



Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

Verfahrenstechnische und rechtliche Beurteilung der Holzaschenausbringung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen

Diplomarbeit

aus dem Fachgegenstand

Landtechnik

Betreuer

Dipl. Ing. Alfred Pöllinger

Außerschulischer Partner

BioEnergie Stainach GmbH & CoKG

durchgeführt an der

Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt

für Landwirtschaft

Raumberg – Gumpenstein

A - 8952 Irdning, Raumberg 38

vorgelegt von

Lackner Martin und Pucher Dominik

Mai 2014

Danksagung

Hiermit möchten wir uns bei allen Leuten bedanken, die uns im Rahmen der Diplomarbeit unterstützt haben. Unser ganz besonderer Dank gilt dabei unserem Betreuer, Herrn Dipl.- Ing. Alfred Pöllinger, der für das Zustandekommen der Diplomarbeit verantwortlich war und uns während der Arbeit mit Rat und Tat zur Seite stand.

...bei unserem außerschulischen Partner, der BioEnergie Stainach GmbH & Co KG, an vorderster Stelle bei Michael Stadler, der uns ebenfalls tatkräftig unterstützte und einen Teil der Literatur zur Verfügung stellte.

...bei Gerald Bohrn und Alfred Wagner für die Organisation und Durchführung des ersten Versuches. Hier konnten wir die ersten Erfahrungen sammeln und uns ein Versuchs-Schema für unsere folgenden Versuche zurechtlegen.

...bei den Mitarbeitern des Lfz Raumberg-Gumpenstein, für die Mithilfe an den Versuchen und für die zur Verfügung gestellten Geräte und Maschinen, im speziellen bei Herrn Hubert Kuntner, bei Herrn Bernd Ilsinger, bei Herrn Hannes Wildling. Ohne diese Mithilfe wären unsere Versuche nur schwer durchführbar gewesen.

...bei unseren Familien die uns während der gesamten Arbeit unterstützt und diese Ausbildung ermöglicht haben.

Inhalt

| | |
|---|----|
| 1. Einleitung | 4 |
| 1.1. Holzasche..... | 4 |
| 1.1.1. Beschreibung der Holzasche | 5 |
| 1.1.2. Richtlinien zur Düngung von Pflanzenasche | 7 |
| 1.1.3. Allgemeine Grundsätze zur Ausbringung von Holzasche | 8 |
| 1.2. Düngewert von Holzasche | 9 |
| 1.3. Charakteristik der Schwermetalle | 10 |
| 1.4. Technische Ausbringmöglichkeiten | 13 |
| 1.4.1. Ausbringungsmöglichkeiten in Gunstlagen | 16 |
| 1.4.2. Ausbringungsmöglichkeiten Hanglagen | 16 |
| 1.5. Rechtliche Situation der Holzaschenausbringung auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen | 17 |
| 1.5.1. Aufzeichnungspflichten und Jahresabfallbilanzen..... | 18 |
| 1.5.2. Düngemittelgesetz..... | 18 |
| 1.5.3. Forstgesetz..... | 19 |
| 1.5.4. Untersuchungsparameter..... | 19 |
| 1.5.5. Anforderungen an die Ausbringungsfläche | 19 |
| 1.5.6. Ausbringungsverbote von Pflanzenaschen | 21 |
| 1.5.7. Ausbringung von Holzasche auf Bio- Betrieben | 21 |
| 1.6. Problemstellung | 22 |
| 2. Material und Methoden | 23 |
| 2.1. Versuch 1 – Ausbringung im ebenen Gelände | 23 |
| 2.1.1. Asche..... | 24 |
| 2.1.2. Fläche | 27 |
| 2.1.3. Maschinen und Geräte – ebene Fläche..... | 27 |
| 2.1.4. Versuchsdurchführung – ebene Fläche | 28 |
| 2.2. Versuch 2 – Ausbringung am Hang..... | 29 |
| 2.2.1. Asche – Hangfläche | 30 |
| 2.2.2. Fläche – Hangfläche..... | 30 |
| 2.2.4. Versuchsdurchführung– Hangfläche..... | 30 |

| | | |
|--------|---|------------------|
| 2.3. | Versuch 3 – Ausbringung Holzasche + Stallmist | 32 |
| 2.3.1. | Fläche – Kompost und Holzasche mit Stallmiststreuer | 32 |
| 2.3.2. | Maschinen und Geräte – Kompost und Holzasche mit Stallmiststreuer | 33 |
| 2.3.3. | Versuchsdurchführung – Kompost und Holzasche mit Stallmiststreuer | 34 33 |
| 3. | Ergebnisse und Diskussion der Ergebnisse | 35 |
| 3.1. | Versuch 1 – Ausbringung im ebenen Gelände | 36 |
| 3.2. | Versuch 2 – Ausbringung im Hang | 39 |
| 3.3. | Versuch 3 – Ausbringung Holzasche + Stallmist | 42 |
| 4. | Zusammenfassung | 45 |
| 5. | Summary | 47 |
| 6. | Anhang | 48 |
| 6.1. | Bildverzeichnis | 48 |
| 6.2. | Tabellenverzeichnis | 49 |
| 6.3. | Abbildungsverzeichnis | 50 |
| 6.4. | Literaturverzeichnis | 51 |
| 6.5. | Protokolle | 52 |

1. Einleitung

1.1. Holzasche

Die Anzahl der Bioheizkraftwerke ist in Österreich in den letzten 25 Jahren stark gestiegen. Für die dort anfallende Asche muss eine sinnvolle Verwendung gefunden werden. Derzeit fallen in Österreich 100.000 t Asche pro Jahr an (Kuba, 2007). Bisher wurde der Großteil der Asche gebührenpflichtig in Deponien gelagert. Da der ökologische und ökonomische Aspekt in Zukunft immer bedeutender wird, sollte Asche nicht als Abfallprodukt sondern als Dünger eingesetzt werden. Neben dem Düngerwert sind jedoch besonders die Schwermetallgehalte zu beachten. Im Holz sind die Gehalte an Schwermetallen nicht bedenklich. Verbrennt jedoch die organische Substanz, konzentrieren sich die Schwermetalle auf die anorganischen Bestandteile von Holz.

Kommentar [AP1]: Hattet Ihr dazu nicht eine konkrete Literaturstelle und sogar ein Diagramm mit der Entwicklung von Biomasseheizanlagen oder Anschlusswerten???

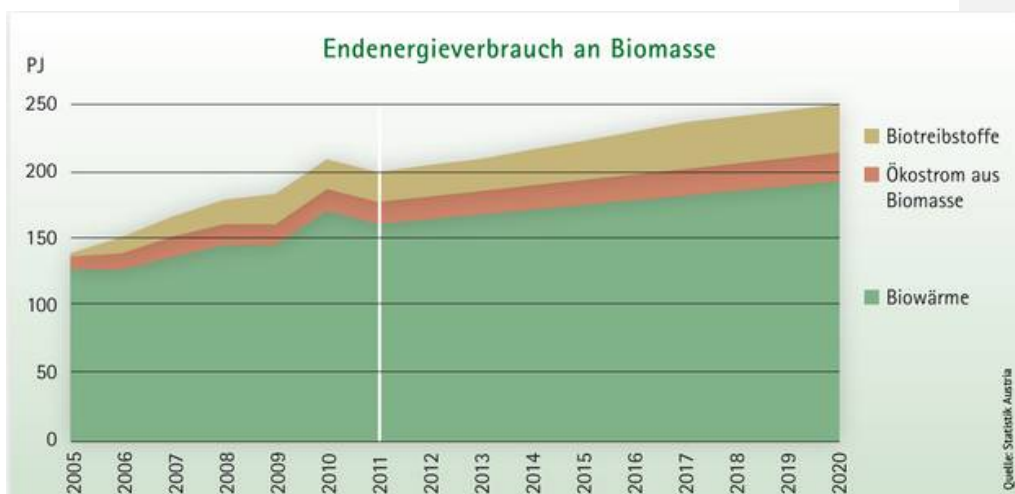


Bild 1: Endenergieverbrauch an Biomasse von 2005 bis 2020 (Österreichischen Biomasse-Verband.)

1.1.1. Beschreibung der Holzasche

Asche ist ein fester Rückstand aus der Verbrennung organischen Materials, also von Lebewesen wie Pflanzen oder Tieren oder von fossilen Brennstoffen. In unserem Fall ist es Asche aus naturbelassenem, unbehandeltem Holz.

Generell unterscheidet man 4 Arten von Holzasche (Kuba, 2007)

- **GROB- ODER ROSTASCHE:**

Darunter wird der im Verbrennungsteil der Feuerungsanlage anfallende überwiegend mineralische Rückstand der eingesetzten Biomasse verstanden. Hier finden sich auch die im Brennstoff enthaltenen Verunreinigungen, (z.B. Sand, Erde, Steine) sowie bei Wirbelschichtfeuerungen Teile des Bettmaterials (meistens Quarzsand) wieder. Außerdem können, speziell beim Einsatz von Rinde und Stroh, gesinterte Aschenteile und Schlackebrocken in der Grobasche vorkommen.



