

# Hilft die Kalkdüngung Hahnenfussgewächse zurückzudrängen?

Olivier Huguenin-Elie<sup>1\*</sup>, Cornel J. Stutz<sup>1</sup>, Rafael Gago<sup>2</sup> und Andreas Lüscher<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Ein langjähriger Versuch zur Abklärung der Wirkung verschiedener Kalkdünger auf die Bestandesanteile von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss in intensiv bewirtschafteten Wiesen wurde durchgeführt. Standorte mit schwach sauren bis sauren Böden wurden ausgewählt, weil auf solchen Flächen sowohl intensiver Futterbau als auch der Scharfe Hahnenfuss häufig vorkommt. Auf allen drei Versuchsstandorten hat die Kalkdüngung eine deutliche Erhöhung des pH-Wertes und der Calciumaustauschkapazität des Bodens bewirkt. Sie beeinflusste den Futterertrag nicht. Sowohl der Fries' Scharfe Hahnenfuss als auch der Kriechende Hahnenfuss wurden durch die Kalkdüngung nicht zurückgedrängt. Dieser fehlende Effekt zeigte sich an allen drei Standorten und über sieben Versuchsjahre. Wir schliessen daraus, dass die Kalkdüngung keine wirksame Massnahme zur Regulierung von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss in intensiv bewirtschafteten Wiesen auf schwach sauren bis sauren Böden ist.

**Schlagwörter:** Hahnenfuss, Ranunculus, Kalkung, Regulierung

## Summary

The effect of different lime applications on the relative abundance of meadow buttercup (*Ranunculus acris* L. ssp. *friesianus* (Jord.) Syme) and creeping buttercup (*Ranunculus repens* L.) in intensively managed meadows was tested in a mid-term experiment. The sites selected for this experiment had a slightly acidic to acidic soil, because both intensive grassland management and meadow buttercup are widespread under such conditions. Liming increased the pH and calcium exchanged capacity of the soil at all three experimental sites. It did not influence biomass production. The relative abundance of both meadow buttercup and creeping buttercup was not reduced by liming. This was true for all three sites and for the seven experimental years. We conclude that liming is not an efficient measure to control the populations of meadow buttercup and creeping buttercup in intensively managed meadows on slightly acidic to acidic soils.

**Keywords:** buttercup, Ranunculus, liming, lime application, weed control

## Einleitung

Fries' Scharfer Hahnenfuss (*Ranunculus acris* L. ssp. *friesianus* (Jord.) Syme) und Kriechender Hahnenfuss (*Ranunculus repens* L.) sind sehr häufig in Fettwiesen und -weiden vom Tiefland bis ins untere Alpegebiet anzutreffen. Der Fries' Scharfe Hahnenfuss ist im Futterbau eine unerwünschte Pflanzenart, weil er frisch für die Nutztiere leicht toxisch ist und auf der Weide verschmäht wird. Die in der frischen Pflanze enthaltenen Giftstoffe können Entzündungen der Schleimhäute, Durchfall und Euterentzündungen verursachen (DIETL und JORQUERA, 2004). Bei der Heubereitung verliert er seine Giftigkeit, bleibt aber von geringem Futterwert (SCHUBIGER und SACHSE, 1992). Der Kriechende Hahnenfuss ist kaum giftig, ist aber wegen seines geringwertigen futterbaulichen Wertes in hohen Anteilen auch futterbaulich unerwünscht. Beide Arten kommen vor allem auf nährstoffreichen, sauren bis neutralen Böden vor (LANDOLT et al., 2010; Einstufung der Bodenreaktion nach BMLFUW, 2006). Die Ausbreitung dieser Arten wird durch eine sorgfältige Bewirtschaftung der Wiesen und Weiden gebremst: vorbeugend wirken die Förderung einer dichten Grasnarbe, Nachsaaten mit standortgemässen Futtergräsern, das Verhindern der Versamung etablierter Hahnenfuss-

Pflanzen, sowie eine nur mässige Düngung (DIETL und LEHMANN, 2004; BURCHGRABER und GINDL, 2004). Weiter wird in der Landwirtschaft die Kalkdüngung als Hahnenfuss-zurückdrängende Massnahme diskutiert.

