

# Herausforderungen der Gärfutterproduktion im Hinblick auf erdige Futtermittelverschmutzung

## *Challenges in silage production with regard to soil contamination*

Reinhard Resch<sup>1\*</sup>

### Zusammenfassung

In österreichischen Grassilagen ist Futtermittelverschmutzung mit Erde ein weit verbreitetes und unterschätztes Problem. Rund 15 % der Grassilagen weisen über 120 g Rohasche bzw. mehr als 20 g Sand oder über 800 mg Eisen/kg TM und damit eine deutliche Erdbelastung auf. Erde führt bei Grassilagen zur Minderung von Gär- und Futterqualität sowie zu einer schlechteren Verwertung des aufgenommenen Futters. Nutztiere können Erde insbesondere in feuchten Grassilagen nicht selektieren, daher nimmt eine Milchkuh je nach Verschmutzungsgrad täglich 0,1 bis 1,5 kg Erde auf. Geringere Grundfutterleistungen und tiergesundheitliche Probleme sowie wirtschaftlicher Schaden sind die Folgen. Zur Reduzierung der erdigen Futtermittelverschmutzung sind gezielte Maßnahmen von Seiten der Landwirte anzustellen. Dazu gehören Bekämpfung tierischer Schädlinge und Verbesserung der Grasnarbendichte auf Grünlandflächen, Mahd bei abgetrocknetem Pflanzenbestand, bodenschonende Fahrtechnik und optimale Einstellung der Erntegeräte. Die Minimierung des Erdanteils im Erntegut hilft Infektionskreisläufe von unerwünschten Mikroorganismen (Clostridien u.a.) zu unterbrechen und durch Einhaltung der übrigen Silierregeln eine gute Milchsäuregärung sicherzustellen. Siliermittel können nur dann die Gärung verbessern, wenn geeignete Produkte ausgewählt werden und Dosierung sowie Verteilung passen. Qualitätsbewusste Landwirte kontrollieren die Silagequalität ihrer eingelagerten Futterpartien über die Futtermittelanalyse und erkennen am befundeten Rohasche-, Sand- bzw. Eisengehalt die Größenordnung der erdigen Verschmutzung in den wirtschaftseigenen Grassilagen. Alle Anstrengungen zur Vermeidung von erdiger Futtermittelverschmutzung machen sich auf dem Grünland- und Viehwirtschaftsbetrieb auf jeden Fall bezahlt!

*Schlüsselwörter:* Erdkontamination, Silagequalität, Buttersäure, Erdaufnahme, Siliermittel

### Summary

Contamination of forage by adhered soil particles is a widespread problem in Austrian grass silages. Approximately 15 % of sampled grass silages show crude ash contents above 120 g or more than 20 g sand and iron contents above 800 mg kg<sup>-1</sup> DM, respectively. Soil in grass silage results in reduction of fermentation and forage quality and decreases digestibility of ingested organic matter. Farm animals can not select soil particles of wet grass silage. Depending on degree of soil contamination, 0.1 to 1.5 kg adhered soil can be daily ingested. It leads to lower milk yields and determines animal health problems and economic disadvantages. Reduction of soil contamination requires targeted actions of farmers for example control of root vole, mole, etc., improvement of sward density, mowing of dry forage plants, soil protecting driving technique and optimal approach of harvesting machinery. Minimization of soil contamination of harvested forage helps to cut off infection circles of unwanted microorganism (clostridia, etc.). Silage additives can only improve fermentation quality in case of application of effective products, exact dosage and dispensation. Quality-consciousness farmers control grass silage by analysis. They identify the degree of soil contamination in grass silage via analysed contents of crude ash, acid insoluble residue of ash or iron. All efforts that minimize soil contamination in grass silage determine advantages for grassland and animal farmers.

*Keywords:* soil contamination, silage quality, butyric acid, soil ingestion, silage additives

## 1. Einleitung

In Österreich werden jährlich etwa 70 % des gesamten Grundfutters (Grünlandfutter und Silomais) in Form von Gärfutter konserviert (RESCH 2014a). Das steigende genetische Leistungspotenzial der Nutztiere kann nur dann optimal ausgeschöpft werden, wenn Silagen optimal vergären,

eine entsprechende Dichte an verwertbaren Inhaltsstoffen liefern und futterhygienische Unbedenklichkeit aufweisen. Erde ist in Grundfutter unter anderem als Ausgangspunkt für einige negative Auswirkungen, wie z.B. Buttersäuregärung verantwortlich (NUSSBAUM 2011a). Etwa 50 % der österreichischen Grünland- und Viehbetriebe dürften unabhängig vom Konservierungssystem (auch Heu) regel-

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, Raumberg 38, A-8952 Irdning

\* Ansprechpartner: Ing. Reinhard Resch, email: reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at

mäßig mit Erde im Grundfutter zu tun haben, 10 – 15 % der Landwirte kämpfen mit deutlichen bis massiven Verschmutzungsproblemen.

Erdboden ist mit einem Nährsubstrat vergleichbar, das je nach Struktur, Zusammensetzung und Umweltbedingungen eine Vielzahl von Lebewesen beherbergen kann. In Grünlandböden leben etwa 5 bis 15 Tonnen Organismen, davon etwa drei Viertel Pilze und Bakterien. Die meisten im Boden lebenden Organismen sind vorteilhaft für das Ökosystem, es gibt aber auch pathogene Bakterien und Parasiten, die Krankheiten auslösen können. Von landwirtschaftlicher Relevanz sind z.B. Clostridienarten als Verursacher von Botulismus, Tetanus, Buttersäuregärung und Proteinabbau in Silagen (RESCH et al. 2014a). Die Ausbringung organischer Düngemittel kann Boden und Grünlandpflanzen mit Parasiten und pathogenen Keimen belasten (WYSS 2014). Auf diese Weise können Infektions-Kreisläufe auf dem Betrieb geschlossen werden, die unweigerlich zu Problemen führen können. In Abhängigkeit der geologischen Formation kommen im Boden verschiedenste mineralische Elemente vor, die je nach Säuregrad (pH-Wert) löslich werden. Darunter befinden sich nach FLEMING (1986) auch giftige Schwermetalle wie Arsen, Blei, Cadmium, Molybdän und andere. Zwischen 30 und 97 % der tierischen Probleme mit Schwermetallvergiftungen haben erhöhte Erdaufnahme als Ursache. Durch den Wind können Staubteile wie radioaktive Kontaminanten über extrem weite Strecken verfrachtet werden (SUMMERLING 1981), in den Oberboden gelangen und in der Folge Futterpflanzen, Nutztiere und Menschen gesundheitlich belasten.

Dieser Beitrag befasst sich mit den Herausforderungen der Erdkontamination in der Grassilage, weil erdige Futtermittelverschmutzung deren Futter- und Gärqualität vermindert und in weiterer Folge tierische Leistung, Tiergesundheit und wirtschaftlichen Betriebserfolg schmälern kann und diskutiert, wie ELSÄSSER et al. (2004), Möglichkeiten der Problemreduktion.

## 2. Material und Methoden

Erdig Verschmutzung wird in seiner vielschichtigen Problemstellung von den Landwirten unterschätzt, deswegen gilt es die kausalen Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung zu ergründen. Die Erfassung der erdigen Futtermittelverschmutzung in Grassilage setzt anerkannte Parameter und Methoden der Analyse voraus.

### 2.1 Probenahme

Die Probenziehung ist die Grundvoraussetzung für eine repräsentative Aussage zur Qualität eines beprobten Futtermittels. Bei den österreichischen LK-Silageprojekten und im Rahmen der Erntebeprobung der Arbeitskreise Milchproduktion erfolgt die Probenahme mit standardisierten Edelstahlbohrern, um einen Querschnitt aus dem Futterstock zu erhalten (GUGGENBERGER und RESCH 2001). Die Ziehung der Proben wird größtenteils durch erfahrene Probenzieher (Landwirtschaftskammer, Maschinenring Tirol, etc.) durchgeführt. Von der Gesamtprobe werden ca. ein bis zwei Kilogramm Grassilage an das Futtermittellabor Rosenau (LK Niederösterreich), oder andere Labors für die chemische Analyse geschickt.

### 2.2 Laboranalyse

In den LK-Silageprojekten wurde ein Mindestumfang für die chemische Analyse festgelegt, das war die Weender-Untersuchung von Trockenmasse (TM) und Rohnährstoffen, die Gärqualität (pH, Gärsäuren und Ammoniak) sowie die Berechnung von nutzbarem Protein (nXP) und ruminaler Stickstoffbilanz (RNB). Die chemische Analyse der Silageproben erfolgte im Futtermittellabor Rosenau mittels nasschemischer Standardmethoden für Nährstoffe, Gerüstsubstanzen, Mengen- und Spurenelemente sowie der Gärqualität. Die Verdaulichkeit, Umsetzbare Energie (ME) und Nettoenergie-Laktation (NEL) wurden in Rosenau durch Regressionskoeffizienten (GRUBER et al. 1997) geschätzt. An der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde darüber hinaus die *in vitro*-Verdaulichkeit der organischen Masse nach TILLEY und TERRY (1963) analysiert.

### 2.3 Daten

Die LK-Silageprojekte waren Kooperationsprojekte zwischen den Landwirtschaftskammern, der Arbeitskreisberatung Milchproduktion und dessen interessierten Mitgliedern und der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Ziel war es eine Verbindung zwischen chemischen Analysen der Grassilageproben und abgefragten Managementparametern herzustellen. Die Daten stammten aus den Erntejahren 2003, 2005, 2007 und 2009 (RESCH 2010) und umfassten insgesamt 2.824 Datensätze mit chemischen Analysen. Von allen Gärfutterproben standen auswertbare Fragebogendaten zur Verfügung. Die meisten Proben konnten dem 1. Aufwuchs (82 %) zugeordnet werden, 13 % waren vom 2. Aufwuchs. Um die Auswertung von Aufwuchs 4 bis 6 zu ermöglichen, wurden diese Proben gemeinsam mit dem 3. Aufwuchs in einer Gruppe zusammengefasst. Im Erhebungsbogen wurde die Futterzusammensetzung der eingesendeten Silageprobe abgefragt. Der Großteil (98 %) der Proben stammen aus Dauergrünlandflächen, der Rest teilte sich auf Feldfutter (Rotklee, Luzerne, Klee gras, Luzerne gras) auf. Die geringe Probenanzahl bei Feldfutter war statistisch nicht auswertbar, daher wurde auf eine Darstellung verzichtet. In den LK-Silageprojekten wurden nur wenige Proben auf Eisen und keine auf Sandanteil (Salzsäure unlösliche Asche) untersucht, daher standen diese beiden Verschmutzungsindikatoren nicht für eine multivariate Auswertung zur Verfügung.

