

# Pflanzen

## Einfluss von Stickstoff und Kalium auf eine Fromentalwiese

Olivier Huguenin-Elie, Cornel Johannes Stutz, Andreas Lüscher und Willy Kessler, Agroscope FAL Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich

Rafael Gago, Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues, CH-8046 Zürich

Auskünfte: Olivier Huguenin-Elie, E-Mail: olivier.huguenin@fal.admin.ch, Fax +41 (0)44 377 72 01, Tel. +41(0)44 377 72 42

### Zusammenfassung

**W**ährend elf Jahren wurde der Einfluss der Stickstoff- und der Kalidüngung auf den Futterertrag, den Gehalt an Inhaltsstoffen im geernteten Futter und auf die botanische Zusammensetzung einer Fromentalwiese untersucht. Der Verzicht auf eine N-Düngung führte zu einer ähnlich ausgeprägten Ertragsminderung wie der Verzicht auf eine K-Düngung. Betrug die gedüngte Kaliummenge weniger als 40 % des mit der Ernte entzogenen Kaliums, war eine Ertragseinbusse festzustellen. Der K-Versorgungszustand des Bodens ging während des Versuches in allen Verfahren deutlich zurück. Der K-Gehalt in den Pflanzen war deutlich höher und der Magnesiumgehalt kleiner mit höherer K-Düngung. Am Ende des Versuches hatten die Gräser, Leguminosen und Kräuter einen Ertragsanteil von 65 %, 16 % und 19 % in den Parzellen ohne N-Düngung und einen Ertragsanteil von 73 %, 3 % und 24 % in den Parzellen ohne K-Düngung. Trotz dieser Unterschiede enthielten die Bestände aller Verfahren die gleichen Pflanzenarten und einen ähnlichen Anteil an typischen Fromentalwiesearten. Auf diesem Standort blieb also der pflanzengesellschaftliche Charakter der Fromentalwiese mit unterschiedlichen Mengen an Stickstoff und Kalium in der Düngung langfristig erhalten.

Die wenig intensive Bewirtschaftung von Dauerwiesen hat zum Ziel, artenreiche Fettwiesen nachhaltig zu nutzen und damit ökologisch interessante Pflanzengesellschaften zu erhalten. Artenreiche Fromentalwiesen sind Fettwiesen, die durch die früher übliche späte Heunutzung, verbunden mit sparsamen Hofdüngergaben, entstanden. Um den Charakter dieser Ausbildungen zu erhalten, wird deshalb eine leichte Düngung empfohlen (Dietl *et al.* 1998), was höhere Erträge als auf Magerwiesen erlaubt. Dagegen sind die Direktzahlungen für wenig intensive Wiesen deutlich niedriger als diejenigen für extensive Wiesen. Obwohl der Futterwert des Heus von wenig intensiv bewirtschafteten Wiesen tief ist, kann dieses Futter wäh-

rend gewissen Phasen des Tierwachstums oder der Produktion für die Fütterung von Wiederkäuern sinnvoll eingesetzt werden (Stoll *et al.* 2001). Die Düngung von wenig intensiven Wiesen soll deshalb so abgestimmt werden, dass sie die Erhaltung von typischen, artenreichen Fettwiesen-Gesellschaften unterstützt, ohne eine für dieses Ziel unnötige weitere Verminderung des Ertrags und der Einsatzmöglichkeit des anfallenden Futters zu verursachen. Im Mittelland entspricht heute aber die botanische Zusammensetzung vieler ökologischer Ausgleichsflächen des Typs «wenig intensive Wiese», die die typischen Fromentalwiesen bilden sollten, den Erwartungen nicht. Für diese Wiesen stellt sich die Frage, ob ihre ökologische Qualität

durch eine reduzierte Düngung verbessert werden kann. Das Ziel unserer Studie war, die langfristigen Effekte unterschiedlicher Düngungsstufen an Stickstoff (N) und Kalium (K) auf die Entwicklung der botanischen Zusammensetzung des Bestandes, der Erträge, der Futterqualität, sowie des K-Versorgungsgrades des Bodens unter einer wenig intensiv bewirtschafteten Dauerwiese zu bestimmen.