Unter unseren Klimabedingungen neigen die Böden zu einer langsam fortschreitenden Versauerung, dies auch unter Grünlandbewirtschaftung. Die Bodenreaktion und der Kalkzustand des Bodens sollten deshalb langfristig überwacht werden. Wenn im Grünland eine deutlich abnehmende Bodenreaktion und eine negative Entwicklung der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes (zum Beispiel Rückgang des Kleeanteils) festgestellt werden, ist eine gezielte Aufkalkung ins Auge zu fassen. Zu beachten ist, dass die meisten futterbaulich wertvollen Wiesenpflanzen am besten bei schwach saurer Bodenreaktion gedeihen. Die Kalkdüngung, im Biolandbau, meist in Form von Calciumcarbonat (Kalkstein,  $\text{CaCO}_3$ ) ohne oder mit Magnesiumcarbonat ( $\text{MgCO}_3$ ), beeinflusst verschiedene chemische und biologische Prozesse im Boden und damit auch die Stabilität der Bodenaggregate. Dadurch beeinflusst sie nicht nur den pH-Wert und den Calciumgehalt des Bodens, sondern auch die Mineralisierung und die Pflanzenverfügbarkeit anderer Nährstoffe wie zum Beispiel

<sup>1</sup> Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften, INH, CH-8046 Zürich

<sup>2</sup> Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues AGFF, CH-8046 Zürich

\* Ansprechpartner: Dr. Olivier Huguenin-Elie, [olivier.huguenin@agroscope.admin.ch](mailto:olivier.huguenin@agroscope.admin.ch)



dem Phosphor. Die Konkurrenzverhältnisse zwischen den Pflanzenarten der Wiesengesellschaft werden beeinflusst, was zu Veränderungen in der botanische Zusammensetzung des Grünlandes führen kann. Eine Kalkdüngung verändert so die botanische Zusammensetzung von Borstgrasrasen (an sauren Böden angepasste Wiesengesellschaften) deutlich (HEGG et al., 1992; SCHECHTNER, 1993; TENZ et al., 2010). Auf schwach sauren oder neutralen Böden ist die Wirkung der Kalkdüngung auf die botanische Zusammensetzung oft undeutlich (z.B. SCHECHTNER, 1993).

Weil die Kalkdüngung in der Landwirtschaft oft als Hilfsmittel gegen ein starkes Auftreten von Hahnenfussgewächsen angepriesen wird, wurde ein langjähriger Versuch zur Abklärung der Wirkung verschiedener Kalkdünger auf die Bestandesanteile von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss in intensiv bewirtschafteten Wiesen durchgeführt.

## Material und Methode

Der Versuch wurde im Frühjahr 2007 auf intensiv bewirtschafteten Mähwiesen von zwei landwirtschaftlichen Betrieben der Alpennordflanke (Ricken SG, 800 m ü. M. und Herisau AR, 860 m ü. M.) und einem Betrieb des Schweizer Mittellandes (Wagen SG, 450 m ü. M.) angelegt. Der Betrieb in Herisau wird nach den Richtlinien von Bio Suisse und die Betriebe in Ricken und Wagen nach denjenigen des ökologischen Leistungsnachweises bewirtschaftet. Ein paar Angaben über den Zustand der Wiesen zu Beginn des Versuches sind in der Tabelle 1 ersichtlich.