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt „Das Grünland im Berggebiet Österreichs“ wurde unter dem UNESCO-Programm Man and Biosphere (MaB 6/21) in den Jahren 1997 bis 2001 durchgeführt. Dabei wurden insgesamt 1.911 Grünlandflächen unterschiedlicher Nutzungsart und -intensität untersucht (Bodenzustand, Pflanzenbestand, Ertrag, Futterqualität) und sozioökonomische Betriebserhebungen angestellt. Aufgrund der umfangreichen Datenlage war dieses Projekt für mehrfaktorielle Auswertungen im Hinblick auf Futtermittelverschmutzung ideal.

Die LK-Heuprojekte verfolgten in den Jahren 2008, 2010 und 2012 im Prinzip die gleichen Ziele wie die LK-Silageprojekte, jedoch für Raufutter. Die ~2.000 Datensätze wurden für diese Arbeit herangezogen, weil im Projekt die Bestandesfeuchte bei der Mahd abgefragt wurde und dies ein relevanter Parameter für Futtermittelverschmutzung mit Erde sein kann.

## 2.4 Statistische Auswertung

Die Daten wurden in den Bundesländern über eine einheitliche MS-Access-Eingabemaske erfasst und kontrolliert. Nach Sammlung der gesamten Daten an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erfolgte eine Plausibilitätsprüfung und Validierung der Daten. Die statistischen Berechnungen wurden an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein mit der Software Statgrafics (Version Centurion XV) und mit IBM SPSS Statistics 22.0 durchgeführt. Für die mehrfaktoriellen Analysen wurde das GLM-Verfahren (Allgemeine lineare Modellierung) herangezogen. Die Mittelwertvergleiche wurden mit der Methode TUKEY-HSD (Honestly Significant Difference) durchgeführt.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Erkennung einer erdigen Futtermittelverschmutzung

Nach Meinung der Fachbereiche Tierernährung (z.B. SPIEKERS 2011) und Futtermittelkonservierung (z.B. KALZENDORF und THAYSEN 2011, HÜNTING und THAYSEN 2011, BUCHGRABER et al. 2003) soll das Maß von 100 g Rohasche/kg TM nicht überschritten werden, weil der Eintrag nicht pflanzlicher mineralischer Substanz den Futterwert stark mindert und ein hohes Risiko einer Buttersäuregärung bei Grassilage darstellt. Untersuchungen an österreichischem Wiesenfutter unterschiedlicher Konservierung (Grünfutter, Grassilage, Heu) ergaben nach RESCH et al. (2006), dass sich im Laufe der Vegetationsdauer bzw. mit Erhöhung des Rohfasergehaltes der Rohaschegehalt verringert und sich der 1. Aufwuchs im Aschegehalt von den Folgeaufwüchsen unterscheidet (Abbildung 1). Dazu kommt noch, dass blattreiche Pflanzen (Kleearten, Kräuter) höhere Rohaschegehalte enthalten als Gräser (DLG 1997, RESCH et al. 2009, RESCH et al. 2014b). Es gibt also schlagkräftige Hinweise dafür, dass der Parameter Rohasche, insbesondere der Orientierungswert von

100 g/kg TM, ein zu wenig präziser Indikator für den Verschmutzungsgrad von Futtermitteln ist. In der Wertanalyse wurde die Schwachstelle Rohaschegehalt zwar erkannt, aber in österreichischen Beratungsempfehlungen wurde bisher nicht am Orientierungswert gerüttelt bzw. löste bislang kein alternativer Indikator wie z.B. der Sandanteil oder der Eisengehalt den Rohaschegehalt ab.

#### Rohaschegehalt

In der nasschemischen Futteranalyse wird der Rohaschegehalt durch Verbrennung des Futtermittels bei 550 °C bis zur Gewichtskonstanz ermittelt (VDLUFA-Methodenbuch 1997a). Die Rohascheanalyse der Futterprobe berücksichtigt nur den mineralischen Anteil der Erdverschmutzung, d.h. je humusreicher der Erdboden (z.B. Moorboden), umso schlechter ist die Aussagekraft der Rohascheanalyse hinsichtlich Erdbelastung. Grünlanderde enthält 20 bis über 95 % Rohasche.

Der Rohaschegehalt umfasst die Summe aller mineralischen Elemente plus Sandanteil. Die Mineralstoffe werden im Untersuchungsbefund allerdings in Element- und nicht in der vorkommenden Oxidform ausgewiesen (RESCH et al. 2014b). Daher entsteht eine Lücke (Abbildung 2 – weißer Bereich), die jedoch keine Erdkontamination darstellt.

#### Sandanteil

In Futtermittelablabors wird die Sandanalyse bei Grundfuttermitteln auf Anfrage durchgeführt. Bei der Bestimmung der salzsäureunlöslichen Asche (auch als „Sandanteil“ bekannt) wird die Pflanzenasche mit Salzsäure versetzt (VDLUFA-Methodenbuch 1997b). Der ungelöste Rest besteht hauptsächlich aus Silizium. Der natürliche Siliziumgehalt in Pflanzen (Kieselsäure) ist mit rund 15 g/kg TM relativ konstant, sodass Sandgehalte ab 20 g/kg TM auf eine Erdkontamination hinweisen. Auswertungen des Sandanteils im Futter durch die HBLFA Raumberg-Gumpenstein ergaben ein höheres Risiko der Erdverschmutzung bei Rohfasergehalten unter 240 g/kg TM (Abbildung 2). Davon

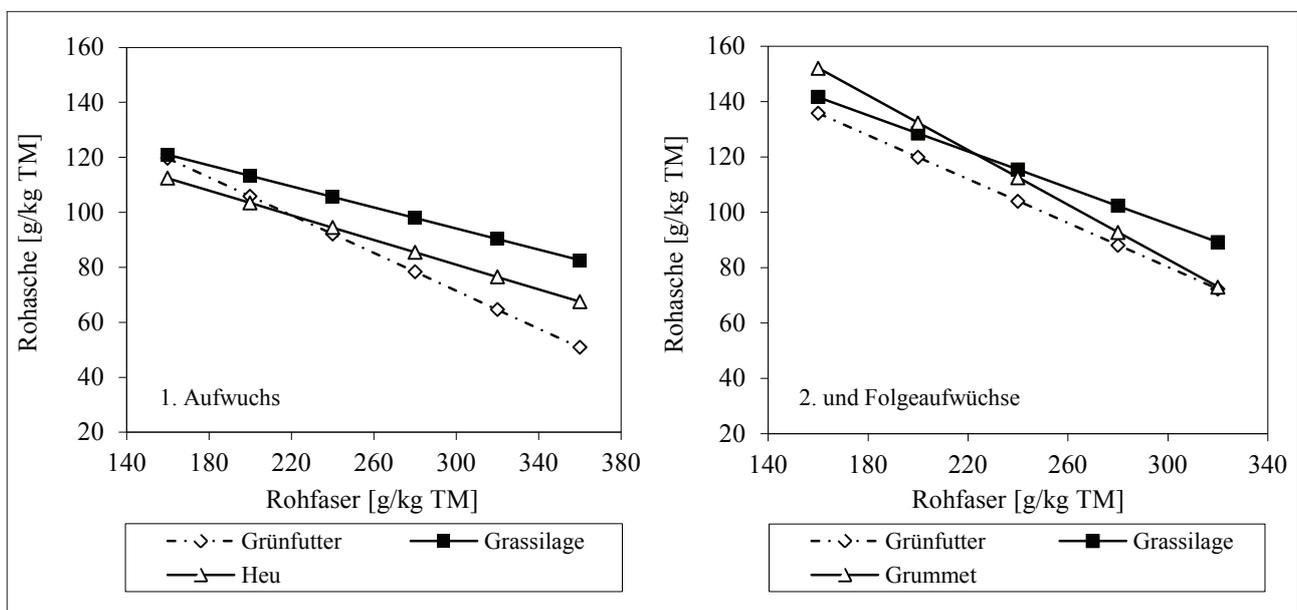


Abbildung 1: Rohaschegehalte von Wiesenfutter in Abhängigkeit von Konservierung und Rohfasergehalt im 1. Aufwuchs bzw. in den Folgeaufwüchsen (Daten: Projekt MaB 6/21, LK-Silageprojekte, LK-Heuprojekt)

