

Siliereignung artenreicher Wiesenbestände im Berggebiet: Einfluss von Tanninfraktionen auf den Proteinabbau

S. Ineichen¹, A. B. Seiler¹, U. Wyss², B. Reidy¹

¹Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen, Schweiz,

²Agroscope, Posieux,
simon.ineichen@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

Während der Silagebereitung kann sich der Anteil an leicht löslichen Stickstoffverbindungen stark erhöhen (Licitra *et al.*, 1996). Damit reduziert sich die Proteinqualität und unter Umständen auch die Stickstoffnutzungseffizienz bei der Verfütterung. Pflanzeninhaltsstoffe wie kondensierte Tannine (CT) können den Proteinabbau während der Silagegärung bzw. während der ruminalen Fermentation reduzieren (Ineichen *et al.*, 2019). Bestimmte Leguminosen und Kräuter sind besonders reich an CT (Ineichen, 2018). Die Siliereignung artenreicher Wiesenbestände ist aufgrund der grobstängeligen Futterstruktur, erhöhten Gehalten an Asche und Protein und gleichzeitig tiefen Gehalten an vergärbaren Kohlenhydraten erschwert (Wyss *et al.*, 2016). Deshalb wurde in der folgenden Arbeit die Silagequalität von Wiesenbeständen mit hohen Anteilen an Kräutern und Leguminosen bestimmt und der Einfluss der kondensierten Tannine auf die Veränderung der Fraktion des leicht löslichen Stickstoffs während der Silagebereitung ermittelt.

Material und Methoden

Das für die Untersuchung verwendete Wiesenfutter stammte aus zwei Langzeitdüngungsversuchen: Bremgarten (B: 930 m.ü.M, 47° 33'N, 7° 67'O; Anlage: 1972) und Eggenalp (E: 1'340 m.ü.M, 46° 57'N, 7° 36'O; Anlage: 1956). Die einzelnen Düngungsverfahren wurden in dreifacher (B) bzw. vierfacher (E) Wiederholung in Parzellengrößen von 6 x 2.65 m (B) bzw. 5 x 10 m (E) angelegt. Im Jahr 2017 wurden an beiden Standorten die mineralischen Düngungsverfahren 0, PK und NPK beprobt (am Standort E nur drei Wiederholungen). Die jährlichen Düngergaben für P, K und N beliefen sich wie folgt (pro ha): 80 kg P₂O₅, 240 kg K₂O und 75 kg N (B) bzw. 60 kg P₂O₅, 180 kg K₂O und 80 kg N (E). Aufgrund der Konstanz der Langzeitdüngung und der Schnittregime entwickelt sich für die jeweiligen Düngungsverfahren und Standorte eine spezifische botanische Artenzusammensetzung (Ineichen, 2018).

Die Wiesenbestände wurden am Standort B am 01.06./03.08. und 04.10.2017 bzw. am Standort E am 16.06. und 23.08.2017 geschnitten und beprobt. Das frisch geschnittene Wiesenfutter wurde auf ca. 30 % TS angewelkt und anschliessend mechanisch auf eine Partikelgrösse von 2 cm gehäckselt und in 1.5 L Laborsilos einsiliert. Ein Teil der Proben wurden auf 60 °C getrocknet, gemahlen und mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) die Roh Nährstoffe analysiert. Zudem wurde auch der TS-Gehalt. Der restliche Teil, ca. 400 g des angewelkten Materials wurde für die Bestimmung des Gehalts an CT und der leicht löslichen Stickstofffraktion A lyophilisiert. Die Bestimmung der CT erfolge an der Universität Kiel gemäss dem Protokoll von Terrill *et al.*, (1992). Die Gärdauer betrug > 65 Tage. Die Gär säuren und Ethanol wurden mittels Gaschromatographie ermittelt. Der pH und Ammoniakgehalt (NH₃) wurden elektrometrisch bestimmt und die Roh Nährstoffe der Silage mittels NIRS analysiert. Eine Teilprobe der jeweiligen Silagen wurde lyophilisiert, um die leicht lösliche Stickstofffraktion A zu bestimmen (Licitra *et al.*, (1996) (Landwirtschaftliche Kommunikation- und Servicegesellschaft GmbH LKS, Niederwiesa, Deutschland).

Die untersuchten Nährstoffgehalte des Wiesenfutters bzw. die Gärqualität der Silagen wurden mittels ANOVA (Interaktion aus Schnitt und Düngung) auf statistische Unterschiede geprüft ($P < 0.05$) (Sigmaplot, v.12.5).