### Beschreibung des Langzeitversuches

Der Versuch wurde 1992 bis 2003 auf einer lehmigen, schwach pseudogleyigen Braunerde auf 500 m ü. M. durchgeführt. Der Versuch wurde als randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen von 10 m<sup>2</sup> grossen Parzellen angelegt. Für den vorliegenden Artikel wurden zwei Gruppen von Düngungsverfahren analysiert (Tab. 1):

■ steigende Stickstoffgabe bei konstanter Phosphor- und Kaliumdüngung,

■ steigende Kaliumgabe bei konstanter Stickstoff- und Phosphordüngung.

Das nicht gedüngte Kontrollverfahren wird mit (NPK)0 bezeichnet. Stickstoff wurde in drei Ammonsalpeter-Gaben und Kalium in einer Kaliumchlorid-Gabe pro Jahr ausgebracht. Auf allen gedüngten Parzellen wurde 15 kg Magnesium pro Hektare und Jahr gedüngt. Die Wiese wurde dreimal pro Jahr gemäht, zum ersten Mal Mitte Juni. Mit dem Schnitt-

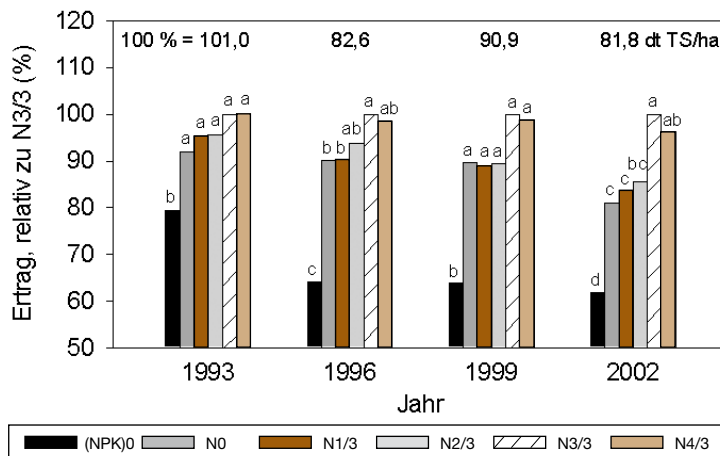
**Tab. 1. Jährliche Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumgaben in Kilogramm N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O pro Hektare für die verschiedenen Verfahren. 0, 1/3, 2/3, 3/3 und 4/3 bezeichnen den Anteil der empfohlenen Düngungsmengen für wenig intensive Wiesen.**

Verfahren	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
(NPK)0	0	0	0
N0	0	40	100
N1/3	15	40	100
N2/3	30	40	100
N3/3	45	40	100
N4/3	60	40	100
K0	45	40	0
K1/3	45	40	33
K2/3	45	40	67
K3/3	45	40	100
K4/3	45	40	133

gut wurde Bodenheu bereitet, um den Ausfall von reifen Samen auf den Boden zu erlauben. In den Jahren vor Versuchsbeginn wurde der Bestand mittelintensiv bewirtschaftet, enthielt aber noch typische Arten der Fromentalwiesen. Die botanische Zusammensetzung wurde nach der Methode von Daget und Poissonet (1969) erhoben. Die Analyse des Nährstoffgehaltes in den Pflanzen basiert auf Mischprobe, die proportional zum Ertrag der drei Schnitte genommen wurden. Der K-Versorgungszustand des Bodens wurde anhand der Extraktion mit CO<sub>2</sub>-gesättigtem Wasser bestimmt (Walther *et al.* 2001). Der Humusgehalt wurde nach Bestimmung des Gehaltes an organisch gebundenem Kohlenstoff berechnet. Weitere Angaben zum Standort und zu den angewendeten Methoden sowie zur Analyse der Düngungsverfahren mit steigender Phosphorgabe und steigender NPK-Düngung sind in Philipp *et al.* (2004) zu finden.