**Tabelle 1: pH<sub>(H2O)</sub>-Wert des Bodens, botanische Zusammensetzung und Jahresertrag am Anfang des Versuches in den drei untersuchten Wiesen.**

	pH-Wert des Bodens	Ertragsanteil (%)				Jahresertrag t TS/ha
		Gräser	Kleearten	Hahnenfuss	Andere Kräuter	
Herisau	5,2	65	4	16	15	8,5
Ricken	4,9	67	6	19	8	9,9
Wagen	6,0	52	15	8	25	12,2

Die zwei Grasarten mit dem höchsten Ertragsanteil waren das Englische Raigras (*Lolium perenne* L.) und das Gewöhnliche Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum* L.) in Herisau, der Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis* L.) und das Englische Raigras in Ricken und das Englische Raigras und das Gewöhnliche Rispengras (*Poa trivialis* L.) in Wagen. In Ricken und Wagen wurden drei Kalkdünger, zwei Kalkdüngermengen und zwei Stickstoffdüngungsniveaus in vier Wiederholungen getestet. In Herisau waren es vier Kalkdünger und zwei Kalkdüngermengen. Zwischen den getesteten Kalkdüngern (Kohlensaurer Kalk, kohlensaurer Magnesiumkalk, Industriekalk aus der Zuckerherstellung, Algenkalk + Dolomit) wurde kein Unterschied bezüglich Ertrag und Pflanzenbestand beobachtet, so dass die Ergebnisse in der vorliegenden Zusammenfassung nicht weiter nach Kalkdüngertyp differenziert werden. Für die Verfahren mit der niedrigeren Kalkdüngung (Ca1), wurde die ausgebrachte Kalkmenge anhand der Kationenaustauschkapazität und der Basensättigung des Bodens gemäss den Empfehlungen von FLISCH et al. (2009) für jeden Standort berechnet (zwischen 1 und 1,5 t CaO/ha). Die Verfahren mit der höheren Kalkdüngung (Ca2) bekamen doppelt so viel Kalkdünger. Die erste Kalkdüngung erfolgte im Jahr 2007 und eine zweite Kalkdüngung gleicher Menge wurde im

2010 verabreicht. In Ricken und Wagen wurden eine beziehungsweise zwei Stickstoffgaben pro Jahr in den Verfahren mit einer reduzierten Stickstoffdüngung ausgelassen. Die weiteren Stickstoffgaben wurden durch den Betriebsleiter mit Gülle ausgebracht, so dass die Verfahren mit der reduzierten Stickstoffdüngung (N1) ungefähr zwei Drittel der üblichen Stickstoffdüngung (N2) bekamen.

## Ergebnisse

Auf allen drei Standorten hat die Kalkdüngung eine deutliche Erhöhung des pH-Wertes und der Calciumaustauschkapazität des Bodens bewirkt, mit einem signifikanten Unterschied zwischen Ca1 und Ca2 in Herisau und Ricken (Tabelle 2). Der Gehalt an verfügbarem Phosphor im Boden, geschätzt durch die Extraktion mit CO<sub>2</sub>-gesättigtem Wasser, war tendenziell mit dem pH-Wert des Bodens positiv korreliert, so dass er tendenziell in Ca1 höher war als in Ca0 (Abbildung 1). Die Phosphorverfügbarkeit hat sich jedoch von Ca1 zu Ca2 nicht verbessert. Weiter hat die Düngung mit Magnesiumkalk und mit Algenkalk + Dolomit die Magnesiumverfügbarkeit im Boden erhöht (Daten nicht gezeigt).

In Herisau hat kein Kalkdüngungsverfahren zu einem statistisch signifikanten Ertragsunterschied gegenüber des Kontrollverfahrens (Ca0) geführt (Abbildung 2a), auch nach der zweiten Kalkdüngung im 2010 und sieben Versuchsjahren. Auch in Ricken und in Wagen zeigte die Kalkdüngung keinen Effekt auf den Futterertrag. Kombiniert über die beiden Standorte Ricken und Wagen konnte ein signifi-

kantanter Ertragsunterschied zwischen den zwei Stickstoffdüngungsniveaus beobachtet werden. Die Ertragsreduktion in den Verfahren mit reduzierter Stickstoffdüngung betrug jedoch nur ungefähr 5% (Abbildung 2b).