Bild 2: Grob- oder Rostasche ist in der Struktur sichtbar gröber als Kessel-, Zyklon- oder Feinflugasche

- **KESSELASCHE:**

Als Kesselasche wird jene Flugaschenfraktion bezeichnet, die als Staub im Kessel abgeschieden wird. Kesselasche wird entweder getrennt gesammelt oder mit der Grob- oder Zyklonflugaschenfraktion vermischt. Bezüglich der Zusammensetzung ist die Kesselasche der Zyklonflugasche ähnlich.



Bild 3: Feinstflugasche, Zyklonflugasche, Grob,- Rostasche im Vergleich

- **ZYKLONFLUGASCHE:**

Hierunter werden die als feine Partikel in den Abgasen mitgeführten festen, überwiegend anorganischen Brennstoffbestandteile verstanden. Diese weisen einen hohen Schwermetallgehalt auf und eignen sich in der Regel nicht zur Ausbringung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen.

- **FEINSTFLUGASCHE:**

Darunter wird die in Gewebe- oder Elektrofiltern bzw. als Kondensatschlamm in Abgaskondensationsanlagen anfallende Aschefraktion verstanden.

Bei Feuerungsanlagen ohne eine derartige Abgasreinigung wird die Feinstflugasche als Reststaub in die Atmosphäre abgegeben (Katzensteiner 2011).

Tabelle 1: Mittlere Elementverteilung der leicht- und schwerflüchtigen Schwermetalle auf die einzelnen Aschefraktionen (Katzensteiner, 2011)

| Fraktion | leichtflüchtig | | | | schwerflüchtig | | | |
|-----------------|----------------|------|------|------|----------------|------|------|------|
| | Zn | Pb | Cd | Hg | Co | Ni | Cr | V |
| Werte in % | | | | | | | | |
| Grobasche | 11,1 | 9,8 | 3,4 | 2,6 | 51,9 | 52,2 | 53,8 | 53,1 |
| Zyklonasche | 43,8 | 35,4 | 54 | 12,9 | 40,3 | 41,1 | 34,8 | 41,5 |
| Feinstflugasche | 45,1 | 54,8 | 42,6 | 84,5 | 7,8 | 6,7 | 11,4 | 5,4 |
| | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

In der *Tabelle 1* ist die durchschnittliche Elementverteilung in den unterschiedlichen Aschen (Grob-, Zyklon- und Feinstflugasche) angegeben. Dabei wird zwischen leicht- und schwerflüchtigen Schwermetallen unterschieden. Die leichtflüchtigen Schwermetalle befinden sich in erster Linie in der Zyklon- und ganz besonders in der Feinstflugasche – Quecksilber (Hg) sogar mit fast 85%. Die schwerflüchtigen SM sind dagegen hauptsächlich in der Grobasche (>50%) vorzufinden (Katzensteiner, 2011).

1.1.2. Richtlinien zur Düngung von Pflanzenasche

Grundsätzlich ist im Sinn der sachgerechten Düngung die Berechnung der Aschenaufwandmengen auf Basis einer Bodenuntersuchung vorzunehmen. Die Probenahme soll dabei gemäß den entsprechenden ÖNORMEN vorgenommen werden. Es wird eine Analyse auf folgende Parameter empfohlen: pH-Wert mit Kalkbedarfsermittlung, pflanzenverfügbares Phosphat und pflanzenverfügbares Kalium. Eine Bodenuntersuchung auf Schwermetallgehalte ist nur dann erforderlich, wenn die auszubringende Asche der Qualitätsklasse B zuzuordnen ist. Auf landwirtschaftlich genutzten Böden, in denen der Schadstoffgehalt einen der nachfolgenden Richtwerte (nach ÖNORM L 1075) überschreitet, darf Pflanzenasche der Qualitätsklasse B nicht aufgebracht werden:

Die Bodenuntersuchung auf Schwermetalle hat für die Fläche, die sie repräsentiert, eine Gültigkeitsdauer von 10 Jahren. Generell darf die Ausbringungsmenge auf Ackerland maximal 1.000 kg je Hektar und Jahr sowie auf Grünland maximal 500kg je Hektar und Jahr betragen. Die Grenzwerte für Schwermetalle sind der *Tabelle 2* zu entnehmen (Kuba, 2007).



Bild 4: Bearbeitung der Versuchsfläche

Tabelle 2: Schwermetallgrenzwerte für Holzaschen, für die Güteklasse A und B in mg/kg TS (Katzensteiner, 2011)

| | A | B |
|-----------|----------|----------|
| Zn | 1200 | 1500 |
| Cu | 200 | 250 |
| Cr | 150 | 250 |
| Pb | 100 | 200 |
| Ni | 150 | 200 |
| Cd | 5 | 8 |
| As | 20 | 20 |

Die maximalen Schadstofffrachten ergeben sich aus der Multiplikation der Grenzwerte mit der maximalen Ausbringungsmenge. Eine Ausnahme bildet Cadmium, das aufgrund seiner speziellen ökologischen Problematik eine zusätzliche Einschränkung erfordert.

Für Cadmium (Cd) gilt daher bei Verwendung von Pflanzenaschen der Qualitätsklasse A eine Grenzfracht von 3 Gramm je Hektar und Jahr und - der Qualitätsklasse B eine Grenzfracht von 6 Gramm je Hektar und Jahr. Die empfohlenen Maximalfrachten können verdoppelt werden, wenn im Folgejahr bzw. in den Folgejahren eine Aschenausbringung unterbleibt (Katzensteiner, 2011).

1.1.3. Allgemeine Grundsätze zur Ausbringung von Holzasche

Trockene Aschen neigen zur Staubentwicklung. Folgende Maßnahmen können helfen, das Stauben und die damit verbundene Abtrift möglichst gering zu halten:

- Die Ausbringung soll bei Windstille oder möglichst niedrigen Windgeschwindigkeiten erfolgen.
- Verwendung geeigneter Düngerstreuer, wie sie auch für die Kalkung verwendet werden.
- Ein leichtes oberflächliches Befeuchten der Asche direkt vor der Ausbringung wirkt ebenfalls Staub bindend. Die Befeuchtung der Ascheoberfläche findet meistens im Heizwerk statt.
- Eine weitere Möglichkeit Asche sinnvoll zu verwerten ist, diese als Zuschlagsstoff für die Kompostierung - zusammen mit Kompost oder Stallmist - auszubringen. Zu beachten ist dabei jedoch, dass sich bei Zugabe von Asche der Stickstoff schneller verflüchtigt und die Umbauprozesse im Humus beschleunigt werden (Stadler, 2013).

Darum wird geraten, die Asche nicht früher als zwei Wochen vor der Ausbringung des Kompostes oder des Stallmistes hinzuzugeben.

Bei der Ausbringung in der Nähe von Oberflächengewässern ist zu beachten, dass es zu keinen Nährstoffeinträgen kommen darf.

1.2. Düngewert von Holzasche

Holzaschen sind stickstofffrei und weisen einen sehr hohen pH-Wert auf. Sie eignen sich daher bevorzugt auf sauren Böden zur Anhebung des pH-Wertes. Aus pflanzenbaulicher Sicht interessant ist auch der Gehalt an Phosphor und Kalium.

Nachdem Holzasche hohe Gehalte an Kalium und Calcium sowie auch diverse Spurenelemente enthält, ist es naheliegend, Asche als Düngemittel einzusetzen, anstatt sie zu hohen Kosten zu deponieren. Für eine landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Anwendung sind die hohe Alkalinität, der Salzgehalt, die Schwermetallgehaltswerte, sowie das Fehlen von Stickstoff zu bedenken. Aufgrund dieser Punkte wurde die Ausbringung auf 500kg/ha und Jahr auf Grünland, auf 1000kg/ha und Jahr auf Ackerland und auf 2000kg einmalig alle 20Jahre je ha forstwirtschaftlich genutzter Fläche beschränkt. Weiter ist zu beachten, dass ein Landwirt, der Holzasche von einem Biomasseheizwerk übernimmt und ausbringt, zum Abfallsammler und Abfallbehandler wird. Darüber hinaus sind die Grundsätze der sachgerechten Düngung in die Mengenberechnung einzubeziehen. Aschen sollten nur auf tiefgründigen Böden ausgebracht werden und nur dort, wo keine Gefahr der Abschwemmung gegeben ist (Kuba, 2007).

Holzasche besitzt eine Trockenmasse von durchschnittlich 91,2%. Der Wassergehalt beträgt somit 8,8%. Holzasche weist einen stark alkalischen pH-Wert von durchschnittlich 12,3 auf. Die Gehalte an verschiedenen Mengen- und Spurenelementen sind am Beispiel der Holzasche vom Heizwerk Stainach der folgenden Tabelle zu entnehmen. Diese entspricht der Qualitätsklasse A und kann somit auch auf Biobetrieben ausgebracht werden. Das Cadmium ist mit weniger als 1g/kg TM enthalten und stellt somit auch keine weitere Ausbringbeschränkung dar.