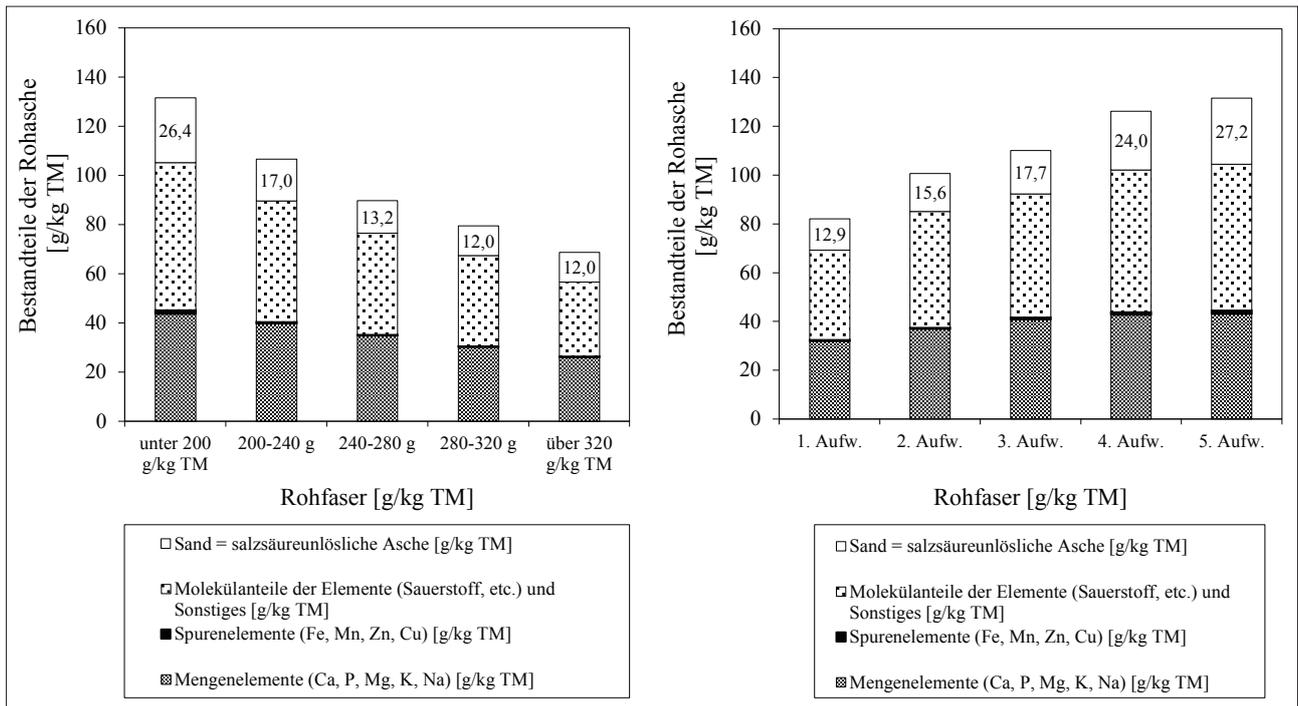


Abbildung 2: Zusammensetzung der Rohasche aus Wiesenfutterproben in Abhängigkeit des Rohfasergehaltes bzw. Aufwuchses (Daten: Projekt MaB 6/21)

sind hauptsächlich die letzten Aufwüchse im Spätsommer bzw. Futter aus Wiesen mit vier oder mehr Nutzungen pro Jahr betroffen.

**Eisengehalt**

Die Eisenuntersuchung von Grundfutterproben (VDLUFAMethodenbuch 1997c) wird im Zuge der ICP-Analyse gemeinsam mit den Spurenelementen Zink, Mangan und

Kupfer durchgeführt. Rohasche und Eisen stehen im Grundfutter in relativ enger Beziehung zueinander (RESCH und STEINER 2013). Je höher der Aschegehalt im Futter ansteigt, umso höher steigen auch die Eisenwerte (Abbildung 3). Berücksichtigt man den natürlichen Eisengehalt von Wiesenfutter und den Bodengehalt an Eisen, so beginnt die relevante Erdverschmutzung etwa ab einem Gehalt von 500 mg Eisen/kg Futter-TM. Eine noch wesentlich stärkere

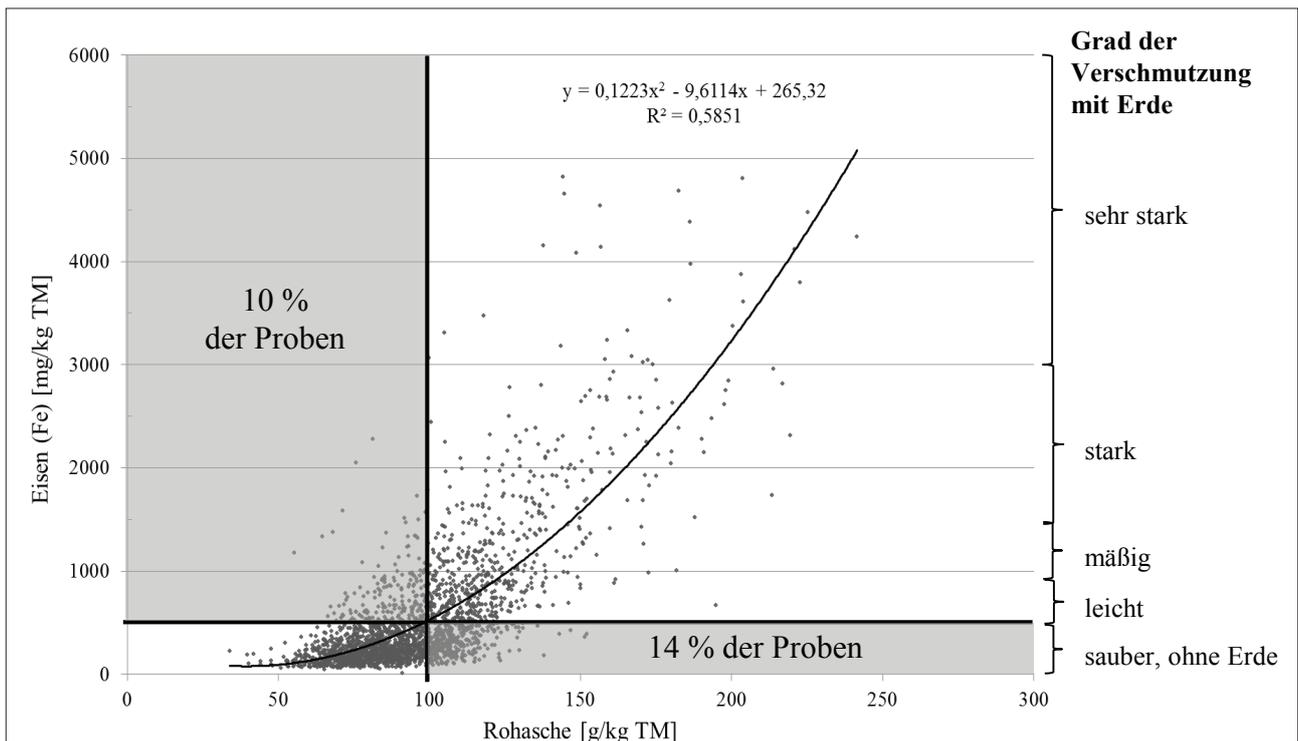


Abbildung 3: Beziehung zwischen Rohasche und Eisengehalt in Grünlandfutter (Daten: Projekt MaB 6/21)

Korrelation besteht zwischen Sandanteil und Eisengehalt. Daher ist der Eisenwert ähnlich zuverlässig in der Bewertung der erdigen Futtermittelverschmutzung wie der Sandanteil (RESCH et al. 2013). Die höchsten Eisengehalte konnten bei Rohfasergehalten unter 200 g/kg TM, also bei sehr jungem Futter, festgestellt werden. Der Eisengehalt im Futter steigt vom 1. Aufwuchs über die Folgeaufwüchse an und ist bei Grünfutter niedriger als in Grassilage und Heu.

Die Problembereiche der Beurteilung des Verschmutzungsgrades lassen sich anhand der grau hinterlegten Bereiche in *Abbildung 3* erkennen. Das Fenster links oben enthält 10 % der gesamten Proben. Diese weisen erhöhte Eisenwerte von über 500 mg/kg TM auf, würden aber mit der geltenden Rohaschebewertung als unverschmutzt eingestuft, weil die Rohaschegehalte unter 100 g/kg TM liegen. Im grauen Fenster rechts unten werden 14 % der gesamten Grünfutterproben über das Rohaschesystem als verschmutzt bewertet (über 100 g Rohasche/kg TM), obwohl die Proben unbedenkliche Eisenwerte unter 500 mg/kg TM aufweisen. In Summe gesehen ist daher die Bewertung der erdigen Futtermittelverschmutzung mittels Rohaschegehalt bei jeder vierten Probe fragwürdig bis problematisch, sofern der Eisenwert von 500 mg/kg TM als Maßstab herangezogen wird.

### 3.2 Futtermittelverschmutzung österreichischer Grassilagen

Die Untersuchung von 3.612 Grassilagen ergab, dass 48 % der Proben über 100 g Rohasche/kg TM enthielten (STÖGMÜLLER 2014). Rund 15 % der eingesendeten Silagen wiesen Rohaschegehalte über 120 g/kg TM auf. Extremwerte lagen jenseits der 200 g Rohasche/kg TM (*Abbildung 4*). In einer GLM-Analyse (RESCH 2010) wurden 10 fixe Effekte (Jahr, Wirtschaftsweise, Futterzusammensetzung, Aufwuchs, Mähgerät, Schnitthöhe, Zetthäufigkeit, Feldphase, Witterung und Erntegerät) und 3 Kovariablen (Trockenmasse, Rohprotein, Rohfaser) eingesetzt, um deren Auswirkungen auf den Rohaschegehalt zu ermitteln. Mit dem linearen Modell konnte die Datenvarianz der Rohaschegehalte in Grassilagen aus den angeführten Parametern nur

geringfügig erklärt werden ( $r^2 \sim 22\%$ ), d.h. andere Faktoren trugen maßgeblich zur Höhe des Rohaschegehaltes bei.

Faktoren mit signifikanten Effekten auf den Rohaschegehalt waren Rohfaser- und Rohproteingehalt, Aufwuchs, Schnitthöhe, TM-Gehalt und der Jahreseffekt. Außerdem stieg der Rohaschegehalt mit zunehmender Anzahl an Erdhaufen von Wühlmäusen bzw. Maulwürfen signifikant an.

### 3.3 Auswirkungen der Futtermittelverschmutzung in Grassilagen

Futtermittelverschmutzung mit Erde ist in der Praxis ein großes Problem, weil je nach Kontaminationsgrad des Futters mehr oder weniger ungünstige Folgen in vielen Richtungen zu erwarten sind (RESCH et al. 2014a). Die Erdaufnahme aus Futterkonserven kann bei Wiederkäuern sehr unterschiedlich sein (HERLIN und ANDERSSON 1996). Bei Stallvorlage von grob strukturiertem Grünfutter und insbesondere von Heu haben Tiere die Möglichkeit zu selektieren, daher wird einiges an Erde im Futterrest übrig bleiben. Bei Gärfutter mit hohem Wassergehalt oder bei Mischrationen wird meist ein Großteil der Erde aus dem Futter gefressen, weil die Tiere kaum selektieren können. Bei einer Futteraufnahme von 10 kg TM einer stark verschmutzten Grassilage (200 g Rohasche/kg TM) nimmt eine Kuh am Tag etwa 1,2 kg Erde auf.