Ergebnisse und Diskussion

Die TS-Gehalte der Silagen lagen in einem optimalen Bereich, während der pH bei einem Grossteil der Proben aufgrund des geringen Säurebildungspotentials der Silagen in einem suboptimalen Bereich lag (Tab. 1). Dies widerspiegelte sich auch in den eher tiefen Gehalten an Milchsäure. Die Silagen des höher gelegenen Standortes Eggenalp wiesen einen um rund dreifach höheren Gehalt an Essigsäure auf, als die Silagen des Standorts Bremgarten. Aufgrund der Buttersäuregehalte (1.5 – 17.8 g/kg TS) wurde die Qualität als fehlerhaft bis gut eingestuft. Der Grad der alkoholischen Gärung der Silagen lag grundsätzlich in einem günstigen Bereich, ebenfalls der Anteil an NH_3 -Stickstoff am Gesamtstickstoff. Insgesamt wurde die Gärqualität stärker durch den Aufwuchs als durch die Düngung beeinflusst.

Tab. 1: Gärqualität der Silagen der Wiesenbestände aus Bremgarten und Eggenalp mit unterschiedlicher Düngung (0, PK bzw. NPK).

g/kg TS	Bremgarten (930 m.ü.M)								Eggenalp (1'340 m.ü.M)							
	0	PK	NPK	SEM	S	D	SxD		0	PK	NPK	SEM	S	D	SxD	
TS (%)	35,1	39,4	34,7	1.44	**	**	n.s.		32,2	35,7	33,4	0.60	*	*	n.s.	
pH	4,60	5,19	4,88	0.059	**	**	n.s.		4,96	5,15	5,03	0.052	**	n.s.	*	
Milchsäure	35,0	24,2	32,1	1.85	**	**	**		34,5	31,7	33,8	1.62	n.s.	n.s.	*	
Essigsäure	3,29	2,29	2,95	0.340	*	n.s.	n.s.		9,45	3,89	7,45	1.069	**	**	**	
Buttersäure	11,2	7,91	13,3	1.25	**	n.s.	n.s.		3,92	4,13	2,06	0.548	n.s.	n.s.	*	
EtOH	5,37	6,10	5,46	0.542	**	n.s.	n.s.		5,39	5,81	5,03	0.496	n.s.	n.s.	n.s.	
$\text{NH}_3\text{-N}/\text{N}_{\text{ges}}$	3,53	4,60	4,06	0.325	**	n.s.	n.s.		6,24	4,41	5,24	0.277	n.s.	*	n.s.	

SEM: Standardfehler; S: Schnitt (generativer Aufwuchs; vegetativer Aufwuchs); D: Düngung (keine Düngung, PK bzw. NPK); SxD; Interaktion von Schnitt und Düngung; n.s.: nicht signifikant; *: $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

Die Zunahme der Proteinfraction A während der Silagegärung ist nicht grundsätzlich negativ mit dem Gehalt an CT korreliert (Abb. 1). Ein Zusammenhang lässt sich statistisch jedoch für die vegetativen Aufwüchse beider Standorte B und E, nicht aber für die generativen Aufwüchse zeigen (A-C). Wird der Einfluss der Düngung untersucht (D-F), so zeigt sich, dass eine negative Korrelation des Gehalts an CT und mit der Proteinfraction A ausschliesslich für mit NPK gedüngte Parzellen gilt. Wird zusätzlich der Standort berücksichtigt, so zeigt sich, dass dieser Effekt ausschliesslich durch die mit NPK gedüngten Flächen am höher gelegenen Standort E zu Stande kommt.

Die Gehalte an CT variieren in einem Bereich von 5.0. – 18.0 g CT/kg TS und sind im Wiesenfutter des Standorts B höher als am Standort E (Tab. 2). Die Gehalte an CT werden sowohl durch den Aufwuchs wie auch die Düngung beeinflusst. Spezifische CT-haltige Arten der untersuchten Wiesenbestände lassen sich auf den Waldstorchenschnabl (*Geranium sylvaticum*), sowie die Leguminosen Wiesen-Platterbse (*Lathyrus pratensis*), Hornklee (*Lotus corniculatus*) und zu einem geringeren Anteil der Zaunwicke (*Vicia sepium*) zurückführen (Ineichen, 2018).