Tabelle 3: Inhaltsstoffe der Rostasche vom Heizwerk Stainach (Katzensteiner, 2011)

| | | |
|--------------------------|--------|--------|
| Trockenmasse | g/100g | 91,2 |
| Wassergehalt | g/100g | 8,8 |
| pH- Wert | | 12,3 |
| Bezogen auf Trockenmasse | | |
| Phosphor gesamt | g/kg | 2,3 |
| Kalium gesamt | g/kg | 23,09 |
| Calcium gesamt | g/kg | 161,52 |
| Magnesium gesamt | g/kg | 36,1 |
| Kupfer | mg/kg | 38,2 |
| Zink | mg/kg | 135,1 |
| Eisen | mg/kg | 19534 |
| Mangan | mg/kg | 3384 |
| Chrom | mg/kg | 16,8 |
| Blei | mg/kg | 5,2 |
| Nickel | mg/kg | 15,5 |
| Kobalt | mg/kg | 4,61 |
| Molybdän | mg/kg | 1,36 |
| Cadmium | mg/kg | 0,98 |
| Quecksilber | mg/kg | 0,08 |
| Arsen | mg/kg | 7,24 |
| Vanadium | mg/kg | 23,36 |

1.3. Charakteristik der Schwermetalle

Spurennährstoffe sind essentielle Elemente, die von der Pflanze in nur relativ geringen Mengen benötigt und aufgenommen werden. Zu ihnen zählen das Nichtmetall Bor und die Schwermetalle Eisen, Kupfer, Mangan, Molybdän und Zink. Als günstig auf bestimmte Kulturarten wirkende Elemente gelten weiters Kobalt (insbesondere für Leguminosen) und Chlorid für Arten, die von maritimen Klimagebieten oder salinen Standorten stammen (Wachstumsförderung bei Rüben, Raps, Spinat und Kohlrarten). Ein Mangel an Kobalt ist kaum bekannt, weshalb Kobalt auch nicht gedüngt wird. Die Chloridversorgung erfolgt in der Regel als Begleitkation über die Kalidüngung bzw. über die Niederschläge. Akuter Mangel an Spurennährstoffen tritt selten auf. Versorgungsprobleme sind vor allem auf Sand-, Moor- und kalkreichen Böden möglich.

Allerdings kann bei den besonders bedürftigen Kulturarten und unter bestimmten Boden- und Witterungsbedingungen ein leichter Mangel auftreten, der auch ertragsbeeinflussend sein kann. Die Düngung mit Spurennährstoffen muss unter Berücksichtigung der verfügbaren Gehalte im Boden oder von Pflanzenanalysen bemessen werden (Baumgartner, 2006).

Es gibt essentielle Schwermetalle (Zink, Eisen, Kupfer und Mangan) und giftige (Quecksilber, Blei, Cadmium, Chrom und Nickel), die aber in geringen Mengen für die Pflanzen notwendig sind. Schwermetalle sind natürliche Bestandteile der Erdkruste und wirken nur in höheren Konzentrationen giftig. Da Schwermetalle nicht abbaubar sind, bleiben sie in dem Kreislauf, in dem sie sich befinden. Die Pflanzen nehmen die Schwermetalle auf die den Boden belasten und der Mensch nimmt sie so über Umwegen zu sich. Darum ist auf ein geringes Ausbringen der Schwermetalle anhand von Düngung mit Asche zu achten (Baumgartner, 2006).

Kupfer (Cu)

Reines Kupfer ist hellrot bis dunkelrot. Der Anteil von Kupfer in der obersten, festen Erdkruste beträgt ca. 0,007%. Kupfer gilt als ungefährlich für den Menschen, da es löslich ist. Die tägliche Aufnahme beträgt zwischen 1 und 5 mg. Allerdings werden nur ca. 5% resorbiert. In der Landwirtschaft wird Kupfer als Fungizid im Weinbau und teilweise auch im ökologischen Weinbau eingesetzt, außerdem findet es Verwendung in der Schweinemast. Kupfer ist für Algen, Bakterien und einige Kleinpilze ein starkes Gift, da es saure Salze abgibt.

Kupferarme Böden sind meist humöse Sandböden und neu kultivierte Moore. Getreide nimmt bereits am Anfang der Bestockung das meiste Kupfer auf. Die Beweglichkeit innerhalb der Pflanze ist gering, deshalb treten Mangelercheinungen als erster in den jüngsten Blättern auf.

Symptome für Kupfermangel sind: Spitzenchlorose, Eindrehung, Verkrümmung und Welken der jüngsten Blätter. Meist findet keine Ähren- bzw. Rispenbildung statt (Pehab, 2012).

Zink (Zn)

Es ist eines der wichtigsten Spurenelemente, verursacht jedoch - sowie die meisten Elemente - bei Überschuss Schäden bei der Pflanze. Daher wird es auch zu den Schadstoffen des Bodens gezählt. Durch einen Mangel an Zink wird die Eiweißbildung deutlich herabgesetzt und in weiterer Folge der Phosphatstoffwechsel gestört. Dies kann wiederum zu Zwergwuchs der Pflanze führen. Bei einem Überschuss wird die Aktivität der Bodenmikroorganismen gehemmt, dadurch nehmen die Abbauprozesse und die Zersetzung von organischem Material mehr Zeit in Anspruch. Natürlich haben auch der pH-Wert, die Bodenart und der Humusgehalt erheblichen Einfluss auf die Verfügbarkeit der Elemente (Pehab, 2012).

Eisen (Fe)

Eisen im Boden wird von der Pflanzenwurzel als Fe^{2+} -Ion oder als Eisenchelat aufgenommen. Bei hohen pH-Werten kann es zu Mangelercheinungen kommen.

Die meisten Kulturpflanzen können ihren Eisenbedarf ohne zusätzliche Düngung decken. Genereller Eisenmangel kommt mit Ausnahme von organischen Böden selten vor (Baumgartner 2006).

Mangan (Mg)

Ein Überschuss von Phosphor kann durch eine Blockade in der Eisenversorgung zu einer Unterversorgung von Mangan führen. Die schwerlöslichen Mangankarbonate müssen erst durch Verwitterung freigesetzt werden. Sehr viel leichter umsetzbar sind die Mangan Oxide, sie stehen unter sauren Bedingungen der Pflanze direkt zur Verfügung. Generell ist ein Manganmangel sehr unwahrscheinlich. Er kann nur durch eine Überkalkung bzw. wenn der Boden weniger als 5% Ton aufweist, auftreten (Pehab, 2012).

Molybdän (Mo)

Molybdänmangel tritt sehr selten auf. Dabei kommt es zu NO_3 -Anreicherungen und Mangel an Aminosäuren, während gleichzeitig Kohlenhydrate angehäuft werden. Ähnlich dem Stickstoffmangel zeigt sich Mo-Mangel durch verminderten Wuchs und Chlorosebildung zuerst an den älteren Blättern. In der Folge sterben die Blattränder ab (besonders bei Raps). Bei zweikeimblättrigen Pflanzen kommt es bei akutem Mangel zu reduzierten Blattspreiten und teilweise zu Blattrandaufwölbungen. Die Blattmitte wächst allein weiter, was zum so genannten Peitschenstielsymptom führt. Bei Leguminosen hellen sich ältere Blätter auf, da die Stickstofffixierung durch die Knöllchenbakterien gehemmt wird. In Luzerne und Rotkleebeständen tritt Mo-Mangel oft nur stellenweise auf, was dem Feld ein „scheckiges“ Aussehen verleiht.

Durch regelmäßiger Kalkung kann ein Mo-Mangel beseitigt werden der jährliche Entzug beträgt nur 5-12 g/ha. Eine Düngung mit Mo ist daher im Ackerbau nur sehr selten notwendig (Baumgartner, 2006).

1.4. Technische Ausbringmöglichkeiten

Grundsätzlich eignen sich für die Holzaschenausbringung herkömmliche Kunstdüngerstreuer. Jedoch ist besonders bei Holzasche zu beachten, dass sich der Wassergehalt im Streusubstrat sehr stark auf die Rieselfähigkeit des Streusubstrats auswirkt. Zu den Ausbringtechniken gehören unter anderem:

- Schleuderstreuer
- Pneumatikstreuer
- Schneckenstreuer

Zu den Schleuderstreuern gehören die Scheibenstreuer und die Pendelrohrstreuer.

