, bei welchen sich die Dehydratation zweimal von der Feldtrocknung und einmal von der Tiefkühlung oder der Silage 50 % unterschied. Im Hinblick auf die Zellwandbestandteile zeigte sich, dass sich bezüglich der vRF die Silage 30 % in 75 % aller Fälle mit höheren Werten von den anderen Konserven unterscheidet. Bei vADF und vNDF wies die Dehydratation in zwei Fällen tiefere Koeffizienten auf.

Diese Unterschiede wiederholten sich jedoch weder bei den verschiedenen Vergleichen noch bei den unterschiedlichen Nährstoffen, so dass sich nicht sagen lässt, eine Konservierungsart eigne sich hinsichtlich ihrer Verdaulichkeit durchwegs besser.

Schnitt und Entwicklungsstadium: Nährstoffverdaulichkeit

Vom 1. bis zum 3. Schnitt beeinflusste dieser die Verdaulichkeit aller Nährstoffe in signifikanter Weise, ausgenommen vRP spätreif. Alle Verdaulichkeitswerte der ersten, frühreifen Aufwüchse sind höher als die der frühreifen Wiederaufwüchse. Die Differenzen liegen zwischen 0,6 Punkten für die vRP und 4,7 Punkten für vADF. Alle Verdaulichkeitswerte der spätreifen Wiederaufwüchse waren höher als die der ersten spätreifen Schnitte; die Abweichungen sind hier ausgeprägter: von 0,4 Punkten für vRP bis 11,4 Punkte für vNDF.

Das Wachstumsstadium beeinflusste die Verdaulichkeit am stärksten. Im vorliegenden Versuch war die Verdaulichkeit des frühreifen Futters höher als die des spätreifen. Die Differenzen betragen von sechs Punkten bei der vOS bis hin zu 24 Punkten

Tab. 2. In vivo Verdaulichkeit der konservierten Futter in %

	n	Tiefkühlung	Dehydratation	Belüftung	Feldtrocknung	Silage 30 %	Silage 50 %	$S_{\bar{x}}$	p
vOS									
Durchschnitt	24	75,3	74,8	74,7	73,5	72,5	73,1	1,5	0,74
1. Aufwuchs	16	73,6	75,2	72,8	72,0	72,3	72,5	3,4	0,98
3. Aufwuchs	8	77,4	75,8	76,2	74,1	75,4	75,2	1,3	0,64
Frühreife Stadien	12	80,8	80,5	81,1	80,9	79,8	79,1	0,7	0,30
Spätreife Stadien	12	69,8	69,2	68,9	66,8	65,2	67,1	1,3	0,10
vRP									
Durchschnitt	24	61,7	65,8	62,4	59,7	62,0	60,1	1,7	0,17
1. Aufwuchs	16	62,2	67,8	60,4	58,8	65,1	61,6	3,6	0,53
3. Aufwuchs	8	60,2	64,8	63,8	61,4	60,8	60,5	2,9	0,82
Frühreife Stadien	12	70,5 ^{ab}	72,4 ^a	69,7 ^{ab}	68,8 ^{ab}	68,2 ^{ab}	65,9 ^b	1,2	0,01
Spätreife Stadien	12	52,1 ^{bc}	59,1 ^a	55,8 ^{cd}	51,3 ^b	55,8 ^{ad}	54,2 ^{bd}	1,0	<0,01
vRF									
Durchschnitt	24	76,6	75,2	76,3	76,5	77,8	77,5	2,1	0,96
1. Aufwuchs	16	75,7	75,7	73,2	74,1	77,0	76,1	4,6	0,99
3. Aufwuchs	8	79,7	76,2	80,5	79,6	82,6	80,7	2,1	0,41
Frühreife Stadien	12	85,9 ^{abc}	83,6 ^b	84,7 ^{bc}	86,2 ^{ac}	87,8 ^a	87,1 ^{ac}	0,7	<0,01
Spätreife Stadien	12	67,3	66,8	68,5	67,6	67,8	68,0	1,8	0,99
vADF									
Durchschnitt	24	76,2	74,0	75,1	75,2	76,2	75,9	2,1	0,98
1. Aufwuchs	16	74,7	75,5	72,4	72,5	75,7	75,2	4,8	0,99
3. Aufwuchs	8	77,3	73,3	77,5	77,5	79,5	78,7	1,8	0,25
Frühreife Stadien	12	86,0	82,2	84,0	84,9	85,5	85,3	0,9	0,06
Spätreife Stadien	12	66,4	65,8	66,9	66,3	67,0	66,5	1,7	1,0
vNDF									
Durchschnitt	24	77,8	75,9	77,7	77,8	76,4	77,6	2,1	0,98
1. Aufwuchs	16	76,6	77,2	75,6	75,7	75,8	76,5	4,6	1,00
3. Aufwuchs	8	80,0	76,2	81,6	81,0	81,7	83,0	1,9	0,19
Frühreife Stadien	12	87,5 ^a	84,0 ^b	86,8 ^{ab}	87,4 ^a	85,5 ^{ab}	86,6 ^{ab}	0,8	0,01
Spätreife Stadien	12	68,0	67,8	69,5	69,1	67,3	68,7	2,0	0,97