#### Futterinhaltsstoffe und Energie werden verdrängt

Verschmutzung mit Erde hat zur Folge, dass sich die qualitative Zusammensetzung des Futters verändert. Die Zunahme von 10 g Rohasche/kg TM in Grassilage verringert den Rohproteingehalt um 1,6 g und den Rohfasergehalt um 3,8 g/kg TM. Die Energiekonzentration wird um durchschnittlich 0,1 MJ NEL/kg TM reduziert.

Eine sehr stark verschmutzte Futterpartie (220 g Rohasche/kg TM), im Ähren-/Rispenstücken geerntet, verliert je kg Trockenmasse 23 g an Rohprotein bzw. 1,17 MJ NEL gegenüber sauber konservierter Grassilage (*Tabelle 1*). Auch die organischen Bestandteile der Erde (Humus) verdrängen wertvolle Futterinhaltsstoffe. Die reduzierende Wirkung

$$r^2 = 0,009 \quad \text{TM-Effekt} = -0,04 \text{ g}$$

$$r^2 = 0,084 \quad \text{XF-Effekt} = -0,32 \text{ g}$$

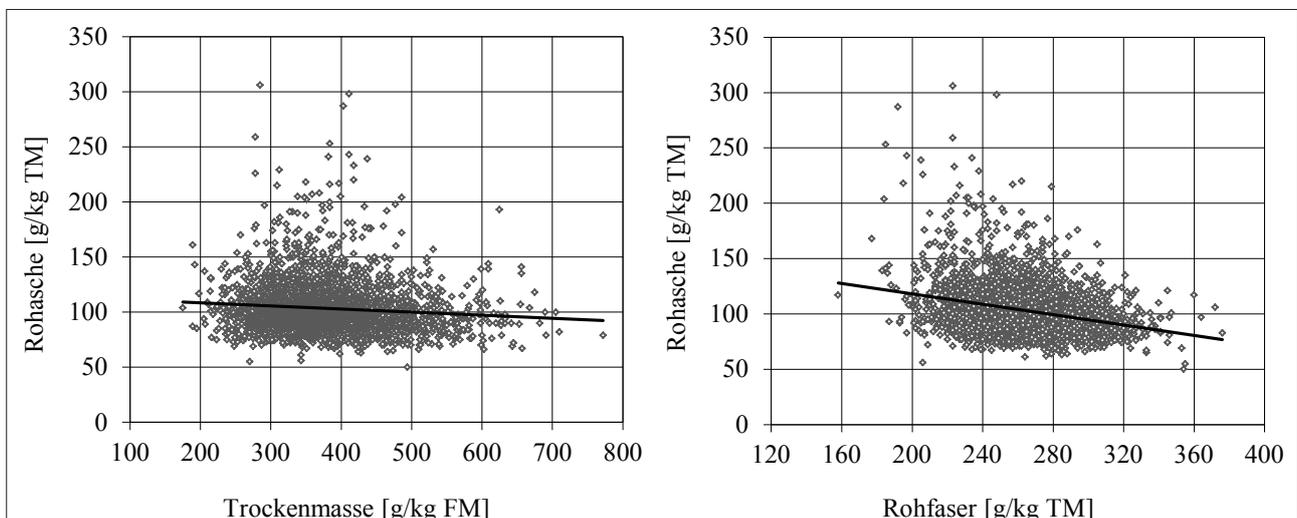


Abbildung 4: Rohaschegehalte österreichischer Grassilagen in Abhängigkeit des Trockenmasse- und Rohfasergehaltes (Daten: LK-Silageprojekte 2003/05/07/09)

**Tabelle 1: Veränderung von Nährstoffgehalten, Energiedichte und Buttersäuregehalt bei zunehmender erdiger Futtermittelverschmutzung von Grassilage**

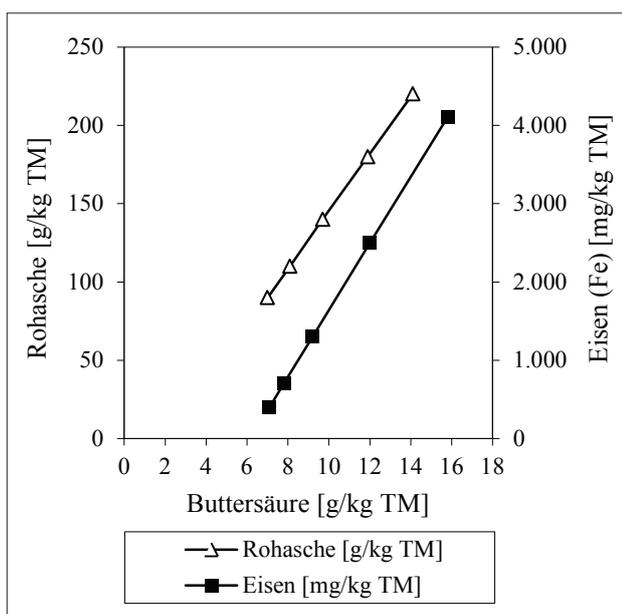
| Verschmutzungsanzeiger |                   |                         | Futterinhaltsstoffe           |                         |                       | Energie              | Gärung           |                          |
|------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|------------------|--------------------------|
| Rohasche<br>[g/kg TM]  | Sand<br>[g/kg TM] | Eisen (Fe)<br>[g/kg TM] | Organische Masse<br>[g/kg TM] | Rohprotein<br>[g/kg TM] | Rohfaser<br>[g/kg TM] | Rohfett<br>[g/kg TM] | NEL<br>[g/kg TM] | Buttersäure<br>[g/kg TM] |
| 90                     | 13                | 400                     | 910                           | 160                     | 248                   | 31                   | 6,17             | 7,1                      |
| 110                    | 17                | 700                     | 890                           | 156                     | 244                   | 30                   | 6,00             | 7,8                      |
| 140                    | 27                | 1.300                   | 860                           | 151                     | 235                   | 29                   | 5,73             | 9,2                      |
| 180                    | 45                | 2.500                   | 820                           | 144                     | 227                   | 28                   | 5,36             | 12,0                     |
| 220                    | 69                | 4.100                   | 780                           | 137                     | 219                   | 27                   | 5,00             | 15,8                     |

\*Futterbasis: Dauerrwiese 1. Aufwuchs, Ähren-/Rispenstängel, TM-Gehalt 38 %

organischer Bodenanteile auf Futterprotein, -energie und -aufnahme kann anhand fehlender Bodendaten nicht abgebildet werden. Dem Problem organischer Verunreinigungen sollte in Zukunft mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden.

#### *Erdbelastung verschlechtert Gärqualität*

Ein Maßstab für die Silierbarkeit von Pflanzen ist die Pufferkapazität (JÄNICKE 2011). Sie ist neben dem Rohproteinanteil auch wesentlich vom Rohaschegehalt abhängig. Je höher der Rohaschegehalt im Futter ist, umso mehr Milchsäure muss durch die Vergärung von Zucker zur pH-Absenkung und damit zur Silagestabilisierung produziert werden. Folglich geht die Silierbarkeit des Futters mit steigendem Rohaschegehalt zurück und das Risiko einer Fehlgärung steigt (NUSSBAUM 2011b). Verschmutzung mit Erde wirkt sich in der Regel negativ auf die Gärqualität aus (Tabelle 1). Die Zunahme um 10 g Rohasche erhöht den Buttersäuregehalt um ~0,4 g/kg TM und den Proteinabbau um 0,3 % (Anteil Ammoniak-Stickstoff [NH<sub>3</sub>] am Gesamtstickstoff). Nimmt man den Eisengehalt als Indikator für Futtermittelverschmutzung, so zeichnet sich hier ein noch deutlicherer Effekt als bei Rohasche-Erhöhung ab. Die Zunahme von 100 mg Eisen/kg TM erhöht den Buttersäuregehalt um 0,33 g/kg TM (Abbildung 5).



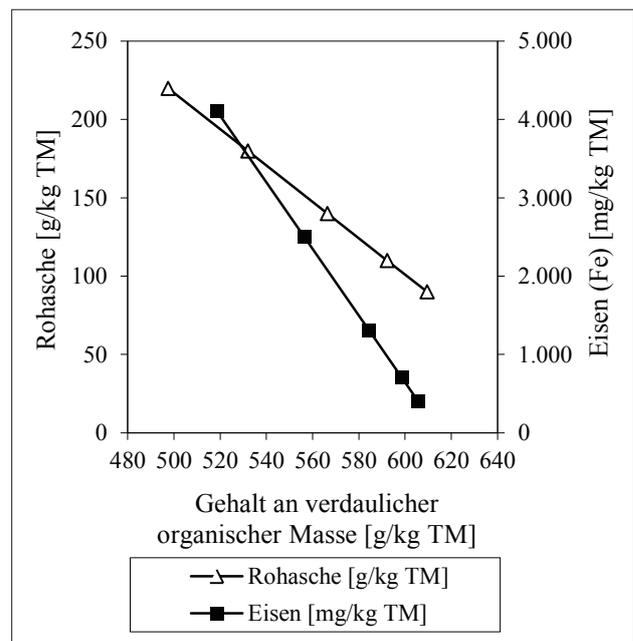
**Abbildung 5: Einfluss von Rohasche- bzw. Eisengehalt auf den Buttersäuregehalt von Grassilagen** (Daten: LK-Silageprojekte 2003/05/07/09)

Der negative Effekt des Rohaschegehaltes ist in punkto Buttersäuregärung allerdings etwas geringer als ein zu hoher Rohfasergehalt bzw. ein zu niedriger TM- oder Rohproteinanteil im Erntegut (RESCH 2008). Die Kombination von erdiger Futtermittelverschmutzung mit geringer Anwelkung (TM-Gehalt unter 30 %) und zu spätem Erntezeitpunkt (Rohfaser-Gehalte über 270 g/kg TM) kann die Gärqualität von Grassilagen und damit deren Futterwert massiv verschlechtern. Das Aroma von Grundfutter wird durch Erde negativ verändert, was in der Folge die Futterakzeptanz verschlechtern kann.