### Hohe Erträge für eine wenig intensive Wiese

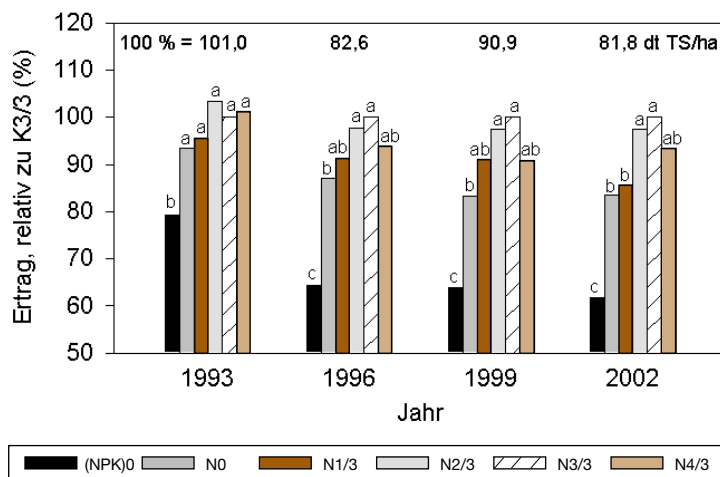
Die Erträge haben bei allen Verfahren zwischen 1992 und 2002



**Abb. 1. Entwicklung der Erträge zwischen 1993 und 2002 in den Verfahren (NPK)0, N0, N1/3, N2/3 und N4/3 relativ zum Verfahren N3/3. Bezeichnung der Verfahren wie in Tabelle 1. Innerhalb eines Erhebungsjahres sind die Unterschiede der Mittelwerte mit gleichen Buchstaben nicht signifikant (p < 0,05 nach Duncan's Test).**

abgenommen (Abb. 1 und 2). Das kann mit der allgemeinen Extensivierung der Bewirtschaftung der Versuchsfläche im Vergleich zur Bewirtschaftung vor dem Jahr 1992 erklärt werden. Der mittlere Jahresertrag von wenig intensiv bewirtschafteten Wiesen im Talgebiet wird auf 65 dt Trockensubstanz pro Hektare (TS/ha) geschätzt (Walther *et al.* 2001). Mit der für einen Zieelertrag von 65 dt TS/ha berechneten Düngung (N3/3) wurde 2002 noch 81,8 dt TS/ha geerntet. Nach elf Jahren ohne N-Düngung (N0) beziehungsweise ohne K-Düngung (K0) wurde immer noch ein Ertrag von 66,3 beziehungsweise 68,2 dt TS/ha erreicht, im Kontrollverfahren (NPK)0 waren es aber nur 50,6 dt TS/ha. Der Zieelertrag wurde also in allen Verfahren ausser (NPK)0 erreicht oder übertroffen. In Bezug auf

die effektiven Erträge zwischen 1992 und 2002 wurde im Durchschnitt in N1/3 0,18 kg N/dt TS gedüngt, 0,35 in N2/3, 0,52 in N3/3 und 0,72 in N4/3. Beim Kalium waren es 0,40 kg K<sub>2</sub>O/dt TS in K1/3, 0,78 in K2/3, 1,16 in K3/3 und 1,59 in K3. Pro effektiv geerntete Ertragseinheit wurde also in N4/3 und K4/3 knapp über der Düngungsempfehlung für N (0,4 bis 0,7 kg N/dt TS) beziehungsweise K (1,5 kg K<sub>2</sub>O/dt TS) gedüngt. Bei Stickstoff wurde schon bei unterschreiten der N-Düngungsmengen von N3/3 einen Ertragsverlust beobachtet, bei Kalium ab dem Unterschreiten von K2/3. Dieses K-Düngungsniveau entsprach einer Düngung von etwa 40 % des mit der Ernte entzogenen K. Eine Steigerung der N- oder der K-Düngung von 3/3 auf 4/3 brachte bei beiden Nährstoffen keine Ertragsteigerung.