Scheibenstreuer benutzen eine oder zwei waagrecht oder leicht schräg liegende Scheiben, mit annähernd radial angeordneten Wurfleisten zum Breitverteilen des Düngers. Der Dünger fließt nahe dem Mittelpunkt auf die rotierende Scheibe, wird von den Wurfleisten erfasst, beschleunigt und fortgeschleudert. Dabei entsteht ein Streustreifen von 15-55 Meter Breite. Die Wurfweite steigt mit der Scheibenumfangsgeschwindigkeit und mit der Korngröße des Düngers. Die Arbeitsbreite ergibt sich aus der Streubreite abzüglich der Überlappungsbreite.



Bild 5: Scheibenstreuer;

<http://www.google.at/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org>

Beim Pendelrohrstreuer sorgt ein hin- und herschwenkendes Rohr für das Querverteilen des Düngers. Die Pendelfrequenz entspricht der Zapfwellendrehzahl. Die Streubreite ist geringer als bei Scheibenstreuern, sie steigt aber mit der Pendelfrequenz, der Korngröße und mit dem beidseitigen Ausschlag des Streurohrs.



Bild 6: Pendelrohrstreuer;
<http://www.google.at/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fstatic.landwirt.com>

Das Hauptproblem bei der Ascheausbringung ist die geringe Korngröße der Asche. Somit erreicht man bei diesem Verfahren nur relativ geringe Streu- bzw. Arbeitsbreiten.

Streuer mit pneumatischer Querförderung benutzen Luft als Fördermedium. Der Dünger wird unterhalb des zentralen Vorratsbehälters in Luft durchströmte Rohrleitungen eingeschleust und auf pneumatischem Wege den über die Arbeitsbreite des Gerätes verteilten Pralltellern zugeführt. Jeder Prallteller sorgt für ein Breitstreuen des zugeteilten Düngers. Die sehr starke Überlappung der Streuprofile der Prallteller führt zu einer guten Querverteilung des Düngers. Die Querverteilung auf dem Feld wird durch Wind kaum beeinflusst. Allerdings eignen sich Pneumatikstreuer nur zur Verteilung staubfreier, gekörnter Dünger. Daher wird diese Art von Ausbringung für Asche nicht gut geeignet sein.



Bild 7: Pneumatikstreuer; <http://www.google.at/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Frauch.de>

Bei Schneckenstreuern entfällt eine Überlappung der benachbarten Streustreifen beim Anschlussfahren. Der Abfall der Düngermasse zu den Streustreifenflanken kann im Wesentlichen vermieden werden. Von Nachteil ist, dass bei jedem Wechsel des Düngemittels eine zeitraubende Einstellung aller Streuöffnungen notwendig ist. Bei geringeren Düngemassen je Hektar ergeben sich auch Mängel in der Längsverteilung, da dann die Windung des Schneckenförderers den Dünger schubweise abwirft. Bei der Ausbringung staubförmiger Dünger bieten die Schneckenstreuer im Vergleich zu anderen Verfahren den Vorteil der geringsten Staubbelästigung (Eichhorn H., 1999).



Bild 8: Schneckenstreuer; <https://www.google.at/search?q=schneckenstreuer>

Eine weitere Form der Unterscheidung ist in Ebene und Hang, wobei diese Unterscheidung nicht von großer Bedeutung ist. Die oben genannten Techniken können je nach Größe und Gewicht bzw. den betriebsspezifischen Voraussetzungen wie Hangneigung oder klimatische Verhältnisse, eingesetzt werden.

1.4.1. Ausbringungsmöglichkeiten in Gunstlagen

Im ebenen Gelände, welches sich meist auch in einer Gunstlage befindet, ist die Ausbringung und somit die technische Herausforderung nicht sonderlich groß. Man ist nicht so stark vom Wetter abhängig, da das Feld auch bei feuchten Bodenverhältnissen befahrbar ist, ohne größere Schäden zu hinterlassen.

Die technischen Möglichkeiten zur Ausbringung hängen sehr stark von der Art des Streuers und auch vom Aschetyp ab. Mit einem Kompost- oder Miststreuer funktioniert die Ausbringung des feinen, rieselfähigen Materials nicht. Die Asche würde durch die meist stehend angeordneten Walzen einfach durchrieseln, weil sie entweder keine oder zu kleine Teller haben. Außerdem sind diese Geräte auch nicht für diese Art Düngung entwickelt. Die einzige Möglichkeit ist, die Asche gemeinsam mit Mist zu kombinieren.

1.4.2. Ausbringungsmöglichkeiten Hanglagen

Im Hang zu düngen ist eine sehr wichtige und notwendige Maßnahme, um den Ertrag der Pflanzenbestände aufrecht zu erhalten. Leider ist das Ausbringen am Hang auf Grund des geringen Vorhandenseins von geeigneten Maschinen stark eingeschränkt. Möglich wäre das Ausbringen der Pflanzenasche mithilfe eines handelsüblichen Mineraldüngestreuer, der am hinteren Hubwerk eines Metracs montiert werden kann. Zu beachten ist dabei jedoch die eingeschränkte Hangtauglichkeit aufgrund des höheren Gewichts.

Die Ausbringung ist auch mit einem Kunstdüngerstreuer mit integriertem Rührwerk möglich. Dieser muss jedoch auch auf das Hubwerk eines Metracs angekoppelt werden können und muss eine gute Hangtauglichkeit aufweisen. Eine weitere Möglichkeit ist es, die Pflanzenasche mit Stallmist zu vermischen und die Mischung mithilfe eines Miststreuers oder Kompoststreuers auszubringen.

Bei der oben angesprochenen Methode ist jedoch auch auf die Hangtauglichkeit der Geräte und deren Ausbringungsgenauigkeit zu achten. Im Optimalfall wird der mit Pflanzenasche vermischte Stallmist auf einem Muli, der mit einem Miststreueraufsatz bestückt ist, geladen. Hierbei ist die höchstmögliche Hangtauglichkeit gegeben.

1.5. Rechtliche Situation der Holzaschenausbringung auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen

Pflanzenaschen aus Biomassefeuerungen sind unter Einhaltung bestimmter Voraussetzungen wertvolle Sekundärrohstoffe für die Land- und Forstwirtschaft. Aufgrund ihres Nährstoffgehalts, der möglichen Boden verbessernden Wirkungen und im Sinne des ökologischen Prinzips geschlossener Produktionskreisläufe können und sollen Pflanzenaschen bei Einhaltung aller gesetzlichen Bestimmungen zum Schutz der Böden und der Umwelt, unter Beachtung der Empfehlungen für die sachgerechte Ausbringung, kontrolliert in die natürlichen Kreisläufe rückgeführt werden. Die Rückführung der Nährstoffe hat in den letzten Jahren umso mehr an Bedeutung gewonnen, als zum einen immer größere Aschenmengen anfallen und zum anderen die natürlichen Ressourcen für die Düngemittelproduktion ständig knapper werden. Schwermetalle, die sowohl aus gezogenen als auch anthropogenen Quellen in die Pflanzen gelangen können, sind schon während des Verbrennungsprozesses dem Stand der Technik entsprechend nach dem Prinzip der Schwermetallfraktionierung bestmöglich abzuscheiden (Katzensteiner et al., 2011).

Die vorliegende Empfehlung beschreibt die Voraussetzungen für den sachgerechten Einsatz von Pflanzenaschen auf land- oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen sowohl in Hinblick auf die enthaltenen Nährstoffe als auch die Schadstoffe in Pflanzenaschen. Sinngemäß kann diese Richtlinie auch für den Garten- und Landschaftsbau angewendet werden.

In der Richtlinie für den sachgerechten Einsatz von Pflanzenaschen zur Verwertung auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen werden Empfehlungen und Voraussetzungen für den sachgerechten Einsatz von Pflanzenasche sowohl im Hinblick auf die enthaltenen Nährstoffe als auch die Schadstoffe in Pflanzenasche angeführt (Katzensteiner et al., 2011).

Betroffene Gesetzesbereiche sind das AWG. Gemäß dem Abfallwirtschaftsgesetz 2002 sind Pflanzenaschen Abfälle, welche getrennt von anderen Abfällen gesammelt werden müssen, um diese Abfälle nachweislich einer zulässigen Verwertung zuführen zu können. Nach § 5 Abs. 1 gelten Altstoffe so lange als Abfall, bis sie oder die aus ihnen gewonnenen Stoffen unmittelbar als Substitution von Rohstoffen oder aus erzeugten Produkten verwendet werden. Bei einem sachgerechten Einsatz von Pflanzenaschen in land- oder forstwirtschaftlichen Kulturen wird also das Abfallende erreicht. § 17 enthält jedoch die Auszeichnungspflichten für Abfallbesitzer. Gemäß Abs. 1 haben Abfallbesitzer (Abfallerzeuger, -sammler und -behandler) getrennt für jedes Kalenderjahr fortlaufende Aufzeichnungen über Art, Menge, Herkunft und Vertrieb von Abfällen zu führen. Im Falle der Verwendung der Aschen als Zusatzstoff in der Kompostierung sind die Bestimmungen der Kompostverordnung anzuwenden. (Katzensteiner et al., 2011)

1.5.1. Aufzeichnungspflichten und Jahresabfallbilanzen

Werden Pflanzenaschen von einem Land- oder Forstwirt zur Verwertung von einer anderen Rechtsperson übernommen und auf land- oder forstwirtschaftlich genutzten Flächen ausgebracht, so handelt es sich um die Behandlung eines Abfalls. Für diese Land- oder Forstwirte greift die Ausnahmebestimmung des § 17 AWG 2002 nicht, weshalb sie rechtlich gesehen aufzeichnungspflichtige Abfallsammler und -behandler sind. Sie unterliegen daher insbesondere hinsichtlich der von anderen Rechtspersonen übernommenen Pflanzenaschen der Abfallbilanzverordnung. Nach dieser Verordnung haben sie Menge, Herkunft und Verbleib der übernommenen Aschen jährlich elektronisch an den zuständigen Landeshauptmann zu melden. Diese Meldung muss im Wege des Elektronischen Daten Managementsystems (EDM) erfolgen.