Bis zum Schluss des Versuches im Jahr 2013 unterschieden sich die botanischen Zusammensetzungen der verschiedenen Verfahren nicht signifikant (Tabelle 3). Der Fries' Scharfe Hahnenfuss und der Kriechende Hahnenfuss wurden durch die Kalkdüngung auf keinem der drei Standorte zurückgedrängt. Auch der Kleeanteil blieb durch die Kalkdüngung unbeeinflusst.

## Diskussion

Für diesen Versuch wurden bewusst keine Grenzstandorte mit stark saurem Boden ausgewählt, jedoch Vertreter von Standorten mit schwach saurem bis saurem Boden entsprechend der Einstufung der Bodenreaktion nach BMLFUW (2006), wo sowohl intensiver Futterbau als auch der Scharfe Hahnenfuss häufig vorkommt.

Am Anfang des Versuches war somit die Bodenreaktion nur in Ricken deutlich tiefer als der optimale Bereich für Futtergräser. In Herisau war sie nur leicht tiefer und in Wagen lag sie innerhalb des optimalen Bereiches (RIEDER, 1983). Die drei Wiesen hatten aber einen hohen Anteil an Fries' Scharfem Hahnenfuss und/oder Kriechendem Hahnenfuss (zwischen ca. 10 und 20% Ertragsanteil). Die Effekte der niedrigeren Kalkdüngung (Ca1) auf den Boden waren deutlich und haben die Bodeneigenschaften (pH-Wert,

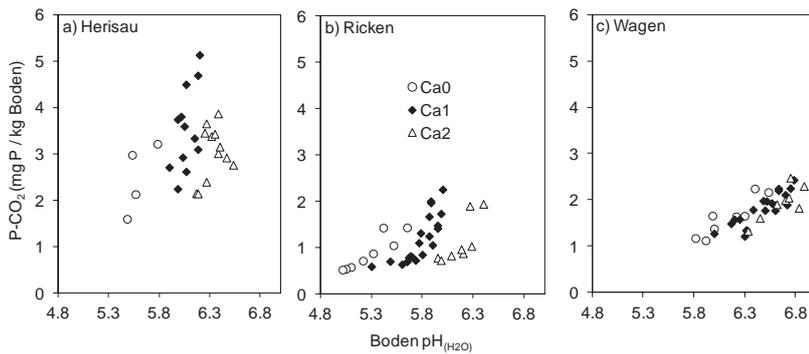


Abbildung 1: Gehalt an verfügbarem Phosphor im Boden in Abhängigkeit des pH-Wertes des Bodens an den drei Standorten und in den drei Kalkdüngungsniveaus (Ca0, Ca1 und Ca2). Der Gehalt an verfügbarem Phosphor im Boden (P-CO<sub>2</sub>) wurde nach Extraktion mit CO<sub>2</sub>-gesättigtem Wasser geschätzt.

Tabelle 2: pH<sub>(H<sub>2</sub>O)</sub>-Wert (Mittelwert 2007-2012) und Calci-umaustauschkapazität (KAK-Ca, Jahr 2009) des Bodens der drei Kalkdüngungsniveaus (Ca0, Ca1, Ca2) an den drei Standorten.

	Herisau	Ricken	Wagen
pH-Wert des Bodens			
Ca0	5,6 a	5,3 a	6,1 a
Ca1	6,1 b	5,8 b	6,5 b
Ca2	6,3 c	6,2 c	6,7 b
KAK-Ca			
Ca0	8,9 a	6,4 a	7,3 a
Ca1	11,0 b	8,2 b	8,7 b
Ca2	12,3 c	9,9 c	9,7 b

Innerhalb einer Kolonne, Mittelwerte mit gleichem Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (ANOVA, p < 5%, für pH-Werte: wiederholte Messungen Herbst 2007-2012).