Die mit verschiedenen Buchstaben bezeichneten Werte derselben Zeile weisen signifikante Unterschiede auf; $S_{\bar{x}}$ Standardfehler des Mittelwerts

bei der vADF. Dieser Einfluss tritt beim 1. Schnitt deutlich stärker hervor als bei den Wiederaufwüchsen. Die grösste Differenz hinsichtlich der vADF (1. Schnitt 2000) entspricht mit 24,3 Punkten einer täglichen Verminderung der Verdaulichkeit von 0,8 Punkten.

Diese von Schnitt und Stadium ausgehenden Auswirkungen bestätigen, dass die Verdaulichkeit der OS beim 1. Schnitt insbesondere vom Wachstumsstadium abhängt, während die vOS der Wiederaufwüchse geringer ist als die des entsprechenden Futters zu Beginn der Wachstumsperiode (Demarquilly *et al.* 1998).

Konservierungsmethode: Mineralstoffgehalt

Mit Ausnahme des Ca (Abb. 2) wurden die Mineralstoffgehalte durch die Konservierungsmethoden nicht beeinflusst und die Gehalte der verschiedenen Futterkonserven waren sich ähnlich (Tab. 3). Beim ersten Aufwuchs war der Ca-Gehalt des feldgetrockneten Heus niedriger als bei den maschinell weniger beanspruchten Futterkonserven, wie beispielsweise dem tiefgekühlten oder dehydratisierten Futter oder der Silage 30 % TS (4,6 gegenüber 6,7 bis 6,9 g/kg TS). Bei den Wiederaufwüchsen unterschieden sich lediglich das feldgetrocknete Heu und das dehydratisierte Futter hinsichtlich ihrer Ca-Gehalte (8,1 gegenüber 11,2 g/kg TS). Da die Mineralstoffkonzentration in den Blättern höher ist als in den Stängeln (Meschy und Guégen 1995), lassen sich die geringeren Ca-Gehalte des feldgetrockneten Heus mit den Blattspalten- und Blattverlusten erklären, zu welchen es während der maschinellen Bearbeitung des Heus kommt.

Die Aschegehalte unterschieden sich nicht signifikant. Die höchsten Aschegehalte fanden sich im Futter der Wiederaufwüchse und

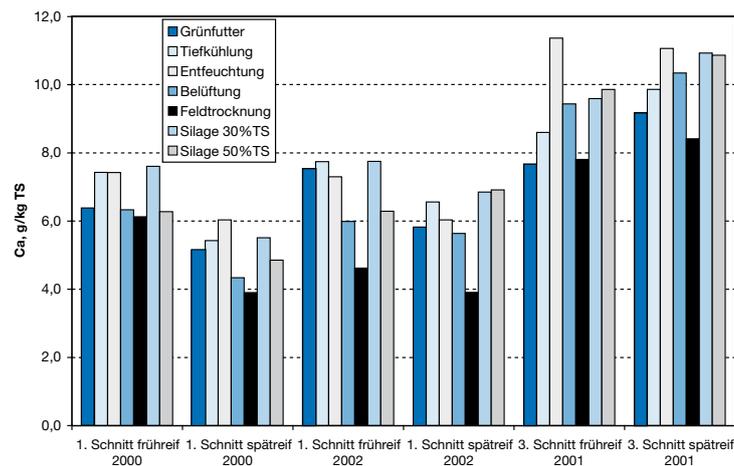


Abb. 2. Calciumgehalte je nach Konservierungsart, Schnitt und Wachstumsstadium.