Voraussetzung für die Meldung ist die Registrierung. Die Registrierung erfolgt im elektronischen Stammdatenregister. Jede registrierte Person erhält eine Identifikationsnummer. Die Stammdaten sind immer aktuell zu halten und in erforderlicher Weise anzupassen.

Die fortlaufende Aufzeichnung über Art, Menge, Herkunft und Verbleib der übernommenen Pflanzenasche muss ab 2014 immer elektronisch geführt werden. Die Jahresabfallbilanz ist bis spätestens 15. März des Folgejahres an den Landeshauptmann zu melden (Katzensteiner et al. 2011).

1.5.2. Düngemittelgesetz

Im österreichischen Düngemittelgesetz sind Verbrennungsrückstände ausgenommen. Das bedeutet, dass ein in Verkehr bringen der Aschen unter dem Titel „Düngemittel“ nicht zulässig ist. Dies schließt jedoch eine mögliche Verwertung auf land- oder forstwirtschaftlich genutzten Böden zur Bodenverbesserung und Nährstoffversorgung nicht aus. Zu beachten bei einer Ausbringung ist aber das AWG (Abfallwirtschaftsgesetz) (Katzensteiner et al. 2011).

Formatiert: Block, Abstand Vor: 6 Pt.

1.5.3. Forstgesetz

Grundsätzlich spricht nichts gegen den Einsatz von Pflanzenaschen im Wald. Voraussetzung dafür ist jedoch eine Bodenverbessernde Wirkung. Es muss auch nachgewiesen werden, dass ein sachgerechter Einsatz der Pflanzenaschen gemäß der Vorgaben für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz gewährleistet ist. Die Ausbringung im Wald hängt von den Nährstoffen im Boden sowie den Schadstoffen im Boden ab (Katzensteiner et al. 2011).

1.5.4. Untersuchungsparameter

Pflanzenaschen, die zur Rückführung auf land- und forstwirtschaftlicher Nutzfläche verwendet werden, sind auf die Parameter pH-Wert, Trockensubstanz, organisch gebundener Kohlenstoff, Phosphor, Kalium, Kalzium, Magnesium, Kupfer, Zink, Arsen, Blei, Cadmium und Nickel zu untersuchen (Grenzwerte siehe *Tabelle 3*) (Katzensteiner et al. 2011).

1.5.5. Anforderungen an die Ausbringungsfläche

Die Berechnung der Ascheaufwandmengen soll grundsätzlich auf Basis einer Bodenuntersuchung vorgenommen werden. Eine Untersuchung des Bodens auf pH-Wert, pflanzenverfügbares Phosphat und pflanzenverfügbares Kalium, ist zu empfehlen. Eine Bodenuntersuchung auf Schwermetalle ist nur dann erforderlich, wenn die auszubringende Asche der Qualitätsklasse B zuzuordnen ist. In landwirtschaftlichen Nutzflächen, die die Schwermetallgrenzwerte überschreiten, darf eine Asche der Qualität B nicht ausgebracht werden. Die Bodenuntersuchung auf Schwermetalle hat eine Gültigkeitsdauer von 10 Jahren. Bei der Energiepflanzenproduktion (Pappel, Weide und dgl.) entfällt die Untersuchung des Bodens auch bei Ausbringung der Pflanzenaschequalität B. (Katzensteiner et al., 2011)

Formatiert: Block, Abstand Vor: 6 Pt.

Tabelle 4: Schwermetallgrenzwerte für Holzaschen, für die Güteklasse A und B in mg/kg TS (Katzensteiner, 2011)

| | A | B |
|----|----------|----------|
| Zn | 1200 | 1500 |
| Cu | 200 | 250 |
| Cr | 150 | 250 |
| Pb | 100 | 200 |
| Ni | 150 | 200 |
| Cd | 5 | 8 |
| As | 20 | 20 |

1.5.6. Ausbringungsverbote von Pflanzenaschen

Eine Ausbringung der Asche auf wassergesättigten, überschwemmten, schneebedeckten oder gefrorenen Böden ist zu unterlassen. Dazu können unter anderem folgende Flächen gehören:

- Moore, Sümpfe
- Naturschutzgebiete
- Wasserschutzgebiete (Zone I)
- Ufernähe von Randzonen neben Oberflächengewässern
- Almen, mit Ausnahme von Flächen, wo eine Ausbringung durch eine bodenkundliche Untersuchung gerechtfertigt ist
- Gemüse, Heilkräuter- und Beerenobstkulturen, außer als Zusatzstoff zu Kompost

Auf Waldböden sollen im Sinn einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft vorwiegend Aschen aus forstlicher Biomasse zur Ausbringung kommen. Aufgrund der hohen Gehalte an Kalzium und Magnesium sind ähnliche Wirkungen wie bei Kalkungen zu erwarten (Katzensteiner et al. 2011).

1.5.7. Ausbringung von Holzasche auf Bio- Betrieben

Laut EU-BIO-Verordnung sind Düngemittel und Boden Verbesserer angeführt, die grundsätzlich im biologischen Landbau verwendet werden dürfen.

Unter anderem ist in dieser Liste auch „Holzasche“ mit der Auflage: „Von Holz, das nach dem Einschlag nicht chemisch behandelt wurde“ enthalten. Zusätzlich gilt die Einschränkung, dass die allgemein geltenden, nationalen Rechtsvorschriften über das in Verkehr bringen und die Verwendung der betreffenden Erzeugnisse im betreffenden Mitgliedsstaat einzuhalten sind (Katzensteiner et al. 2011).

1.6. Problemstellung

Die sachgerechte Ausbringung von Holzasche auf landwirtschaftliche Flächen bedarf neben der rechtlichen Klärung der Frage nach dem Schwermetallfrachten auch eine technische Überprüfung der Machbarkeit zur Ausbringung sowohl auf ebenen, als auch auf Hangflächen.

Holzasche ist zum einen von seiner Struktur her ein staubförmiger Dünger, kann aber auch bei Feuchtigkeitszugabe (Außenlagerung – Niederschläge) zur starken Klumpenbildung neigen.

Zudem ist die Beimischung von Holzasche zu Wirtschaftsdüngern gebräuchlich, wobei die Ausbringgenauigkeit dabei allerdings nicht restlos geklärt ist.

Mit dem Hintergrund dieser unterschiedlichen Ausgangsbedingungen wurde in einer Versuchsreihe am LFZ Raumberg-Gumpenstein mit unterschiedlichen Ausbringtechniken (Kommunaldüngerstreuer und Mist-Kompoststreuer) und auf unterschiedlichen Flächen (Ebene und Hang) Holzasche ausgebracht und die Verteilgenauigkeit bestimmt.

2. Material und Methoden

Damit man die technischen Möglichkeiten zur Ausbringung der Holzasche feststellen konnte, wurden Versuche durchgeführt. Begonnen wurde damit im Herbst 2012. Um die verschiedenen Aschefractionen und die unterschiedlichen Ausbringungsmethoden sowie die unterschiedlichen Bedingungen zu überprüfen, wurden mehrere Versuchsreihen mit ein und derselben Technik (Kommunalstreuer) durchgeführt.

Dazu wurden drei verschiedene Holzaschen (Wien-Simmering, Stainach und Sägewerk Rumpplmayr) mit einem Kommunalstreuer der Fa. Rauch, AXEO 2.1. auf einer ebenen Ackerfläche ausgebracht. Derselbe Kommunalstreuer wurde auch auf einem Zweiachsmäher, Reform 2004 aufgebaut und damit Holzasche aus Stainach auf einer Hangfläche ausgebracht.

In einem weiteren Versuchsabschnitt wurde Holzasche aus Stainach mit Stallmist vermengt und auf einer ebenen Dauergrünlandfläche ausgebracht.