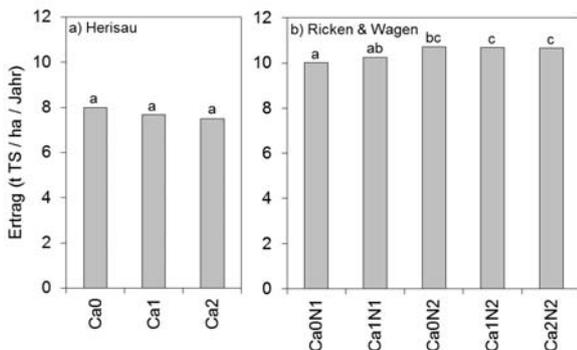


Abbildung 2: Futterertrag a) in Herisau für die drei Kalkdüngungsniveaus und b) gemittelt für Ricken und Wagen für die drei Kalk- und die zwei Stickstoffdüngungsniveaus. Die gezeigten Werte sind die Mittelwerte der Jahre 2008 bis 2013. Die Mittelwerte mit gleichem Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (ANOVA, p < 5%, wiederholte Messungen 2008-2013).

Gehalt an verfügbarem Phosphor) für die Futtergräser günstig beeinflusst.

Es ist interessant zu erkennen, dass die höhere Kalkdüngung (Ca2) die Phosphorverfügbarkeit gegenüber Ca1 nicht weiter verbesserte, obwohl die Bodenreaktion in Ca2 höher war als in Ca1 (Herisau und Ricken). Dies illustriert die Komplexität der Wirkung von Kalkapplikationen auf die Phosphorverfügbarkeit.

Die breite ökologische Nische von Fries' Scharfem Hah-

nenfuss und Kriechendem Hahnenfuss (LAUBER et al., 2012; LANDOLT et al., 2010) lässt vermuten, dass eine schnelle Reduktion der Bestandesteile dieser Hahnenfussarten durch eine Verschiebung der Bodenreaktion nicht zu erreichen ist.

Die Entwicklung der Hahnenfussanteile wurde deshalb während sieben Jahren verfolgt. Sowohl der Fries' Scharfe Hahnenfuss als auch der Kriechende Hahnenfuss wurden in dieser Versuchsreihe durch die Kalkdüngung nicht zurückgedrängt. Dieser fehlende Effekt zeigte sich an allen drei Standorten, sogar nach sieben Versuchsjahren und auch bei reduzierter Stickstoffdüngung, obwohl

die Kalkeffekte auf den Boden deutlich waren und hohe Kalkmengen auf die Ca2-Verfahren ausgebracht wurden. Weil eine Kalkdüngung die Mineralisierung im Boden stärken kann (z.B. WHEELER et al., 1997) und der Fries' Scharfe Hahnenfuss durch eine hohe Stickstoffverfügbarkeit gefördert werden kann (DIETL und LEHMANN, 2004), wurde bei zwei Standorten die Stickstoffdüngung in gewissen Verfahren reduziert. Der Futterertrag dieser Verfahrensgruppe (Ca1N1) war tendenziell leicht tiefer (nicht statistisch signifikant) als der Ertrag des Verfahrens mit voller Stickstoffgabe aber ohne Kalkdüngung (Ca0N2). Dies deutet darauf hin, dass die Stickstoffverfügbarkeit im Ca1N1 nicht höher war als im Ca0N2. Aber auch mit einer reduzierten Stickstoffdüngung konnte keine Wirkung der Kalkung auf den Ertragsanteil des Hahnenfusses beobachtet werden.

Wir schliessen daraus, dass die Kalkdüngung keine wirksame Massnahme zur Regulierung von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss in intensiv bewirtschafteten Wiesen auf schwach sauren bis sauren Böden ist.