**Abb. 2. Entwicklung der Erträge zwischen 1993 und 2002 in den Verfahren (NPK)0, K0, K1/3, K2/3 und K4/3 relativ zum Verfahren K3/3. Bezeichnung der Verfahren wie in Tabelle 1. Innerhalb eines Erhebungsjahres sind die Unterschiede der Mittelwerte mit gleichen Buchstaben nicht signifikant (p < 0,05 nach Duncan's Test).**

### Humusabbau im Boden

Die obersten 0 bis 10 cm des Bodens hatten 1993 im Durchschnitt über alle Verfahren einen Humusgehalt von 4,4 %, im 2002 aber nur noch von 3,6%. Diese deutliche Abnahme des Humusgehalts ist wahrscheinlich auf die Änderung der Düngung mit Gülle bis 1992 zu Mineraldünger zurückzuführen und entspricht einer Netto-Mineralisierung von 400 bis 500 kg N pro Hektare über die zehn Versuchsjahre für die obersten 0 bis 10 cm des Bodens. Diese erhebliche Menge an mineralisiertem N könnte die hohen Erträge, die auch ohne N-Düngung erreicht worden sind, erklären.

### Unterschiedlicher K- und Mg-Gehalt im Futter

Die Kalidüngung beeinflusste den K-Gehalt im geernteten Futter markant. Im Jahr 2002 stieg der K-Gehalt linear um rund 1,9 g K/kg TS pro Düngungsstufe (33 kg K<sub>2</sub>O) bis zu einer Düngung von 100 kg K<sub>2</sub>O pro Hektare (Tab. 2). Nach Dampney (1992) zeigt ein N:K-Verhältnis im Gras von mehr als 1,3 eine für die Ertragsbildung suboptimale Versorgung mit K. Dies bestätigen die gegenüber

dem Ertrag in K3/3 signifikant tieferen Erträge in K0 und K1/3, mit einem N:K-Verhältnis von 1,83 beziehungsweise 1,54. Andererseits nahm der Mg-Gehalt im Futter mit steigender K-Düngung ab. Dieser blieb aber bei allen Verfahren deutlich über dem Bedarf einer Milchkuh (1,5 g/kg TS der Ration bis 40 kg Milch/Tag gemäss RAP 1999).

Die Verfahren N0 und N1/3 wiesen tendenziell einen höheren Gehalt an Rohprotein (RP) auf als die Verfahren mit einer höheren N-Düngung, obwohl die Unterschiede statistisch nicht gesichert sind (Tab. 2). Diese Tendenz könnte mit einem leicht fortgeschrittenen Entwicklungsstadium der stärker gedüngten Bestände bei der Ernte verbunden sein. Der höhere Leguminosenanteil in N0 und N1/3 (siehe unten) könnte auch dazu beigetragen haben, wobei K0 und K1/3 ähnliche RP-Gehalte, aber deutlich tiefere Leguminosenanteile als diese zwei Verfahren aufwiesen. Die Düngungsverfahren hatten keinen signifikanten Einfluss auf den VOS- und den Nettoenergie Milch-Gehalt des Futters.

### K-Versorgungszustand des Bodens und K-Bilanz

Zwischen 1993 und 2002 haben die K-Entzüge mit dem geernteten Futter bei allen Verfahren abgenommen. Die Düngungs-Entzugs-Bilanz für Kalium blieb sogar im Verfahren K4/3 bis am Ende des Versuches negativ. Gerechnet für die zehn Jahre zwischen 1993 und 2002 wurden in (NPK)0, K0 beziehungsweise K4/3 rund 780, 1000 beziehungsweise 400 kg K pro Hektare mehr entzogen als gedüngt. Dementsprechend nahm der K-Versorgungszustand des Bodens in allen Verfahren ab (Abb. 3). Am Anfang des Versuches wurde der K-Versorgungszustand des Bodens als «genügend» beurteilt. Dieser wurde 2002 in K0 bis K4/3 eine Versorgungsklasse tiefer eingestuft, nämlich als «mässig», was für wenig intensiv bewirtschaftete Wiesen angestrebt wird. Obwohl innerhalb derselben Versorgungsklasse gelegen, hatte K4/3 am Ende des Versuches signifikant höhere K-CO<sub>2</sub>-Werte als die mit 0 bis 100 kg K<sub>2</sub>O pro Hektare und Jahr gedüngten Verfahren, die alle im unteren Bereich der Versorgungsklasse «mässig» lagen.