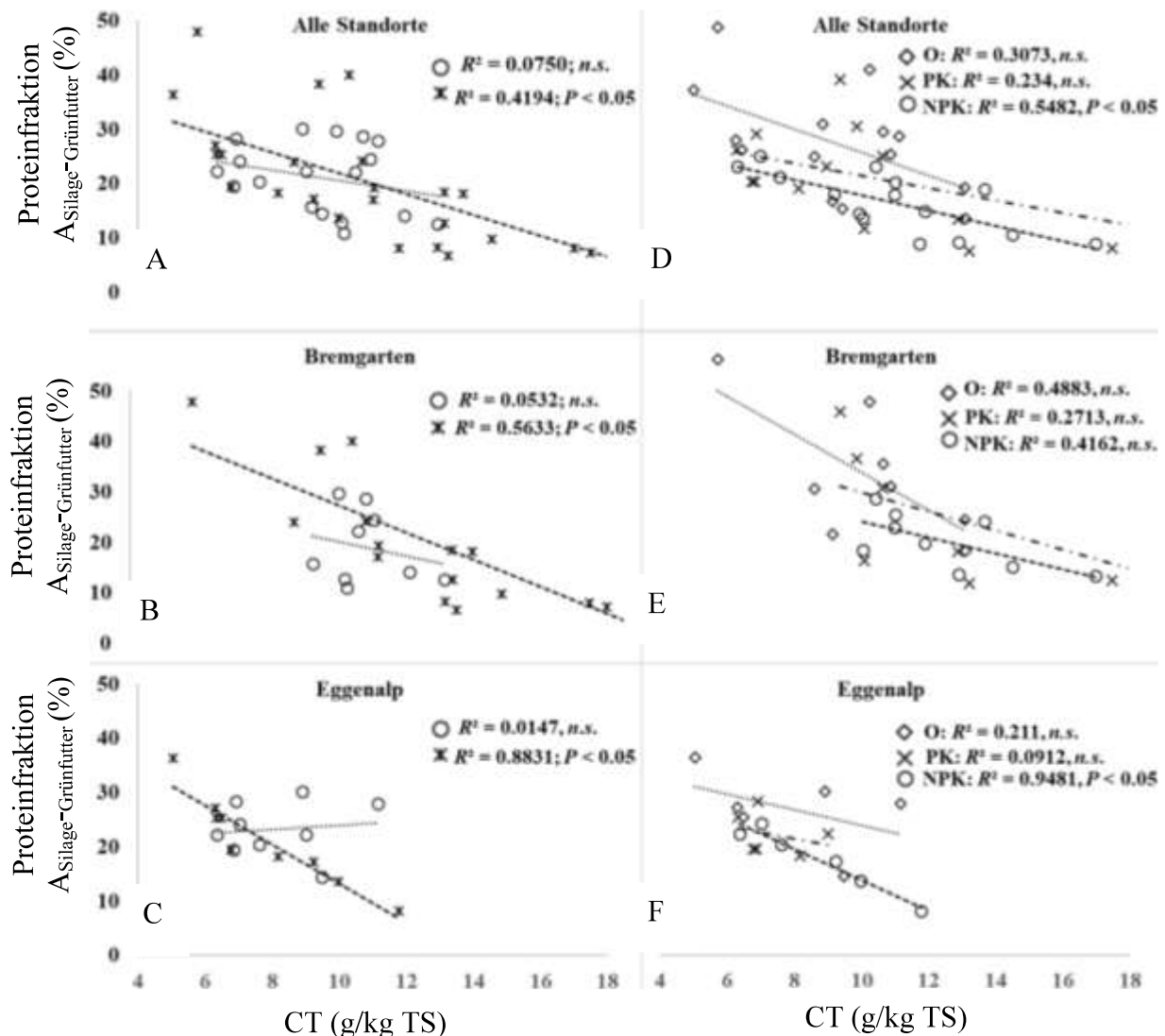


Abb. 1: Korrelation der kondensierten Tannine (g CT/kg TS) und der prozentualen Zunahme der Proteinfraktion A (%) während der Silagegärung. Serie a) bis c): Korrelation in Relation zum Aufwuchs (O: generative resp. ✕: vegetative Aufwüchse) der Standorte Bremgarten (930 m.ü.M) und Eggenalp (1'340 m.ü.M); Serie d) – f): Korrelation in Relation zur Düngung (O, PK und NPK).