Tabelle 3: Ertragsanteile (%) von Hahnenfuss (Fries' Scharfer Hahnenfuss und Kriechender Hahnenfuss), Gräsern, Kleearten, sowie anderen Kräutern in Herisau in den drei Kalkdüngungsniveaus und in Ricken und Wagen in den drei Kalk- und den zwei Stickstoffdüngungsniveaus. Die angegebenen Werte sind die Mittelwerte der Jahre 2009 bis 2013 ± Standardfehler des Mittelwertes (SFM).

Standort	Verfahren	Hahnenfuss	Gräser	Klee	Andere Kräuter
Herisau	Ca0	22	50	4	24
	Ca1	19	51	5	25
	Ca2	19	50	4	27
	SFM	±0,9	±1,1	±0,3	±1,5
Ricken	Ca0N1	10	65	11	14
	Ca1N1	13	65	9	14
	Ca0N2	11	66	11	13
	Ca1N2	12	67	9	13
	Ca2N2	12	65	9	15
	SFM	±1,0	±1,3	±0,7	±1,1
Wagen	Ca0N1	14	56	11	19
	Ca1N1	14	56	10	20
	Ca0N2	11	60	12	18
	Ca1N2	11	58	12	19
	Ca2N2	14	56	11	19
	SFM	±2,2	±1,8	±1,0	±1,6

Zu einer ähnlichen Schlussfolgerung kam auch KOBLET (1946) nach Feldversuchen und Erhebungen auf landwirtschaftlichen Betrieben.

## Literatur

- BMLFUW, 2006. Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- BURCHGRABER K. und GINDL G., 2004. Zeitgemässe Grünland-Bewirtschaftung. 2. Auflage, Leopold Stocker Verlag, Graz.
- DIETL W. und JORQUERA M., 2004. Wiesen- und Alpenpflanzen. 2. Auflage. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.
- DIETL W. und LEHMANN J., 2004. Ökologischer Wiesenbau. Nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.
- FLISCH R., SINAJ S., CHARLES R. und RICHNER W., 2009. GRUDAF 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. Agrarforschung 16 (2), 1-97.
- HEGG O., FELLER U., DAHLER W. und SCHERRER C., 1992. Long-term influence of fertilization in a Nardetum; Phytosociology of the pasture and nutrient contents in leaves. *Vegetation* 103, 151-158.
- KOBLET R., 1946. Über das Auftreten und die Bekämpfung des scharfen Hahnenfusses in ostschweizerischen Dauerwiesen. Eidgenössische landwirtschaftliche Versuchsanstalt.
- LANDOLT E., BÄUMLER B., ERHARDT A., HEGG O., KLÖTZLI F., LÄMMLER W., NOBIS M., RUDMANN-MAURER K., SCHWEINGRUBER F.H., THEURILLAT J.-P., URMI E., VUST M. und WOHLGEMUTH T., 2010. Flora indicativa; Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt Verlag, Bern.
- LAUBER K., WAGNER G. und GYGAX A., 2012. Flora Helvetica. 5. Auflage, Haupt Verlag, Bern.
- RIEDER J., 1983. Dauergrünland. BLV-Verlagsgesellschaft mGH, München.
- SCHECHTNER G., 1993. Wirksamkeit der Kalkdüngung auf Grünland. *Die Bodenkultur* 44, 135-152.
- SCHUBIGER F.X. und SACHSE J., 1992. Bewertung des Kriechenden und des Scharfen Hahnenfusses als Futterpflanze. *Landwirtschaft Schweiz* 5 (11/12): 589-592
- TENZ R., ELMER R., HUGUENIN-ELIE O. und LÜSCHER A., 2010. Auswirkungen der Düngung auf einen Borstgrasrasen. *Agrarforschung Schweiz* 1 (5), 176-183.
- WHEELER D.M., EDMEADES D.C. und MORTON J.D., 1997. Effect of lime on yield, N fixation, and plant N uptake from the soil by pasture on 3 contrasting trials in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 40, 397-408.