**Tab. 2. Gehalt an Rohprotein (RP), Kalium (K), Magnesium (Mg), verdaulicher organischer Substanz (VOS) und Nettoenergie Milch (NEL) pro Kilogramm Trockensubstanz, sowie N:K-Verhältnis im Futter, geerntet im Jahr 2002. Die Unterschiede der Mittelwerte mit gleichem Buchstaben sind nicht signifikant ( $p < 0,05$  nach Duncan's Test).**

Verfahren	RP (g/kg)	K-Gehalt (g/kg)	N:K- Verhältnis	Mg-Gehalt (g/kg)	VOS (g/kg)	NEL (MJ/kg)
(NPK)0	119 cd	11,8 a	1,69	3,2 bcd	561	4,7
N0	119 cd	17,7 c	1,08	3,1 bcd	564	4,8
N1/3	117 bcd	16,6 bc	1,14	3,2 bcd	560	4,8
N2/3	107 ab	17,2 c	0,99	2,6 a	571	4,9
N3/3	109 abc	16,3 bc	1,07	2,6 a	566	4,8
N4/3	110 abc	14,7 b	1,19	3,0 abc	578	4,9
K0	121 d	10,7 a	1,83	3,6 e	597	5,1
K1/3	119 cd	12,4 a	1,54	3,5 de	586	5,0
K2/3	114 abcd	14,5 b	1,25	3,1 cd	563	4,8
K3/3	109 abc	16,3 bc	1,07	2,6 a	566	4,8
K4/3	106 a	16,9 c	1,02	2,9 ab	551	4,7

**Tab. 3. Prozentualer Ertragsanteil der Gräser, Leguminosen und Kräuter sowie der bestandesbildenden Pflanzenarten in den Jahren 1992 (Ausgangsbestand) und 2003 für die zehn Düngungsverfahren.**

Pflanzen: Gruppe und Arten	1992	2003									
	(NPK)0	N0	N1/3	N2/3	N3/3	N4/3	K0	K1/3	K2/3	K4/3	
Gräser	62	63	65	63	72	75	76	73	70	76	76
Leguminosen	7	9	16	20	14	5	6	3	6	5	10
Kräuter	31	28	19	17	14	21	18	24	24	19	15
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L. <sup>1,2</sup>	6	20	12	16	16	17	17	16	13	15	15
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. <sup>1,2</sup>	7	5	8	7	10	7	7	5	7	5	7
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	4	>1	3	1	2	>1	1	1	>1	0	1
<i>Dactylis glomerata</i> L. <sup>1,2</sup>	10	5	8	7	7	9	8	5	6	9	10
<i>Festuca rubra</i> agg. <sup>1</sup>	12	13	6	6	9	12	10	9	11	9	9
<i>Galium mollugo</i> agg. <sup>1,2</sup>	10	4	1	1	1	3	3	8	5	6	1
<i>Holcus lanatus</i> L. <sup>1,2</sup>	8	13	13	14	13	12	12	14	13	15	13
<i>Lolium perenne</i> L.	2	2	5	3	2	3	6	5	4	4	4
<i>Plantago lanceolata</i> L. <sup>1,2</sup>	5	3	6	4	4	3	3	2	2	2	6
<i>Poa trivialis</i> L. <sup>1,2</sup>	2	1	3	2	3	3	3	8	7	6	3
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	>1	3	4	2	2	4	2	3	3	2	2
<i>Rumex acetosa</i> L. <sup>2</sup>	3	3	>1	2	>1	1	1	3	4	>1	1
<i>Trifolium dubium</i> Sibth. <sup>2</sup>	0	2	5	10	8	1	1	1	1	1	5
<i>Trifolium pratense</i> L. <sup>1,2</sup>	1	2	4	3	1	0	>1	>1	>1	0	>1
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv. <sup>1,2</sup>	6	2	5	5	6	6	9	6	5	8	9

<sup>1</sup>Arten, die in Fromental Wiesen regelmäßig vorkommen, nach Dietl und Jorquera 2003