Die RP-Gehalte des silierten Wiesenfutters sind eher tief, dennoch vergleichbar mit Wiesenfutter anderer Bergstandorte (Ineichen *et al.*, 2019). Die Gehalte an leicht löslichem Stickstoff (Proteinfraktion A) nehmen für alle untersuchten Wiesenfutter während der Silagegärung stark zu (+20.7 %). Die Proteinfraktion A (als % des RP) ist im Wiesenfutter der mit PK bzw. NPK gedüngten Flächen auf beiden Versuchsstandorten höher. Allerdings ist die relative Zunahme der Proteinfraktion A (%) vom Grünfütter zur Silage im Wiesenfutter der ungedüngten Parzellen am höchsten (26.5 bzw. 26.9 %).

Schlussfolgerungen

Die Zunahme der leicht löslichen Stickstofffraktion während der Silagegärung betrug ca. 20 %. Eine deutliche Reduktion der Zunahme dieser Fraktion mit steigendem Gehalt an kondens-

sierten Tanninen scheint multifaktoriell bedingt und war ausschliesslich im Futter vegetativer Aufwüchse und zu einem geringeren Anteil durch die Düngung erklärbar. Mögliche Ursachen können in der Veränderung der Proteinfractionen und der relativen Anteile tanninhaltiger Pflanzen in den jeweiligen Aufwüchsen gesehen werden.

Tab. 2: Gehalte an kondensierten Tanninen (CT), Rohprotein (RP) und der leicht löslichen Stickstofffraktion (A) der Wiesenbestände aus Bremgarten und Eggenalp mit unterschiedlicher Düngung (0, PK bzw. NPK).

g/kg TS	Bremgarten (930 m.ü.M)							Eggenalp (1'340 m.ü.M)						
	0	PK	NPK	SEM	S	D	SxD	0	PK	NPK	SEM	S	D	SxD
CT _{Grünfutter}	10,3	12,9	12,5	0.53	**	*	n.s.	7,90	7,35	8,67	0.436	n.s.	n.s.	**
RP _{Grünfutter}	131	130	115	2.9	*	*	n.s.	118	129	130	2.9	n.s.	*	**
RP _{Silage}	133	136	118	3.5	*	*	n.s.	122	130	135	2.8	n.s.	*	**
Fraktion A _{Grünfutter}														
g/kg TS	17,2	19,6	18,8	0.89	n.s.	n.s.	n.s.	15,4	22,3	25,4	1.25	n.s.	**	n.s.
% RP	13,3	15,0	16,1	0.63	**	*	**	13,0	17,2	19,7	0.84	**	**	n.s.
Fraktion A _{Silage}														
g/kg TS	54,5	48,1	36,6	3.82	**	*	n.s.	48,6	51,3	49,6	1.79	n.s.	n.s.	n.s.
% RP	40,3	34,0	30,5	2.09	**	*	n.s.	39,9	39,4	37,3	1.82	*	n.s.	*
A _{Silage} -Grünfutter, %	26,5	18,7	14,4	2.51	**	**	n.s.	26,9	22,1	17,6	1.59	n.s.	*	n.s.

SEM: Standardfehler; S: Schnitt (generativer Aufwuchs; vegetativer Aufwuchs); D: Düngung (keine Düngung, PK bzw. NPK); SxD: Interaktion von Schnitt und Düngung; n.s.: nicht signifikant; *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$

Danksagung

Für die Möglichkeit der Tanninanalysen werden Dr. Carsten Malisch und Prof. Dr. Taube von der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel herzlichst verdankt.

Literatur

Ineichen, S. (2018): Dissertationsschrift Nr. 25'143, ETH Zurich.

Ineichen, S., Kuenzler, A.D., Kreuzer, M., Marquardt, S., Reidy, B. (2019): Digestibility, nitrogen utilization and milk fatty acid profile of dairy cows fed hay from species rich mountainous grasslands with elevated herbal and phenolic contents. *Animal Feed Science and Technology* 247, 210-221.

Licitra, G., Hernandez, T.M., van Soest, P.J. (1996): Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 57, 347-358.

Terrill, T.H., Rowan, A.M., Douglas, G.B., Barry, T.N. (1992): Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 58, 321-329.

Wyss, U., Dettling, T., Reidy, B. (2016): Silagequalitäten im Berggebiet: eine Praxisuntersuchung. *Agrarforschung Schweiz* 7, 188-195.