#### *Verdaulichkeit sinkt durch Erde im Futter*

Die Zunahme von Rohasche wirkt sich massiv auf die Verwertbarkeit von Grassilage aus. Den ersten Beweis dazu liefert die Untersuchung der Verdaulichkeit der organischen Masse (OM) von 1.336 österreichischen Grassilageproben nach TILLEY und TERRY (1963), einer in vitro-Labormethode mit Pansensaft. Bei Annahme eines durchschnittlichen Rohfasergehaltes von 248 g/kg TM führte der Anstieg von 10 g Rohasche/kg TM zu einer Reduktion des Gehaltes an verdaulicher OM um 8,6 g/kg TM (Abbildung 6).

Da Rohaschegehalte hinsichtlich erdiger Verschmutzung trügerisch sein können, wurde mit den oben angeführten



**Abbildung 6: Einfluss von Rohasche- bzw. Eisengehalt auf den Gehalt an verdaulicher organischer Masse von Grünlandfutter mit 248 g Rohfaser/kg TM** (Daten: Projekt MaB 6/21)

Proben auch der Einfluss des Eisengehaltes auf die OM-Verdaulichkeit überprüft. Wenn infolge von Erdverschmutzung der Eisengehalt im Futter um 100 mg/kg TM ansteigt, führt dies zu einer Reduktion des Gehalts an verdaulicher OM um 2,3 g/kg TM (*Abbildung 6*). Erdige Verschmutzung, ablesbar an vergleichsweise höheren Rohasche- und Eisengehalten, resultiert somit bei gleichem Rohfasergehalt in einer geringeren OM-Verdaulichkeit des Grundfutters.

### 3.4 Tiergesundheitliche Probleme durch Futtermittelverschmutzung

Erdaufnahme kann zur Störung der Verdauungsorgane und Nährstoffbalance führen und subklinische bzw. klinische Befunde bei den Tieren hervorrufen. Die Verfütterung von erdig verunreinigten Futtermitteln kann als Hauptursache für das Krankheitsbild der Pansen-, Labmagen- und Darmversandung von Rindern angesehen werden. Bei Versandung der Vormägen findet man an Krankheitserscheinungen eine allmählich sinkende Fresslust, eine verminderte Pansen-tätigkeit, immer wiederkehrende Pansenblähungen und typischerweise Durchfall sowie vermehrten Speichelfluss. Aufgrund der verminderten Futtermittelaufnahme kommt es zur chronischen Abmagerung und zu verminderter Milchleistung (RESCH et al. 2014c). Mit Fortdauer der Erkrankung sowie in schwerwiegenden Fällen zeigen die Tiere Leerkaugen und Zähneknirschen. Die Störungen der Fresslust sind auf die Schmerzhaftigkeit der Magenschleimhautentzündung zurückzuführen, welche aufgrund der starken mechanischen Reizung durch den Sand und die Steinchen entsteht.

Wenn das Futter unverhältnismäßig stark verunreinigt ist, gelangt der Sand auch vermehrt in die hinteren Abschnitte des Verdauungstraktes, also in den Labmagen und in die Darmschlingen. Die Tiere magern ab, der Kot wird in diesem Fall dünnbreiig und aufgrund von Blutbeimengungen dunkel. Sandablagerungen im Labmagen können auch bei der Entstehung von Labmagengeschwüren eine ursächliche Rolle spielen. Auch Fälle von Koliken und akutem Darmverschluss sind möglich.

#### *Erdverschmutzung kann Spurenelemente festlegen*

Spurenelemente erfüllen vielfältige und wichtige Aufgaben im Organismus. Die Bioverfügbarkeit von Mengen- und Spurenelementen kann durch die Fütterung erdig verschmutzter Grundfüttermittel negativ beeinträchtigt werden. Eisen ist im Erdboden meist reichlich vorhanden und kann bei entsprechender Aufnahme ein Auslöser für die Blockade anderer Elemente sein. Durch Komplexbildung von Calcium, Eisen und Aluminium kann es im Tier zu einer verminderten Resorption von Phosphor kommen, der Effekt ist ein Phosphor-Mangel. Kupfer-, Mangan- und Zinkmangel können ebenfalls durch zu hohe Gehalte an Eisen aus Erde verursacht werden. Kupfer und Mangan werden teilweise über die gleichen Transportwege absorbiert wie das Eisen. Die Eisenzufuhr ist im Körper sehr streng geregelt, weil zu viel an freiem Eisen hochtoxisch im Körperinneren wirkt. Bei zu hoher Eisenzufuhr werden deshalb die Eisen-transportpfade massiv heruntergeregelt und damit auch die Fähigkeit zur Absorption von Kupfer und Mangan. Bei knapper Kupfer-, Zink- bzw. Mangan-Versorgung kann es daher leicht zu einem sekundären Kupfer- und Zinkmangel, weniger häufig zu einem Manganmangel kommen. Kupfer

kann auch durch hohe Schwefel- oder Molybdän-Gehalte festgelegt werden. Der hervorgerufene Mangel an Spurenelementen kann zur Herabsenkung der Fruchtbarkeit der Tiere führen. Verschärft kann der Mineralstoffmangel zusätzlich noch durch pansenazidotische Verhältnisse werden, weil tiefe pH-Werte im Pansen eine verminderte Resorption von Mineralstoffen nach sich ziehen.

### 3.5 Ansatzpunkte zur Problemreduktion

Um sich mit der Reduktion der Futtermittelverschmutzung kritisch auseinandersetzen zu können, ist es notwendig, sich erst mit den Ursachen des Erdeintrages in das Grundfutter zu beschäftigen. Kommt es dennoch zu einer erdigen Verschmutzung des Futters, stellt sich die Frage inwieweit die Gärung durch Silierhilfsmittel positiv beeinflusst werden kann (RESCH et al. 2011).

#### *Wetterbedingungen beachten*

Winderosion von Bodenteilchen kann auf krummentrockenen Standorten insbesondere in den Sommermonaten zur Kontamination der Futterpflanzen mit Erde führen. In der Feldstudie MaB 6/21 (1997 – 2001) konnte auf 21 Praxisflächen mit krummentrockenen Böden festgestellt werden, dass das Futter dieser Flächen einen Rohaschegehalt von 127 g/kg TM aufwies und vergleichbares Dauerwiesenfutter von rund 1.500 gut mit Wasser versorgten Flächen nur 98 g Rohasche/kg TM enthielt. Kräuterreiche Pflanzenbestände sind einem höheren Risiko der Verschmutzung ausgesetzt als Grasbestände (NUSSBAUM 2011a, RESCH et al. 2014a). In Exaktversuchen konnten LI et al. (1994) nachweisen, dass Gräser durch Wetterereignisse mit etwas weniger Erde (6 g Erde/kg Futter-TM) kontaminiert wurden als zweikeimblättrige Pflanzen wie Leguminosen und Kräuter (10 g Erde/kg Futter-TM). Bei krautigen Pflanzen wurden 70 % der Erdverunreinigung durch Regenfall verursacht, während bei Gräsern 53 % der Erdbelastung von Winderosion stammten. In den letzten Jahren führten kleinräumige Extremereignisse mit Hagelschlag, Überschwemmungen und Vermurungen, aber auch Trockenheit verstärkt zu teils katastrophalen Schäden an Futterpflanzen. Wasserbedingte Schäden können die Ernte durch massive Kontamination mit Erde, Schlamm, Sand, Steinen und allerlei Treibgut (Holz, Müll, etc.) zerstören. „Verdreckte“ Futterpartien dürfen nicht siliert und auch nicht den Tieren vorgelegt werden, weil die Tiere davon erkranken können.

#### *Lückige Grasnarbe verhindern*

Eine optimale Narbendichte des Grünlandbestandes verringert den Erdeintrag in das Futter (JÄNICKE 2011). Die Untersuchung von 1.884 österreichischen Grünlandflächen ergab eine durchschnittliche Lückigkeit (offener Boden) von 2,5 %. Der höchste Lückenanteil lag bei 50 % offenem Boden. Besonders auf trockenen bis halbtrockenen Standorten war die Lückigkeit mit durchschnittlich 7 % offenem Boden deutlich höher als bei frischen, feuchten oder gar nassen Verhältnissen. Die Förderung von narbenverdichtenden Bestandesbildnern wie z.B. Wiesenrispe, Englisches Raygras und Weißklee ist durch eine bedarfsgerechte Düngung und Nutzung bzw. Nach-/Übersaat zielführend, um einen hohen Bedeckungsgrad zu erreichen (KRAUTZER et al. 2011). Aus neuseeländischen Weideversuchen (HEALY

1968) ging hervor, dass fette Bestände mit intensivem Pflanzenwachstum zu weniger als 2 % Erdaufnahme, bezogen auf die TM-Aufnahme, führten. Magere, lückige Bestände verursachten bis zu 14 % Erdaufnahme.

Extensiv geführte Dauergrünlandbestände mit später Schnittnutzung weisen häufig aufgelockerte Grasnarben und auch erhöhten Unkrautdruck auf. Feldfuttermischungen, aber auch Überdüngung mit Stickstoff führen bei den Beständen auch zu geringerer Narbendichte, wodurch sich das Verschmutzungsrisiko erhöht. In lückigen Beständen findet man Erdbesatz auf den Pflanzen größtenteils bis 10 cm über dem Boden. Lücken im Pflanzenbestand sollten rasch durch eine umbruchlose Regeneration geschlossen werden, bevor minderwertige Lückenfüller wie die Gemeine Rispe (*Poa trivialis*) und andere diese offenen Stellen besiedeln. Je größer die Bestandeslückigkeit und die Regenmengen, umso stärker sind die Pflanzenverschmutzungen mit Erde ausgeprägt (HINTON et al. 1995).