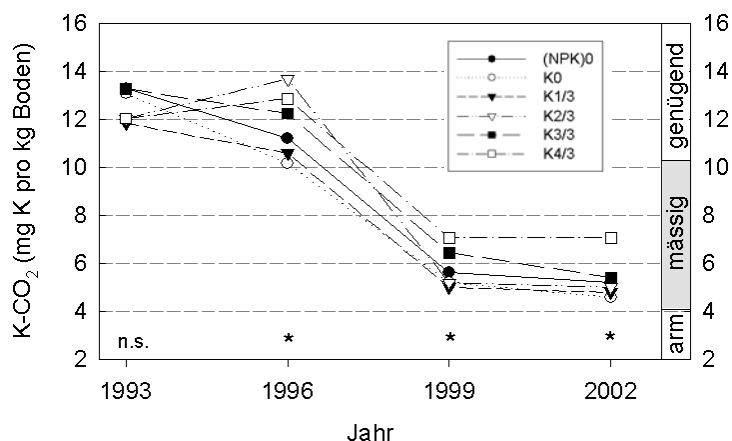
<sup>2</sup>Arten, die einen Verbreitungsschwerpunkt in Fromentalwiesen haben, nach Delarze *et al.* 1999

### Botanische Zusammensetzung

Der Ertragsanteil von *Anthoxanthum odoratum* und *Holcus lanatus* war in allen Verfahren am Ende des Versuches höher als im Jahr 1992 (Tab. 3), wie Philipp *et al.* (2004) für die Verfahren mit verschiedener Phosphor- oder NPK-Düngungsintensität beobachteten. Die totale Anzahl Blütenpflanzen-Arten pro Verfahren betrug am Ende des Versuches zwischen 28 und 33 auf der Versuchsfläche von je 4 mal 10 m<sup>2</sup>. Die Unterschiede zwischen den Verfahren waren nicht signifikant. Die Düngungsverfahren hatten auch keinen Einfluss darauf, welche Arten in den Beständen vorkamen, sie beeinflussten aber den Ertragsanteil dieser Arten. Die Verfahren N0, N1/3 und N2/3 wiesen einen deutlich höheren Leguminosenanteil auf, was vor allem durch den höheren Anteil an *Trifolium dubium*, aber auch

an *Trifolium pratense* bedingt war. Eine höhere N-Düngung förderte dagegen einen hohen Grasanteil mit höheren Anteilen an *Festuca rubra* und *Anthoxanthum odoratum* in N3/3 und N4/3 als in N0. Im Jahr 1992 war der Kräuteranteil charakterisiert durch *Galium mollugo* (10 %), *Plantago lanceolata* (5 %), *Cardamine pratensis* (4 %) sowie *Glechoma hederacea* und *Rumex acetosa* (je 3 %). Der Kräu-

teranteil nahm in allen Verfahren ab, tendenziell aber weniger in K0 und K1/3. Vor allem *Galium mollugo* konnte sich in K0 besser halten. Der Ertragsanteil an *Ranunculus bulbosus*, Zeiger von eher mageren Böden, ist zwischen 1992 und 2003 von weniger als 1 % auf 3 % angestiegen. Einzelne Individuen von Kräutern, die auf der Liste C der Ökoqualitätsverordnung stehen, wurden verteilt auf die



**Abb. 3. Entwicklung der Menge an mit CO<sub>2</sub>-gesättigtem Wasser extrahierbarem Kalium (K-CO<sub>2</sub>) in 0 bis 10 cm Tiefe des Bodens zwischen 1993 und 2002. Bezeichnung der Verfahren wie in der Tabelle 1. Neben der rechten y-Achse sind die K-Versorgungsklassen des Bodens angegeben. n.s. = nicht signifikant, \* p < 0,05 zwischen den Düngungsverfahren innerhalb eines Jahres.**