Bild 9: Kommunalstreuer, Fa. Rauch, Axeo 2.1

2.1. Versuch 1 – Ausbringung im ebenen Gelände

Versuchsfläche: Gumpensteiner Maisfläche – Haiglacker (1,63ha)

Der Versuch 1 wurde in enger Zusammenarbeit mit Herrn Gerald Bohrn und Herrn Gernot Erber sowie Bediensteten des LFZ Raumberg - Gumpenstein durchgeführt.

Grundsätzlich waren bei allen Versuchen die Richtlinien der ÖNORM L 1075 einzuhalten. Ziel des Versuches war es, drei Fragen zu beantworten.

- Ist es möglich Holzasche mit Hilfe eines handelsüblichen Düngerstreuers (Kommunalstreuers) auszubringen?
- Wie weit kann die Holzasche mit einem Düngerstreuer ausgebracht werden?
- Kann das Streubild eine gleichmäßige Flächenverteilung gewährleisten?

2.1.1. Asche

Zum Einsatz kamen drei verschiedene Aschetypen:

- Gemahlene Rostasche aus dem Heizwerk Stainach
 - Ein dunkles, trocken bis feuchtes und gleichkörniges Material wurde vom Heizwerk produziert. Das Material hatte eine mittelmäßige Rieselfähigkeit, die wesentlich vom Feuchtigkeitsgehalt abhängig ist. Im Bild 12 ist erkennbar, dass die Asche nicht von selbst in den Trichter nachrieselt. Das im Kommunalstreuer eingebaute Rührwerk hat bei diesem Versuchsdurchgang nicht ausreichend genug gearbeitet, da das Lager ausgeschlagen war.



Bild 10: Gemahlene Rostasche Heizwerk Stainach

- Wirbelschichtanlage aus Simmering
 - Die Asche war sehr feucht, da sie im Freien gelagert wurde. Sie verfügte über ein sehr homogenes Gefüge und einen sehr hohen Silikatsandanteil, was wiederum ein relativ hohes Gewicht zur Folge hatte. Obwohl das Material handfeucht war und sich in der Hand zu einem Knödel formen ließ, war es sehr rieselfähig. Durch die hohe Beimengung von bis zu 70% Silikatsand ist die Asche für landwirtschaftliche Flächen nicht optimal. Durch oftmalige Ausbringung verändert man den Boden dahingehend, dass er leichter und sandhaltiger wird.



Bild 11: Wirbelschichtasche aus Simmering

- Rostasche aus einer Anlage mit Nassentaschung
 - Das feuchte, ungleichkörnige Material hatte teilweise sehr grobe und unförmige Teile untergemischt. Die Asche baute durch die ungleichmäßig großen Teile eine innere Stabilität auf und war so nicht rieselfähig. Der Fremdkörperanteil konnte durch subjektive Kriterien positive Ergebnisse liefern (Bohrn, 2012)



Bild 12: Rostasche aus Nassentaschung

2.1.2. Fläche

Die Versuchsfläche wurde vom LFZ Raumberg - Gumpenstein zur Verfügung gestellt. Sie befand sich in der Gemeinde Irdning unweit der Enns. Um eine Beeinflussung durch Bewuchs auszuschließen, wurde der Maisacker bereits geerntet. Der Acker war größtenteils eben und wies nur leichte Unebenheiten von maximal 5% auf. Aus der Literatur geht hervor, dass die Versuchsfläche eine Länge von 50m und eine Breite von 25m haben soll. Das ergibt eine Gesamtfläche von 0,125ha pro Überfahrt. Bei drei Überfahrten werden also 0,375ha vorausgesetzt.

2.1.3. Maschinen und Geräte – ebene Fläche

Als Zugfahrzeug wurde ein Traktor der Marke Fendt, Typ Vario TMS 211 inklusive dem Fahrer, Herrn Hubert Kuntner, seitens des LFZ Raumberg-Gumpenstein zur Verfügung gestellt. Das Fahrzeug hat eine Maximalleistung von 67kW (90PS) und ein Leergewicht von 3870kg. Dank der perfekten Einstellung durch den bestens eingeschulten Fahrer und der hochwertigen Ausstattung des Traktors, waren die Voraussetzungen aus technischer Sicht (konstante Zapfwellengeschwindigkeit und gleichbleibende Fahrgeschwindigkeit) perfekt.

Zur Ausbringung diente ein Streuer - zur Verfügung gestellt von der Firma Rauch, Typ AXEO 2.1. Es handelte sich hierbei um einen handelsüblichen Kommunalstreuer, der auf ein Drei-Punkt-System im Heck des Traktors montiert war. Er hat einen maximalen Inhalt von 350 Liter bei einer maximalen Nutzlast von 800kg. Bei den Versuchen wurde der Streuer jedoch auf maximal 200kg beladen. Mehr konnte durch das geringe Gewicht der Asche und das begrenzte Ladevolumen nicht erreicht werden.



Bild 13: Versuchsgerät Rauch AXEO 2.1

Tabelle 5: Technisches Datenblatt von Rauch AXEO 2.1

| | | |
|---------------------|-------|-------------------------|
| Fassungsvermögen | Liter | 250 |
| Eigengewicht | kg | 130 |
| Max. Nutzlast | kg | 800 |
| Abmessungen (LxBxH) | cm | 87x100x96 |
| Streubreite | m | 1,0 - 8,0 |
| Anbauart | | 3-Punkt Kat I |
| Antrieb | U/min | 540 oder Hydraulikmotor |
| Streustrecke | km | 5 |

2.1.4. Versuchsdurchführung – ebene Fläche

Das vorbereitete Material wurde in Gumpenstein gelagert. Hier konnte der Streuer sauber geladen und mit Hilfe einer Brückenwaage die Menge exakt eingewogen werden.

Für die eigentliche Messung am Acker wurden dreizehn Auffangschalen mit einer Größe von 50x50cm und einer Höhe von 10cm aufgestellt. Sie wurden normal zur Fahrtrichtung mit einem Abstand von 50cm positioniert. Die beiden mittleren Schalen wurden ganz zusammen geschoben, damit sie durch den überfahrenden Traktor nicht beschädigt wurden. Während dieser Vorbereitungen wurde der Streuer in Gumpenstein mit der Rostasche aus dem Heizwerk Stainach beladen. Anschließend erfolgten fünf Überfahrten, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten. Nach anfänglichen Schwierigkeiten bezüglich der Wahl der Zapfwellendrehzahl, einigte man sich auf eine konstante Geschwindigkeit von 700 U/ Minute. Die Höhe des Streugerätes wurde bei jeder Überfahrt auf einer konstanten Höhe von 94cm gehalten, um jegliche Einflussfaktoren dieser Art ausschließen zu können. Nach den Überfahrten wurden die Auffangschalen einzeln in dafür vorgesehene durchsichtige Becher geleert und verwogen. Die Becher und ebenso die Schalen wurden im Vorhinein mit Nummern versehen, um spätere Missverständnisse auszuschließen.

Formatiert: Block, Abstand Vor: 6 Pt.

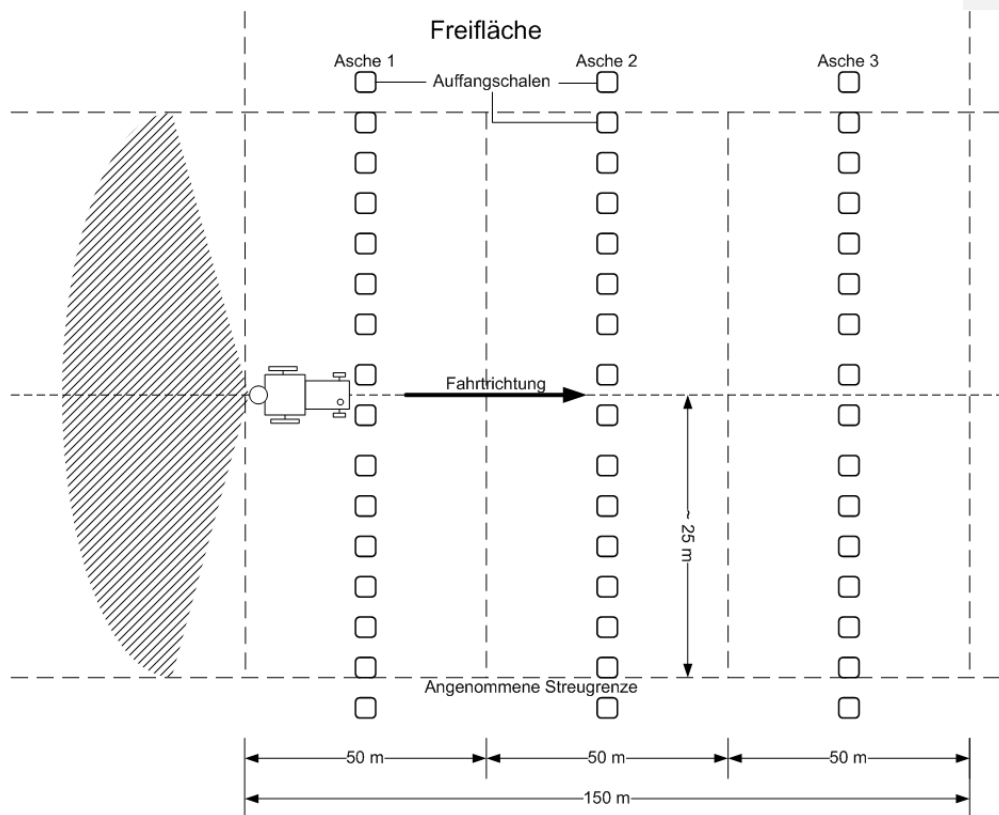


Abbildung 1: Schematische Darstellung zur Versuchsführung (Bohrn, 2012)