Tab. 3. Mineralstoffgehalte des Futters und der Futterkonserven in g/kg TS

	Grün- futter	Tief- kühlung	Dehydra- tion	Belüf- tung	Feldtrock- nung	Silage 30 %	Silage 50 %
Asche							
1.S. frühreif 2000	85	87	87	84	78	91	79
1.S. spätreif 2000	72	70	67	67	60	68	63
3.S. frühreif 2001	87	90	91	91	91	90	91
3.S. spätreif 2001	90	88	90	91	91	90	91
1.S. frühreif 2002	87	85	90	90	87	91	94
1.S. spätreif 2002	69	73	92	68	64	79	81
Ca							
1.S. frühreif 2000	6,4	7,4	7,4	6,3	6,1	7,6	6,3
1.S. spätreif 2000	5,2	5,4	6,0	4,3	3,9	5,5	4,9
3.S. frühreif 2001	7,7	8,6	11,4	9,4	7,8	9,6	9,9
3.S. spätreif 2001	9,2	9,9	11,1	10,3	8,4	10,9	10,9
1.S. frühreif 2002	7,5	7,7	7,3	6,0	4,6	7,8	6,3
1.S. spätreif 2002	5,8	6,6	6,0	5,6	3,9	6,9	6,9
P							
1.S. frühreif 2000	3,4	3,1	3,2	3,1	3,0	3,4	3,3
1.S. spätreif 2000	2,5	2,1	2,2	2,1	2,0	2,3	2,2
3.S. frühreif 2001	3,8	3,4	3,9	3,6	3,7	3,5	3,7
3.S. spätreif 2001	3,4	2,9	3,4	3,5	3,3	3,4	3,4
1.S. frühreif 2002	3,6	2,9	3,3	3,4	3,1	3,5	3,4
1.S. spätreif 2002	2,2	1,8	2,4	2,2	2,2	1,9	1,3
Mg							
1.S. frühreif 2000	1,7	1,9	2,0	1,6	1,5	1,9	1,6
1.S. spätreif 2000	1,3	1,4	1,5	1,2	1,1	1,3	1,4
3.S. frühreif 2001	2,7	3,3	3,2	2,8	2,7	3,2	3,1
3.S. spätreif 2001	2,9	3,5	3,5	3,2	3,1	3,3	3,1
1.S. frühreif 2002	1,7	1,6	1,7	1,6	1,3	1,9	1,6
1.S. spätreif 2002	1,3	1,4	1,4	1,3	1,1	1,5	1,4
K							
1.S. frühreif 2000	28,8	27,1	26,9	26,7	24,2	31,7	31,3
1.S. spätreif 2000	20,5	19,1	18,7	20,9	18,8	22,7	21,0
3.S. frühreif 2001	29,7	29,7	27,4	27,6	29,9	28,9	28,7
3.S. spätreif 2001	26,5	24,4	28,1	31,6	32,6	28,2	25,6
1.S. frühreif 2002	31,5	28,5	29,9	31,5	30,7	31,3	31,2
1.S. spätreif 2002	21,8	22,6	24,9	26,2	25,9	25,5	24,5

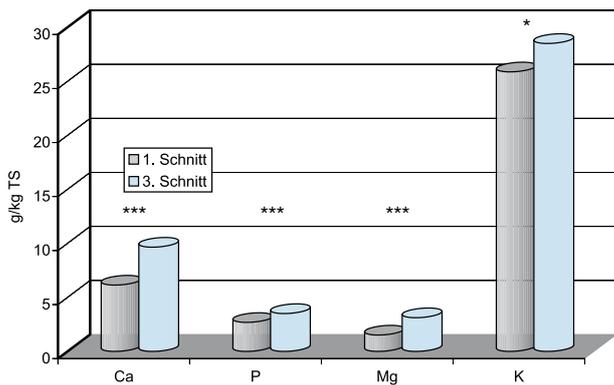


Abb. 3. Mineralstoffgehalte je nach Schnitt. Signifikante Unterschiede: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$