**Tab. 4. Deutsche Namen der erwähnten Pflanzen**

Botanische Namen	Deutsche Namen
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Wohlriechendes Geruchgras
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv.	Fromental
<i>Campanula patula</i> L.	Wiesen-Glockenblume
<i>Cardamine pratensis</i> L.	Wiesen-Schaumkraut
<i>Cynosurus cristatus</i> L.	Gewöhnliches Kammgras
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Knaulgras
<i>Festuca rubra</i> agg.	Rotschwingel
<i>Galium mollugo</i> agg.	Wiesen-Labkraut
<i>Glechoma hederacea</i> L.	Gundelrebe
<i>Holcus lanatus</i> L.	Wolliges Honiggras
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coulter	Feld-Witwenblume
<i>Lolium perenne</i> L.	Englisches Raigras
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Spitzwegerich
<i>Poa trivialis</i> L.	Gewöhnliches Rispengras
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	Knolliger Hahnenfuss
<i>Rumex acetosa</i> L.	Wiesen-Sauerampfer
<i>Silene flos-cuculi</i> (L.) Clairv.	Kuckucks-Lichtnelke
<i>Tragopogon pratensis</i>	Wiesen-Bocksbart
<i>Trifolium dubium</i> Sibth.	Kleiner Klee
<i>Trifolium pratense</i> L.	Rotklee
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv.	Goldhafer

**Abb. 4. Auf der Versuchsfläche im Jahr 2003 neu beobachtete Arten: *Knautia arvensis* (A), *Campanula patula* (B), *Silene flos-cuculi* (C) und *Tragopogon pratensis* (D). Diese Arten waren in den Listen des Ausgangsbestandes nicht enthalten. (Fotos: Walter Dietl, Agroscope FAL Reckenholz)**

ganze Versuchsfläche 2003 neu beobachtet (Abb. 4).

#### Ähnliche Artenzahl

Alle Verfahren, ausser das ungedüngte Kontrollverfahren, erreichten einen für wenig intensive Wiesen guten Ertrag. In K0 und K1/3 deutete aber der K-Gehalt der Trockenmasse auf eine K-Unterversorgung der Pflanzen hin. Unter solch

tiefen K-Düngungsniveaus ist deshalb ein weiterer Rückgang der Erträge zu erwarten. Ein N- oder K-Düngungsniveau, das unterhalb der Empfehlungen lag, brachte auch keine Nachteile bezüglich Mineralstoffgehalt und Nährwert des Futters mit sich. Andererseits nahm der nach der CO<sub>2</sub>-Methode bestimmte K-Verorgungszustand des Bodens

innerhalb von zehn Jahren auch mit einer jährlichen K-Düngung von 133 kg K<sub>2</sub>O pro Hektare ab und rutschte von der Versorgungsklasse «genügend» in die Versorgungsklasse «mässig».

Gegenüber den nach den Empfehlungen gedüngten Verfahren brachte die Reduktion oder das vollständige Unterlassen der N- oder der K-Düngung keinen Anstieg der Artenzahl oder der Anteil typischer Fromentalwiesenarten. Dies zeigt, dass eine rasche Aushagerung des Standortes durch eine stark negative Düngungs-Entzugs-Bilanz innerhalb von zehn Jahren keine Auswirkung auf die Artenvielfalt hatte, obwohl die Wüchsigkeit des Bestandes dadurch deutlich reduziert wurde. Ein Grund dafür könnte das Fehlen von zusätzlichen Arten im Samenvorrat des Bodens oder in der Umgebung sein (Briemle 1990). Daraus schliessen wir, dass auf diesem wüchsigen Standort eine ziemlich weite Spannweite der Düngungsgaben von 15 bis 60 kg N und 67 bis 133 kg K<sub>2</sub>O pro Hektare und Jahr möglich ist, um den Charakter der Fromentalwiese langfristig zu erhalten und einen Ertrag von 60 bis 70 dt TS pro Hektare zu ernten, der für diesen Wiesentyp üblich ist. Soll



die Artenvielfalt erhöht werden, sind andere Massnahmen und/oder mehr Zeit nötig.

## Literatur

■ Briemle G., 1990. Extensivierung von Dauergrünland. Forderungen und Möglichkeiten. Bayerisches Landw. Jahrbuch., Kastner-Verlag Wolnzach. **67** (3), 345-370.

■ Bundesamt für Landwirtschaft, 1998. Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft vom 7. Dezember 1998 (Stand am 30. Dezember 2003). Bundesamt für Landwirtschaft, Bern. 46 S.

■ Bundesamt für Landwirtschaft, 2001. Verordnung über die regionale Förderung der Qualität und der Vernetzung von ökologischen Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern. 12 S.