2.2. Versuch 2 – Ausbringung am Hang

Versuch Nummer zwei wurde in Kooperation mit Herrn Hubert Kuntner, Erlsberg durchgeführt. Herr Kuntner stellte die Fläche und das für den Streuer benötigte Zugfahrzeug zur Verfügung. Grundsätzlich waren vier Fragen zu beantworten:

- Ist es möglich Holzasche mit Hilfe eines handelsüblichen Winterdienststreuers im steilen Gelände auszubringen?
- Welche Arbeitsbreiten sind mit dem Winterdienststreuer im steilen Gelände erzielbar?
- Kann mit dem Winterdienststreuer auch im steilen Gelände eine gleichmäßige Flächenverteilung gewährleistet werden?
- Welche Arbeitsleistung ist im steilen Gelände erzielbar?

2.2.1. Asche – Hangfläche

Bei diesem Versuch kam ausschließlich die gemahlene Rostasche aus dem Heizwerk Stainach zum Einsatz. Die Eigenschaften wurden bereits unter Versuch 1 beschrieben. Diese Art von Asche wurde bevorzugt, weil das Heizwerk in geografisch günstiger Lage zu der Versuchsfläche lag und somit die Beschaffung relativ einfach und mit wenig Aufwand vollzogen werden konnte.

2.2.2. Fläche – Hangfläche

Wie schon erwähnt, wurde die Fläche für den Versuch von Herrn Kuntner, einem Landwirt aus Donnersbach, Erlsberg, zur Verfügung gestellt. Da der Versuch auf einer landwirtschaftlichen Fläche im steilen Gelände am Erlsberg ausgeführt wurde, mussten die Richtwerte der ÖNORM L 1075 (Grundlagen für die Bewertung der Gehalte ausgewählter Elemente in Böden) eingehalten werden. Da sich der Versuch ja mit der Ausbringung im steilen Gelände beschäftigt, war eine sichere und sinnvolle Durchführung nur mit einem Zweiachsmäher zu bewältigen. Die Fläche wies eine Steigung von 30% bis maximal 60% auf. Es galt herauszufinden, ob jegliche Erschütterungen in der Falllinie oder auch abweichend zur Falllinie einen Einfluss auf das Streubild haben.

2.2.3. Maschinen und Geräte – Hangfläche

Als Zugfahrzeug kam, wie schon erwähnt ein Zweiachsmäher der Marke Reform, Typ 2004 GS zum Einsatz. Dieser hat eine Nennleistung von 28,6kW (39PS) und ein Eigengewicht von 1230kg. Auch hier war der Fahrer auf das Gerät bestens eingeschult und kannte auch die Versuchsfläche sehr gut. Für die Erhöhung der Hangtauglichkeit und um eine gleichmäßige Gewichtsverteilung zu gewährleisten, wurde am Zweiachsmäher ein Front-Mähwerk angebaut.

2.2.4. Versuchsdurchführung– Hangfläche

Die für diesen Versuch vorbereitete Asche war in unmittelbarer Nähe (200m) der Versuchsfläche gelagert. Aus Erfahrungswerten wusste man, dass der Streuer mit maximal 200kg beladen werden konnte. Die Beladung erfolgte mit einem Frontlader.

Am Anfang konnte nicht sichergestellt werden, ob der Zweiachsmäher das voll beladene Streugerät überhaupt heben konnte. Glücklicherweise war die Hubkraft des Zugfahrzeuges ausreichend.

Auf der Versuchsfläche wurden 14 Schalen mit einer Größe von 40x40 cm zum Messen der Streubreite aufgelegt. Die Schalen wurden normal zur Fahrtrichtung, ohne Abstand, positioniert. Nur im Spurbereich wurden in der Mitte zwei Schalen und dann jeweils ein Meter frei gelassen. Von den 14 Schalen, waren allerdings nur 12 messbar, da in den äußersten Schalen kaum Material zu finden war. Es wurden drei Überfahrten gemacht um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten. Im Anschluss wurden die beschrifteten Schalen einzeln mit einer Küchenwaage gewogen und die Ergebnisse genau dokumentiert. Durch diese Daten konnte ein Streubilddiagramm gefertigt werden. Gefahren wurde mit der Zapfwellenstufe 540 Umdrehungen pro Minute mit Halbgas und 4-5 km/h.

Hierbei kann man keine exakteren Angaben liefern, da jegliche Anzeigen am Gerät nicht vorhanden waren. Die Einstellungen am Streuer betrafen die Schieberöffnung, welche konstant auf der Stellung F (A-M) gehalten wurde.



Bild 14: Versuchsschalenanordnung

2.3. Versuch 3 – Ausbringung Holzasche + Stallmist

Der Versuch 3 wurde auf einer Fläche des Bio Betriebes Lackner durchgeführt. Grundsätzlich mussten die Richtlinien der ÖNORM L 1075 eingehalten werden. Ziel des Versuchs war es folgende Fragen zu beantworten:

- Ist es möglich Stallmist und Holzasche mit Hilfe eines Mist-Kompoststreuers Gruber KST 45 unter optimalen Bedingungen auszubringen?
- Welche Arbeitsbreiten sind mit dem Mist-Kompoststreuer Gruber KST 45 unter optimalen Bedingungen möglich?
- Welche Verteilgenauigkeit kann beim Ausstreuen von Stallmist mit Holzasche erreicht werden?
- Welche Arbeitsleistungen sind auf ebener Fläche erzielbar?

Zum Einsatz kam eine gemahlene Rostasche aus dem Heizwerk Stainach und ein Schafmist mit dem Entmistungssystem Tieflaufstall.

- Gemahlene Rostasche aus dem Heizwerk Stainach
 - Ein dunkles, trockenes und gleichkörniges Material wurde vom Heizwerk produziert.
- Schafmist aus Tieflaufentmistung
 - Der Schafmist stammte vom Feldbesitzer, nämlich der Familie Lackner. Es war eine braune bis schwarze, humose Substanz, die sich optimal zur Ausbringung mit dem Kompoststreuer eignete. Der Mist wurde etwa nach einem halben Jahr Lagerung auf einem befestigten Platz an den Feldrand transportiert, wo die vollständige Verrottung des Mistes erfolgte. So war der Mist im Durchschnitt 1-1,5 Jahre alt, als er ausgebracht wurde.

2.3.1. Fläche – Kompost und Holzasche mit Stallmiststreuer

Die Fläche wurde am Betrieb Roswitha Lackner durchgeführt.

Der Versuch 3 „Ausbringung von Stallmist mit Holzasche“ wurde auf einer landwirtschaftlichen Fläche in Altdrning, Gemeindegebiet Irdning, ausgeführt. Es handelte sich um eine landwirtschaftlich genutzte Grünlandfläche, mit mehrmähdiger Nutzung (3-4 Schnitte pro Jahr) am Betrieb Lackner vulgo „Knoppn“.

Um die Arbeitsweise des Streuers unter optimalen Bedingungen zu testen, musste die Fläche bestimmte Kriterien aufweisen. Sie durfte eine Steigung von 4% nicht überschreiten, das Feldstück musste eine zusammenhängende Fläche von genau 2 ha aufweisen, um auch in der Zeitmessung ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten.

2.3.2. Maschinen und Geräte – Kompost und Holzasche mit Stallmiststreuer

Als Zugfahrzeug wurde ein Traktor der Marke Steyr, Typ Profi 4115 inklusive dem Fahrer - Herrn Illsinger Bernd - seitens des LFZ Raumberg-Gumpenstein zur Verfügung gestellt. Das Fahrzeug hat eine Nennleistung von 84kW (112PS). Dank der perfekten Einstellung durch den bestens eingeschulten Fahrer und der hochwertigen Ausstattung des Traktors waren die Voraussetzungen aus technischer Sicht perfekt.

Zur Ausbringung diente ein Streuer, welcher vom LFZ Raumberg-Gumpenstein zur Verfügung gestellt wurde. Der Streuer hat die Handelsbezeichnung Gruber KST 45. Es handelte sich hierbei um einen handelsüblichen Kombistreuer, geeignet für landwirtschaftlichen Stallmist-Kompost, Rottemist und frischen Stallmist, der am Zugmaul des Traktors montiert wurde. Er hat eine maximale Zuladung von 4500kg. Während des Versuches wurde er mit einer Menge zwischen 3000kg und 4000kg Stallmist und Holzasche beladen.