#### Tierische Schädlinge bekämpfen

In Österreich werden jährlich etwa 300.000 ha an Grünlandnarben durch wühlende und grabende Wirbeltiere (Wühlmaus, Maulwurf, Feldmaus, Wildschwein, etc.) sowie ca. 5.000 ha durch Insektenlarven (Engerlinge von Maikäfer, Gartenlaubkäfer, etc.), Ameisen und sonstigem Getier geschädigt bis zerstört (PÖTSCH et al. 1997). Insbesondere Wühlmaus und Maulwurf bereiten dem Futterkonservierer durch ihren Erdauswurf größte Probleme hinsichtlich Futtermittelverschmutzung (Abbildung 7). Exakten Erhebungen zufolge können bei starkem Schädlingsbesatz auf einem Hektar bis ca. 20.000 Erdhaufen auftreten, was gewichtsmäßig über 80 Tonnen Erde/ha an Erdaushub entspricht.

Eine Maßnahme, die zumindest kurzfristig die Erdhaufen einebnet, ist das Abschleppen im Frühjahr mittels Wiesenschleppes. Die Bestandeslückigkeit machte bei exakten Beobachtungen auf „vermausten“ Flächen vor dem Ab-

schleppen 2 bis 32 % aus. Nach dem Abschleppen betrug die Lückigkeit 16 bis 95 %. Die Problemstellung zeigt auf, dass es nicht beim Abschleppen als alleinige Maßnahme bleiben kann, weil mit der Schleppe die Schädlinge nicht oder nur geringfügig vertrieben werden. Aufgrund der teilweise extrem hohen Besatzdichten an Wühlmäusen haben sich Landwirtschaftskammern, Maschinenringe und einzelne Landwirte schwerpunktmäßig der Mäusebekämpfung verschrieben (HAUER und FRÜHWIRTH 2012, RESCH 2014b). Es werden regionale Fangkurse angeboten (Info bei Landwirtschaftskammer, Maschinenring, etc.), um den betroffenen Landwirten den professionellen Wühlmausfang zu zeigen. Beim Maulwurf, im Volksmund auch als „Scher“ bekannt, ist in einigen österreichischen Bundesländern zu beachten, dass dieser unter Naturschutz stehen kann und in diesem Fall nicht getötet werden darf!

Zunehmend werden massive Flurschäden auf Grünland und sogar auf Almflächen durch Wildschweine verursacht. Rotten mit mehreren Tieren ziehen meist nachts durch und reißen die Grasnarbe mit dem Rüssel teilweise extrem auf, sodass bei der Futterernte ganze Wasenstücke mit Erde in das Erntegut gelangen können. In diesem Fall ist die Jägerschaft gefordert den Jagddruck auf das Schwarzwild zu erhöhen.

#### Fahrstil auf Grünlandflächen

Die Ursache der Futtermittelverschmutzung mit Erde steht in vielen Fällen mit der Arbeitsweise der Landwirte in Verbindung. Eine Befahrung bei feuchten Bodenverhältnissen, insbesondere auf hängigen Flächen bzw. mit schwerem Gerät, führt leicht zu Narbenverletzungen. Hervorgerufen werden diese durch Schlupf der Antriebsräder oder Abdrift in Hanglagen. Bei Durchfahrt auf feuchten Wiesen wird die Grasnarbe bereits bei 15 % Schlupf vom Unterboden abgerissen und in Fahrtrichtung verschoben (OTT 1991). Dadurch kann es zu einem Eintrag von Wurzel- und Erdmassen bei der Futterernte kommen. Der gleiche Effekt der Narbenschädigung kann bei zu engem Vorgehende auftreten. Optimale Reifenwahl und geringer Luftdruck in den Reifen verringern die Narbenschädigung.

#### Erntetechnik richtig einsetzen

Die maschinelle Technik der Futterernte kann auch zu spürbaren Erdeinträgen in das Futter führen. Im LK-Heuprojekt, einer österreichweiten Feldstudie, bewirkten feuchte bis nasse Bestände zum Zeitpunkt der Mahd deutlich erhöhte Rohaschegehalte im Futter. Deswegen sollte die Mahd erst dann erfolgen, wenn der Pflanzenbestand abgetrocknet und der Boden nicht mehr zu feucht ist.

Ebenso kritisch muss die Einstellung der Schnitthöhe des Mähwerkes betrachtet werden. Futter, welches unter 5 cm Schnitthöhe gemäht bzw. „abasiert“ wurde, hatte deutlich höhere Erdanteile (Abbildung 8) als jenes, das über 5 cm geschnitten wurde (NUSSBAUM 2011b, WYSS 2014). Die Futtermittelverschmutzung mit Erde kann bei der Mahd noch verstärkt werden, wenn sehr schnell rotierende Techniken eingesetzt werden, welche einen Saugeffekt Richtung Boden ausüben (wie z.B. Mähauflbereiter). „Staubsaugende“ Mähetechniken sind besonders verschmutzungsrelevant bei lückigen Futterbeständen (z.B. Feldfutter), Flächen mit Wühlmausbefall, aber auch bei stark ausgetrockneten Böden. Mähauflbereiter sind insofern kritisch, weil bei in-

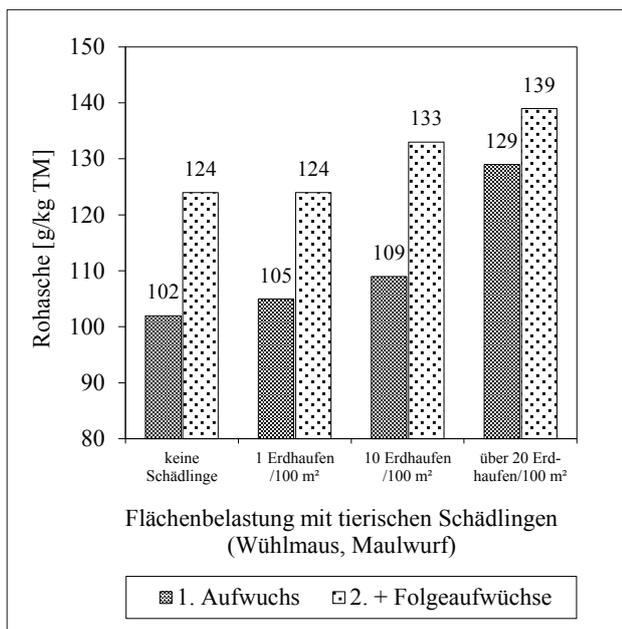


Abbildung 7: Zusammenhang zwischen Anzahl Erdhaufen und Rohaschegehalt in der Grassilage (Daten: LK-Silageprojekte 2003/05/07/09)

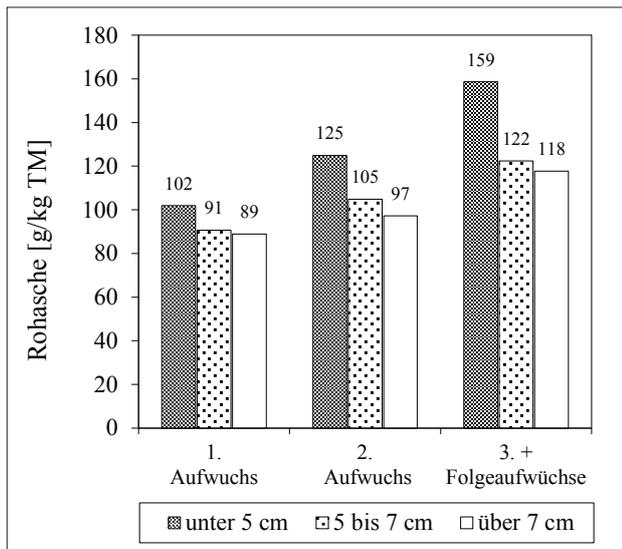


Abbildung 8: Einfluss der Schnitthöhe auf den Rohaschegehalt in unterschiedlichen Grünlandaufwüchsen (Daten: LK-Silageprojekte 2003/05/07/09)

tensiv aufbereitetem Futter aus den verletzten Pflanzenteilen zuckerhaltiger Zellsaft austritt, woran Erdpartikel sehr gut haften bleiben. Moderne Mähtechnik mit Boden Anpassung kann hinsichtlich Verschmutzung umso besser abschneiden, wenn neben der optimalen Geräteeinstellung und Fahrgeschwindigkeit auch die Feldbedingungen (dichte Grasnarbe, keine Erdhaufen) passen und die Mähmodule nicht breiter als 3 Meter sind (LÖFFLER 2014). Bei Feldfutterbeständen ist eine Mindestschnitthöhe von 7 – 8 cm empfehlenswert, um den Erdanteil entsprechend zu reduzieren.

Die Voreinstellung der Werbegeräte (Zettwender, Schwader) sollte grundsätzlich auf festen Untergrund am Hof durchgeführt werden. Die endgültige Einstellung muss auf dem Feld überprüft werden und ist je nach Feldbeschaffenheit anzupassen. Der Abstand der Federzinken wäre mit 2 – 3 cm Abstand zum Boden optimal. Bei lückigen Beständen, wo Futter direkt am Boden liegt, führt eine „optimale“ Geräteeinstellung zu ungünstigen Rechercheergebnissen, weil einiges an Futtermasse liegen bleibt. Wird in diesem Fall der Abstand zum Boden verringert, verbessert sich zwar die Schwadarbeit, allerdings nimmt das Verschmutzungsrisiko mit Erde stark zu. Zu tief eingestellte Geräte (Zetter, Schwader, Pick-up) kratzen und erhöhen damit das Futtermittelverschmutzungsrisiko.