■ Daget P. & Poissonet J., 1969. Analyse phytologique des prairies.

Applications agronomiques. Centre national de la recherche scientifique Montpellier. Document N° 48, 1-22.

■ Dampney P.M.R., 1992. The effect of timing and rate of potash application on the yield and herbage composition of grass grown for silage. *Grass and Forage Science* **47**, 280-289.

■ Delarze R., Gonthier Y. & Galand P., 1999. Lebensräume der Schweiz. Ott Verlag, Thun. 413 S.

■ Dietl W. & Joquera M., 2004. Wiesen- und Alpenpflanzen. 2. Auflage. Österreichischer Agrarverlag, Österreich. 654 S.

■ Dietl W., Lehmann J. & Jorquera M., 1998. Wiesengräser. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen und Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues, Zürich. 191 S.

■ Dreier S. & Hofer G. 2005. Vegetation der ökologischen Ausgleichsflächen im Mittelland. Schriftenreihe der FAL 56, 57-66.

■ Philipp A., Huguenin-Elie O., Flisch R., Gago R., Stutz C., Kessler W. & Sinaj S., 2004. Einfluss der Phosphordüngung auf eine Fromentalwiese. *Agrarforschung* **11** (3), 86-91.

■ RAP, 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. (4. überarb. Aufl.), Landwirt. Lehrmittelzentrale, Zollikofen. 327 S.

■ Stoll W., Arrigo Y., Chassot A., Daccord R., Kessler J. & Wyss U., 2001. Bedeutung artenreicher Wiesen als Futter. *Schriftenreihe der FAL* **39**, 108-114.

■ Walther U., Ryser J.-P. & Flisch R., 2001. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau 2001. *Agrarforschung* **8** (6), 80 S.

## RÉSUMÉ

### Effets de la fertilisation azotée et potassique sur une prairie à fromental

L'évolution des rendements, de la valeur nutritive des herbages et de la composition botanique d'une prairie à fromental recevant différentes quantités d'engrais azotés ou potassiques a été suivie durant 11 ans. Le rendement a diminué de manière similaire dans les parcelles ne recevant pas d'azote (N) et dans celles ne recevant pas de potassium (K). Une perte de rendement a été observée à partir d'une fertilisation en K compensant moins de 40 % du prélèvement par la récolte. La disponibilité en K dans le sol a nettement diminué dans tous les traitements durant l'essai. Plus la fertilisation en K était élevée et plus la teneur en K du fourrage était haute alors que la teneur en magnésium était plus faible. A la fin de l'essai, les parcelles sans fertilisation N avaient une proportion en graminées, légumineuses et autres plantes de 65 %, 16 % et 19 % alors que dans celles sans fumure K ces proportions étaient de 73 %, 3 % et 24 %. Malgré ces différences, tous les traitements présentaient les mêmes espèces végétales et des proportions similaires de plantes typiques des prairies à fromental. Sur ce site, la prairie à fromental a donc pu être maintenue avec différentes quantités d'apports azotés et potassiques.

## SUMMARY

### Effects of nitrogen and potassium fertilisation on a low input meadow

We assessed the evolution of the yield, the nutritive value of the herbage and the botanical composition of a low input permanent meadow that received different amounts of nitrogen (N) and potassium (K) fertilisers. The yield was reduced in similar proportion by the cessation of the N or the K fertilisation. A yield loss was observed when the K fertilisation replaced less than 40 % of the K withdrawn through the harvested herbage. The K availability in the soil significantly decreased in all the treatments during the experiment. The higher the K fertilisation, the higher the K and the lower the magnesium contents in the plant. At the end of the experiment, the yield proportion of the grasses, the legumes and the forbs were 65 %, 16 % and 19 % in the plots receiving no N-fertilisation and 73 %, 3 % and 24 % in the plots without K application. In spite of these differences, the same plant species and a similar proportion of plants typical of low input meadows were found in all the plots. On this site, a plant community of the *Arrhenatherion*-type could be maintained with different level of N and K in the fertilisation.

**Key words:** permanent meadow, nitrogen fertilization, potassium fertilization, botanical composition, yield