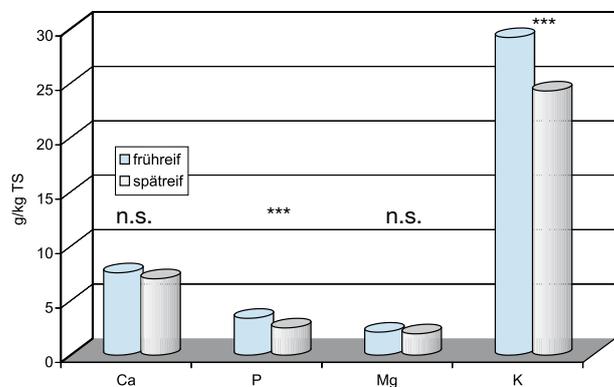


Abb. 4. Mineralstoffgehalte je nach Wachstumsstadium. Signifikante Unterschiede: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$ n.s. = nicht signifikant

dort insbesondere im tiefgekühlten Futter. Grund dafür ist die Kontamination des Futters mit Erde, die hier nicht durch maschinelle Arbeiten wie bei der Heubereitung entfernt wird.

Schnitt und Entwicklungsstadium: Mineralstoffgehalt

Die Mineralstoffgehalte des auf verschiedene Weise konservierten Futters bekräftigen den in der Literatur beschriebenen Einfluss von Schnitt und Wachstumsstadium (Meschy und Guégen 1995). Bei Betrachtung aller Futterkonserven zeigt sich, dass die Mineralstoffgehalte der Wiederaufwüchse höher waren als die der Erstaufwüchse (Abb. 3). Beim 3. Schnitt lagen sie für Ca bei +58 %, für P bei +31 %, für Mg bei +107 % und für K bei +10 %.

Dabei ist zu erwähnen, dass die Erstaufwüchse von Timotheegras (36 %) und Englische Raygras (27 %) dominiert wurden, wohingegen in den Wiederaufwüchsen Löwenzahn (36 %) vorherrschte, welcher höhere Mine-

ralstoffgehalte als Gras aufweist (Daccord *et al.* 2001).

Der Einfluss des Wachstumsstadiums variiert je nach Mineralstoff. P- und K-Gehalte werden mit zunehmendem Pflanzenalter geringer ($p < 0,001$), Ca und Mg werden nur wenig beeinflusst ($p = 0,4$ et $0,6$). Unsere Proben zeigten im Durchschnitt für die beiden Schnitte eine Verminderung von P in der Höhe von -26 %, für K lag diese bei -17 %, wie aus Abbildung 4 ersichtlich ist. Bei Ca und Mg waren diese Differenzen bei den beiden Schnitten mit einer Abnahme in der Höhe von 7 % weniger stark ausgeprägt. Durch das zunehmende Wachstumsstadium wurde nach 30 Tagen P um 26 % ($p < 0,01$) vermindert, K um 17 % ($p < 0,01$), Ca um 8 % ($p > 0,05$) und Mg um 5 % ($p > 0,05$).

Schlussfolgerungen

Die geringen Unterschiede zwischen den Ergebnissen der einzelnen Konservierungsarten zeigen, wie wichtig eine sorgfältige Behandlung des Futters während der Ernte und Konservierung ist. Es ist von grundlegender Bedeutung, dass das Anwelken des Futters nach allen Regeln der Kunst erfolgt. Die Sorgfalt im Umgang mit dem zu konservierenden Futter spielt eine entscheidende Rolle in Bezug auf den Nährwert der Futterkonserve.

Wird das Futter bereits vom Schnitt an entsprechend sorgfältig behandelt, stellt sich heraus, dass die Verdaulichkeit des konservierten Futters nur geringfügig verändert ist.

Die Konservierung beeinflusst zwar die Verdaulichkeit, spielt aber hierbei nicht die entscheidende Rolle. Den grössten Einfluss auf die Verdaulichkeit üben das Wachstumsstadium der Pflanzen aus und anschliessend der Schnitt.



Abb. 5. Dem Originalfutter entsprechendes entfeuchtetes Futter.

■ Die unterschiedlichen Konservierungsweisen haben die Mineralstoffgehalte des Ausgangsfutters nicht beeinflusst. Haupteinflussfaktoren sind hier sowohl der Schnitt als auch die botanische Zusammensetzung des Futters.

■ Eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit oder schlecht eingestellte Maschinen führen nicht nur zu Blatt- und Nährstoffverlusten, sondern darüber hinaus auch zu einer unerwünschten erdigen Kontamination des Futters.

■ Die geringfügigen Abweichungen bei der chemischen Zusammensetzung des Futters und die ähnliche Verdaulichkeit zwischen den Futterkonserven erlauben uns, bei der Konservierung der für die *in vivo* Bestimmungen vorgesehenen Futter unsere Pilotanlage zur Dehydratation zu verwenden.

Literatur

■ Arrigo Y., 2006. Einfluss der Konservierung auf den Aminosäuregehalt des Futters. *Agrarforschung* **13** (7), 272-277.

■ Aufrère J. & Demarquilly C., 1989. Predicting organic matter digestibility of forage by two pepsin-cellulase methods. *XVI International Grassland Congress*, Nice, France, 887-889.

■ Daccord R., Arrigo Y. & Kessler J., 2001. Nährwert von Wiesenpflanzen, Gehalt an Ca, P, Mg und K. *Agrarforschung* **8** (7), 264-269.

■ Demarquilly C., Dulphy J.P. & Andrieux J.P. 1998. *Fourrages* **155**, 349-369.

■ Meschy F. & Guéguen L., 1995. Ingestion et absorption des éléments minéraux majeurs, Nutrition des ruminants domestiques, INRA, Paris, 722-758.

■ Schubiger F.-X. & Lehmann J., 2001. Nährwert von Wiesenpflan-

zen, Verdaulichkeit. *Agrarforschung* **8** (9), 354-359.

■ Schubiger F.-X. & Lehmann J., 2001. Die Bestimmung der Verdaulichkeit von Futterpflanzen. *Agrarforschung* **8** (9), 360-363. Tilley M. & Terry R., 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* **18**, 104-111.

■ Vérité R. & Peyraud J.-L., 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins, ouvrage collectif, R. Jarrige. INRA, Paris, 75-80.

RÉSUMÉ

Influence du mode de conservation, du cycle et du stade sur la digestibilité et les teneurs en minéraux de l'herbe

Un mélange graminées-légumineuses d'herbe issu d'une même parcelle a été récolté à différents cycles et stades de développement et conservé par congélation, par déshumidification, par séchage en grange, par séchage au champ, par ensilage à 30 % de matière sèche (MS) ou par ensilage à 50 % MS. La digestibilité des fourrages conservés a été réalisée *in vivo* avec des moutons et les minéraux majeurs des 42 fourrages ont été analysés.

La conservation, tout en y contribuant, ne semble pas jouer le rôle principal sur la digestibilité. C'est le stade de développement des plantes et le cycle qui en sont les principaux facteurs d'influence.

Les minéraux majeurs n'ont pas été influencés par le type de conservation. Seul le calcium (Ca) avait des teneurs inférieures dans les fourrages séchés au champ par rapport aux conserves peu mécanisées.

Les résultats mettent en évidence l'importance du soin à apporter aux travaux de récolte et de conserve. En respectant le fourrage dès sa fauche, il s'avère que la digestibilité est peu altérée et les teneurs en minéraux préservées.

SUMMARY

Effect of cut number, maturity stage and conservation method on digestibility and mineral content of a grass-clover mixture

During three consecutive years, samples of a grass-clover mixture from the first and third cut were collected at two stages of maturity (30 days apart) on the same experimental plot. After cutting, the forage samples were either frozen (-20°C), artificially dried (forced air at 30°C, <45% relative humidity), wilted on the field and subsequently barn dried, field dried, ensiled with a dry matter (DM) content of 30% or ensiled with a DM content of 50%. A total of 42 forage samples were analysed for *in vivo* digestibility using adult sheep and for mineral contents. Although digestibility varied slightly with the method of conservation, the most important factors affecting digestibility were cut number and stage of maturity. With the exception of calcium content, which was decreased by field drying, mineral contents were not affected by conservation method. These results emphasize the importance of a careful handling of the forage during harvesting and conservation. If the forage is accurately treated, losses in digestibility and mineral content due to conservation may be virtually prevented.

Key words: digestibility, minerals, conservation, forages, maturity.