Bei der Schwad-Zusammenlegung konnte nachgewiesen werden, dass Seitenschwader zu höheren Verschmutzungen mit Erde führten als Mittelschwader (GERIGHAUSEN und THAYSEN 2011). Pickup-Schwader formen alle Kulturen ohne Steine, Erde und sonstige Verschmutzungen locker zum Schwad, allerdings ohne exakte Ablagekante. Boden Anpassung durch Tasträder und richtig vorgewählte Fahrgeschwindigkeit (in Abhängigkeit der Futtermasse: Kreiseln max. 5 km/h, Schwaden max. 8 – 10 km/h) verringern das Risiko der Erdkontamination.

#### Futteranwelkung optimieren

Die höchsten Konzentrationen an Erde findet man im Weidfutter, gefolgt von Grünfutter. Im Silofutter, Gärheu und Heu gehen die erdigen Verschmutzungen zurück, d.h. die

Anwelkung hat grundsätzlich eine senkende Wirkung auf den Erdbesatz (FRIES et al. 1982, WYSS 2014). Die Zunahme von 2,5 % TM senkt den Rohaschegehalt im Durchschnitt um 1 g/kg TM (RESCH 2010). Die Futteranwelkung alleine ist aber kein Garant für erdfreies Futter. Der optimale Anwelkggrad für Grassilage liegt zwischen 300 und 400 g TM/kg Frischmasse. Die Spannweite des TM-Gehaltes im Erntegut sollte nicht mehr als 50 g TM betragen.

#### Vorplatz von Flachsilos befestigen

Unbefestigte Flächen unmittelbar vor Flachsilos oder Feldhaufen sind eine Möglichkeit Erde über das Reifenprofil auf den Futterstock zu verschleppen und für eine entsprechende Kontamination zu sorgen. In der Folge kann diese Verschmutzung zu Fehlgärungen in der Futterkonserve führen. Auf- bzw. Abfahrten zu Flachsilos sollten daher befestigt ausgeführt werden, um diese Eintragsquelle auszuschließen.

#### Infektionskreisläufe unterbrechen

Bei unzureichendem Hygienemanagement können durch die Ausbringung von Wirtschaftsdünger Boden und Grünlandpflanzen mit Parasiten und pathogenen Keimen belastet werden. Betriebsinterne Infektionskreisläufe können geschlossen werden, wenn Tiere erdig verschmutztes, mit schädlichen Keimen behaftetes Grundfutter aufnehmen, der infizierte Kot über den Wirtschaftsdünger (Gülle und Mist) auf die Felder ausgebracht und schließlich wieder verschmutztes Futter (Weide, Grassilage, Heu) dieser Grünlandflächen von den Tieren gefressen wird (BUCHGRABER und GINDL 2004). Landwirte sind gefordert vor allem den Infektionskreislauf der Buttersäurebildner (Clostridien) zu unterbrechen, ansonsten können Probleme bei Futterqualität, Tiergesundheit und Rohmilchqualität auftreten.

#### Siliermitteleinsatz?

In Österreich werden ca. 5 bis 10 % der Futterpartien mit Silierhilfsmitteln behandelt. Grundsätzlich kann die Anwendung eines Präparates nur dann erfolgreich sein, wenn die empfohlene Dosierung eingehalten und das Produkt gleichmäßig im Futter verteilt wird (LÖFFLER 2014). In den österreichweiten LK-Silageprojekten zeigte sich, dass jene Landwirte, welche ihren Zusatz händisch verteilten, einen signifikant höheren Buttersäuregehalt in der Grassilage hatten als die Anwender von Dosierautomaten (Abbildung 9). Ideal wären flüssige Produkte, weil sie im Siliergut noch besser verteilt werden können als Granulate oder Pulver.

Impfkulturen mit Bakterien (Milch-, Essig- und Propionsäure-Bakterien) können bei gräserbetontem Erntegut unter besten Silierbedingungen (Anwelkung auf 30 – 40 % TM, Rohfaser 220 – 260 g/kg TM, gute Verdichtung, keine bis geringfügige erdige Verschmutzung) den Gärverlauf durch eine beschleunigte Milchsäuregärung verbessern (RESCH et al. 2011, NUSSBAUM 2011b).

Bei nassem Futter (TM-Gehalt unter 28 %), Reinbeständen von Klee oder Luzerne, erdig verschmutzten Futterpartien oder bei Temperaturen unter 8 °C (letzter Schnitt im Herbst) ist der Einsatz von Bakterien-Impfkulturen nicht sinnvoll. Ist eine Schadensbegrenzung aufgrund von Risikobedingungen (nasses, angeregnetes oder mit Erde verschmutztes Futter, grobstängeliges Erntegut, klee- oder kräuterreicher Bestand,

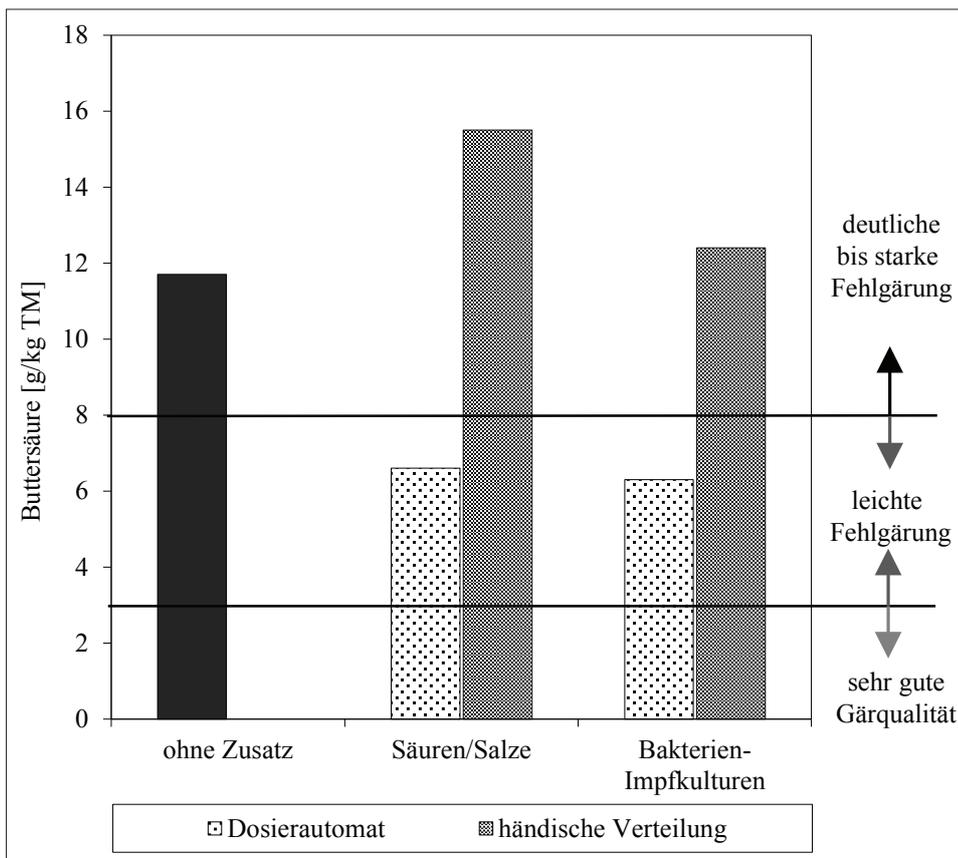


Abbildung 9: Einfluss von Silierhilfsmitteln und deren Verteilung/Dosierung auf den Buttersäuregehalt von Grassilage (Daten: LK-Silageprojekte 2003/05/07/09)

unzureichende Verdichtung, zu stark angewelktes Futter) erforderlich, um eine Fehlgärung oder Nacherwärmung einzudämmen, so können nur mehr organische Säuren (Ameisen-, Propion-, Sorbin- und Benzoesäure), Salze von organischen Säuren (Formiat, Propionat, Benzoat, etc.) oder chemische Konservierungsstoffe (Natriumnitrit, Hexamethylentetramin, etc.) helfen. Werden chemische Konservierungssalze verwendet, so sind bei manchen Produkten Wartezeiten bis zu 8 Wochen einzuhalten, bis gewisse Stoffe durch die Gärung vollständig abgebaut werden. Im LK-Silageprojekt 2009 verwendeten Landwirte die Säuren bzw. Salze verstärkt im feuchteren TM-Bereich, bei Erntegut mit erhöhten Rohaschegehalten (über 120 g Asche/kg TM) oder bei Anwelkung über 40 % TM, und konnten dabei einen mäßigen bis leichten Erfolg verbuchen (RESCH et al. 2011).

Organische Säuren und chemische Salzverbindungen können bis zu einem TM-Gehalt von 55 % bzw. einem Rohfasergehalt von 180 bis 300 g/kg TM empfohlen werden. Nicht zuletzt ist auch ein gewisser Nitratgehalt im Grünfutter eine Voraussetzung für das Gelingen einer Anwelksilage. Das im Zuge einer Umwandlung (Reduktion) während der Silierung daraus entstehende Nitrit hilft, die Clostridien in der ersten Gärungsphase niedrig zu halten. Wenig gedüngtes oder in einem sehr späten Entwicklungsstadium geerntetes Futter kann einen zu geringen Nitratgehalt aufweisen und ist dann sehr anfällig gegenüber der Buttersäuregärung. Abhilfe kann in diesem Fall der Zusatz nitrithaltiger Siliermittel schaffen. Bei verschmutztem Grünlandfutter mit mehr als 300 g Rohfaser/kg TM können auch Säuren und Salze kei-

ne Wunder wirken, deshalb sollte altes, verschmutztes Grünlandfutter möglichst nicht einsiliert werden. Bei der Siliermittelwahl sollten nach NUSSBAUM (2014) Produkte mit DLG-Gütezeichen der Wirkungsrichtung 1a – schwer silierbares Futter bevorzugt werden (siehe [www.guetezeichen.de](http://www.guetezeichen.de)).

#### 4. Fazit für die Praxis

Futtermittelverschmutzung mit Erde ist in der Praxis weit verbreitet und führt bei Grassilagen zur Minderung von Gär- und Futterqualität sowie zu einer schlechteren Verwertung des aufgenommenen Futters bis hin zu tiergesundheitlichen Problemen. Qualitätsbewusste Landwirte setzen gezielte Maßnahmen zur Bekämpfung tierischer Schädlinge, Verdichtung der Grasnarbe, Mahd bei abgetrocknetem Pflanzenbestand, bodenschonender Fahrtechnik und optimaler Einstellung der Erntegeräte. Durch Reduktion des Erdanteils im Erntegut auf ein Minimum können Infektionskreisläufe von unerwünschten Mikroorganismen (Clostridien u.a.) unterbrochen und durch Einhaltung der übri-

gen Silierregeln eine gute Milchsäuregärung sichergestellt werden. Siliermittel können bei Erdverschmutzung keine Wunder bewirken, aber das Risiko einer Fehlgärung vermindern, wenn richtige Produktwahl, Dosierung und optimale Verteilung berücksichtigt werden. Die Futtermittelanalyse bietet Landwirten gute Möglichkeiten die Größenordnung der erdigen Verschmutzung in Grassilagen zu erkennen, um sich der Problemdimension bewusst zu werden.

#### 5. Literatur

- BUCHGRABER, K., E.M. PÖTSCH, R. RESCH und A. PÖLLINGER, 2003: Erfolgreich silieren – Spitzenqualitäten bei Grassilagen. ÖAG-Broschüre 3/2003, 12 S.
- BUCHGRABER, K. und G. GINDL, 2004: Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung. 2. Auflage, Stocker-Verlag Graz, 192 S.
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft), 1997: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 212 S.
- ELSÄSSER, M., H. NUSSBAUM, N. FELDWISCH und O. EHRMANN, 2004: Maßnahmenkatalog zur verschmutzungsarmen Nutzpflanzen-ernte. 48. AGGF-Jahrestagung, 19-22.
- FLEMING, G.A., 1986: Soil ingestion by grazing animals. A factor in sludge-treated grassland. In: R.D. DAVIES, H. HAENI und P. L'HERMITE (eds). Factors influencing sludge utilization practices in Europe. Elsevier Applied Science Publishers, 43-50.
- FRIES, G.F., G. MARROW und P.A. SNOW, 1982: Soil ingestion by dairy cattle. J. Dairy Sci. 65, 611-618.

- GERIGHAUSEN, H.-G. und J. THAYSEN, 2011: Grobfutter- und Substraternte. In: DLG-Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, 8. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 55-72.
- GRUBER, L., A. STEINWIDDER, T. GUGGENBERGER und G. WIEDNER, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (2. Auflage 1997).
- GUGGENBERGER, T. und R. RESCH, 2001: Wie Sie die Proben richtig ziehen. top agrar, Heft 10, 20-23.
- HAUER, M. und P. FRÜHWIRTH, 2012: Wühlmausbekämpfung. Bericht zur 18. Wintertagung, 16.-17. Februar 2012, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 15-16.
- HEALEY, W.B., 1968: The influence of soil type on ingestion of soil by grazing animals. International Society Soil Science Transactions, 9<sup>th</sup> Congr. 3, 437-445.
- HERLIN, A.H. und I. ANDERSSON, 1996: Soil ingestion in farm animals. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Biosystems and Technology, Report 105, 35 S.
- HINTON, T.G., J.M. TOLL und L. TOBLER, 1995: Soil Contamination of Plant Surfaces from Grazing and Rainfall Interactions. J. Environ. Radioactivity 29, 11-26.
- HÜNTING, K. und J. THAYSEN, 2011: Ziele der Futtermittelkonservierung für Schafe, Ziegen und Wildtiere. In: DLG-Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, 8. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 19-21.
- JÄNICKE, H., 2011: Grobfutter und Substraterzeugung. In: DLG-Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, 8. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 23-35.
- KALZENDORF, C. und J. THAYSEN, 2011: Ziele der Graskonservierungsqualität in der Pferdefütterung. In: DLG-Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, 8. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 18-19.
- KRAUTZER, B., G. PERATONER, P. FRÜHWIRTH, E.M. PÖTSCH, K. BUCHGRABER und J. GALLER, 2011: ÖAG-Saatgutmischungen – Spitzenqualität setzt sich durch. ÖAG-Broschüre 6/2011, 12 S.
- LI, J.G., M.H. GERZABEK und K. MÜCK, 1994: An experimental study on mass loading of soil particles on plant surfaces. Die Bodenkultur 45, 15-24.
- LÖFFLER, C., 2014: Trends bei der Produktion von Grassilage. Bericht zum 19. Alpenländischen Expertenforum, 3. April 2014, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 9-14.
- NUSSBAUM, H.J., 2011a: Schmutz in der Grassilage vermeiden. Milchpraxis 49(2), 44-47.
- NUSSBAUM, H.J., 2011b: Schmutz. In: Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, 8. Auflage, Kapitel I Konservierungsverfahren, 72.
- NUSSBAUM, H.J., 2014: Siliermittel, Silobau und Siloabdeckung: Aktuelles aus Recht und Beratung. Bericht zum 19. Alpenländischen Expertenforum, 3. April 2014, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 15-20.
- OTT, A., 1991: Schlupf auf Wiesen – Ertragseinbußen und Futtermittelverschmutzung. FAT-Bericht 403, Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik Tänikon, 7 S.
- PÖTSCH, E.M., H. STRASSER und K. BERGER, 1997: Was Sie über tierische Schädlinge am Grünland wissen sollten. ÖAG-Broschüre 6/1997, 9 S.
- RESCH, R., T. GUGGENBERGER, G. WIEDNER, A. KASAL, K. WURM, L. GRUBER, F. RINGDORFER und K. BUCHGRABER, 2006: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Broschüre 8/2006, 20 S.
- RESCH, R., 2008: Description of significant influence factors on butyric acid content of grass silage by means of a multi-factorial linear model. Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Conference „Forage Conservation“, 3<sup>rd</sup> - 5<sup>th</sup> Sept. 2008, Nitra, Slovak Republic, 123-125.
- RESCH, R., L. GRUBER, J. GASTEINER, K. BUCHGRABER, G. WIEDNER, E.M. PÖTSCH und T. GUGGENBERGER, 2009: Mineralstoffgehalte machen das Grund- und Kraftfutter wertvoll. ÖAG-Broschüre 8/2009, 8 S.
- RESCH, R., 2010: Qualitätsbewertung von österreichischen Grassilagen und Silomais aus Praxisbetrieben. Abschlussbericht des DaFNE-Projektes Silagequalität (100535), LFZ Raumberg-Gumpenstein, 86 S.
- RESCH, R., A. ADLER, P. FRANK, A. PÖLLINGER, G. PERATONER, F. TIEFENTHALLER, C. MEUSBURGER, G. WIEDNER und K. BUCHGRABER, 2011: Top-Grassilage durch optimale Milchsäuregärung. ÖAG-Broschüre 7/2011, 11 S.
- RESCH, R. und B. STEINER, 2013: Schätzung der salzsäureunlöslichen Asche von Grünlandfuttermitteln anhand des Eisengehaltes. ALVA-Tagungsbericht 2013, Klosterneuburg, 23.-24. Mai 2013, 83-85.
- RESCH, R., G. WIEDNER, K. BUCHGRABER, J. KAUFMANN und E.M. PÖTSCH, 2013: Bedeutung des Eisengehaltes als Indikator für die Futtermittelverschmutzung von Grünlandfuttermitteln. ALVA-Tagungsbericht 2013, Klosterneuburg, 23.-24. Mai 2013, 86-88.
- RESCH, R., 2014a: Futter-, Energie- und Rohproteinerträge für Grünland in Österreich 2013. Grüner Bericht 2014, BMLFUW-Faustzahlen für Wirtschafts- und Extensivgrünland, Feldfutterbau, Silomais und Futterrüben.
- RESCH, R., G. PERATONER und P. FRANK, 2014a: Futtermittelverschmutzung mit Erde – Ursachen und Lösungsansätze. Der Fortschrittliche Landwirt (16), 20-25.
- RESCH, R., 2014b: Einmaleins der Wühlmausbekämpfung. Der Fortschrittliche Landwirt (16), 18-19.
- RESCH, R., G. PERATONER, G. STÖGMÜLLER, F. TIEFENTHALLER, A. ADLER und E.M. PÖTSCH, 2014b: Wie erkennt man erdige Futtermittelverschmutzung? Der Fortschrittliche Landwirt (17), 20-22.
- RESCH, R., J. GASTEINER, G. STÖGMÜLLER, F. TIEFENTHALLER, P. FRANK und A. ADLER, 2014c: Auswirkungen von erdiger Futtermittelverschmutzung. Der Fortschrittliche Landwirt (18), 20-25.
- SPIEKERS, H., 2011: Ziele in der Wiederkäuerfütterung. In: Praxishandbuch Futtermittelkonservierung, 8. vollständig überarbeitete Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 13-17.
- STÖGMÜLLER, G., 2014: Futtermittelverschmutzung in Grassilagen österreichischer Praxisbetriebe. Bericht zum 19. Alpenländischen Expertenforum, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irnding 3. April 2014, 27-33.
- SUMMERLING, T.J., 1981: In-vivo Estimates for the uptake of caesium-137 by cattle grazing contaminated pasture around the Esk and Irt Estuaries, Cumbria, U.K. The Science of the Total Environment 22, 39-50.
- TILLEY, J.M.A. und R.A. TERRY, 1963: A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104-111.
- VDLUFA-Methodenbuch Band III, 4. Ergänzungslieferung, 1997a: Bestimmung der Rohasche. Amtliche Methode, Kapitel 8.1, 2 S.
- VDLUFA-Methodenbuch, Band III, 4. Ergänzungslieferung, 1997b: Bestimmung von salzsäureunlöslicher Asche. Amtliche Methode, Kapitel 8.2, 3 S.
- VDLUFA-Methodenbuch, Band III, 4. Ergänzungslieferung, 1997c: Bestimmung von Eisen. Amtliche Methode, Kapitel 11.1.2, 5 S.
- WYSS, U., 2014: Einfluss von Schnitthöhe und Gülleapplikation auf die Qualität von Grassilagen. Bericht zum 19. Alpenländischen Expertenforum, 3. April 2014, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 21-25.