Bild 15: Zugfahrzeug Steyr Profi 4115 mit Streuer Gruber KST 45

2.3.3. Versuchsdurchführung - Kompost und Holzasche mit Stallmiststreuer

Die Beladung des Mist-Kompoststreuers (*Gruber KST 45*) erfolgte in Irnding in der Nähe des Betriebes Hannes Striednig von Herrn Franz Lackner.

Der Mist-Kompoststreuer wurde mit einer Menge zwischen 3000kg und 4000kg Stallmist mit einem Frontlader beladen. Bei der Beladung des Streuers wurde auf eine gleichmäßige Verteilung des Streugutes geachtet. Dieser Faktor beeinflusst das Streubild sehr maßgeblich. Um eine perfekte Verteilung der Asche zu gewährleisten musste der Streuer schichtweise beladen werden (Mist, Asche, Mist...). Da dies eine enorme Aufwendung und einen hohen Zeitanspruch mit sich bringt, wurde eine einfachere Methode angewendet. Die Asche wurde über den mit Mist beladenen Streuer gleichmäßig verteilt.

Zum Messen der Streubreite, der Streumenge und der Flächenverteilung wurden 7 Schalen (40cmx40cm) im rechten Winkel zur Fahrtrichtung an zwei Stellen, nach 50m und nach 150m in einem Abstand von 200cm (Mitte Schale zu Mitte Schale) aufgelegt. Im Anschluss wurden die Schalen eingesammelt und gewogen, die Streubilder mit Hilfe von Fotos und einer Tabelle dokumentiert. Der Versuch wurde 4-mal wiederholt, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten.

Gefahren wurde mit einer Zapfwellendrehzahl von 450U/min und einer Fahrgeschwindigkeit von 9,5-10km/h.

Der zweite Teil des Versuchs war die Zeitmessung. Dieser Teil des Versuchs sollte die Fragestellung: Welche Arbeitsleistungen sind auf ebener Fläche erzielbar? beantworten. Leider konnte der Versuch nicht vollständig durchgeführt werden, da der Streuer ein technisches Gebrechen aufwies. Die Ursache für diesen Zwischenfall konnte nicht geklärt werden.

Formatiert: Standard, Block, Nicht vom nächsten Absatz trennen

Formatiert: Tabstopps: 10,45 cm, Links

3. Ergebnisse und Diskussion der Ergebnisse

Generell gibt es sehr wenig Literatur und Versuchsdaten über die Ausbringung von Holzasche auf Grünland und im Speziellen in Berggebieten. Aus diesem Grund ist es auch sehr schwierig die Daten und Ergebnisse der drei Versuche mit ähnlichen zu vergleichen.

Ein wichtiges Kriterium ist die Asche selbst. Es gibt ja sehr viele verschiedene Aschetypen, die sich in ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften unterscheiden. Wichtig ist es, dass die verwendete Asche möglichst homogen und frei von Fremdkörpern aller Art ist. Wenn dies nicht der Fall ist, stellt sich die Frage, ob es überhaupt Sinn macht, die Fremdkörper aus dem Heizwerk gleichmäßig auf den Flächen zu verteilen. Zum Streuen selbst ist eine gute Rieselfähigkeit erforderlich, damit die Asche nicht im Behälter „stehen“ bleibt (Kegelbildung im Streubehälter). Um eine gute Rieselfähigkeit zu gewährleisten, muss das Material relativ trocken sein. Die Restfeuchte der Asche hängt im Wesentlichen von der Lagerung ab.

Bei den folgenden Versuchen wurden drei verschiedene Aschetypen verwendet, die unterschiedliche Streueigenschaften aufwiesen:

- Gemahlene Rostasche aus dem Heizwerk Stainach
 - Dieser Aschetyp zeigte eine gute Verteilgenauigkeit sowie ein gutes Streuverhalten. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Fremdkörperabscheidung der Holzasche aus dem Heizwerk Stainach ausreichend ist um alle Fremdkörper aus dem Streugut zu entfernen.
- Bettasche aus der Wirbelschichtanlage Simmering
 - Dieser Aschetyp zeigte ein sehr gutes Streuverhalten, sowie auch eine gute Verteilgenauigkeit. Der hohe Silikatsandanteil von ca. 70% verbesserte die Rieselfähigkeit der Asche beträchtlich. Es gab keine Probleme bezüglich dem Nachrieseln der Asche auf das Streuwerk. Ihre Ausbringung ist jedoch nicht sehr sinnvoll, weil 70% der Asche Silikatsand ist. Bei regelmäßiger Ausbringung auf derselben Fläche würde der Boden auf lange Sicht zu einem leichteren Boden werden. Die Nachteile dieses Bodentyps sind ein geringeres Wasserhaltevermögen, weil durch Zugabe von Silikatsand sich mehr Grobporen im Boden bilden.

- Rostasche aus einer Anlage mit Nassentaschung
 - Da dieser Aschetyp sehr feucht war, weil er im Freien gelagert wurde, wies er ein nicht zufriedenstellendes Streuverhalten auf. Es musste mehrmals während der Ausbringung die Asche mithilfe eines Stockes von den Wänden des Streuers gekratzt werden. Selbst das Rührwerk war nicht in der Lage die Asche dem Streuteller zuzuführen. Begünstigt wurde dieses Verhalten auch noch davon, dass die Asche sehr viel verschiedenes großkörniges Material enthielt. Dadurch rieselte die Asche auch weniger schnell nach und legte sich auch vermehrt an der Wand des Streuers an.

3.1. Versuch 1 – Ausbringung im ebenen Gelände

Folgende Fragestellungen können nun beantwortet werden:

- Ist es möglich Holzasche mit Hilfe eines handelsüblichen Düngerstreuers (Kommunalstreuers) auszubringen?

Die grundsätzliche Eignung des Streuers Axeo der Firma Rauch konnte festgestellt werden. Ausschlaggebend für die Streubreiten und die Gleichmäßigkeit der Verteilung sind das zur Verfügung stehende Holzaschen-Material und dessen Rieselfähigkeit. Dieses kann durch sachgerechte (trockene) Lagerung gewährleistet werden. Ein weiteres Kriterium ist die Homogenität, also das Freisein von jeglichen Fremdkörpern.

Der Streuer konnte ein gutes Arbeitsergebnis liefern. Er war trichterförmig aufgebaut und in der Mitte war ein Rührwerk montiert, welches das Material auf die unten rotierende Drehscheibe bröckeln ließ. Durch die Drehbewegung entsteht Fliehkraft, dadurch werden wiederum die feinen Teile gleichmäßig verteilt. Die Einstellung des Streuers Axeo der Firma Rauch erfolgt manuell und werkzeuglos. Die Einstellung der Streubreite erfolgt durch das Verstellen von fächerförmig aufgebauten Prallblechen. Durch die Drehzahl der Gelenkwelle und somit durch die Drehzahl der Wurfscheiben kann die Streubreite verändert werden.

- Wie weit kann die Holzasche mit einem Düngerstreuer (Kommunalstreuer) ausgebracht werden?

Theoretisch sind Streubreiten bis zu 32m mit pelletierter Asche und 25m mit gemahlener bzw. ausgehärteter Asche möglich.

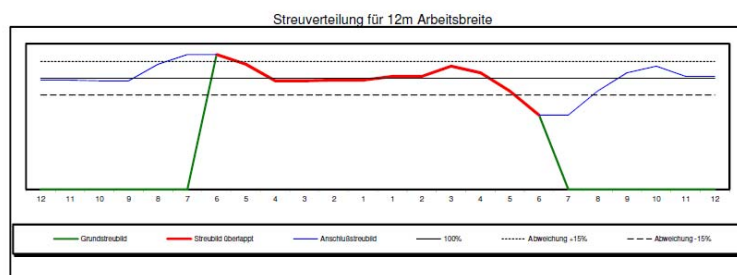
Der Grund für die hohe Streubreite bei pelletierter Asche ist die optimale Form des Streugutes und die Homogenität der Asche. Allerdings ist die pelletierte Form sehr schwer löslich. Dies zeigte ein Versuch, bei dem die Pellets in Wasser gegeben wurden. Nach rund zwei Monaten und täglichem Umrühren war die Konsistenz der Pellets kaum verändert. So stellt sich die Frage, ob eine Ausbringung von Pellets auf landwirtschaftlichen Flächen sinnvoll ist. Mit den Aschen, die bei dem Versuch eingesetzt wurden, waren Streuweiten bis 8m möglich. Die Ergebnisse der einzelnen Aschearten sind den Abbildungen zu entnehmen (Bohrn, 2012).

Die Einstellung der Streubreite erfolgt durch das Verstellen von fächerförmig aufgebauten Prallblechen. Die Ausbringungsmenge kann aber auch durch die Drehzahl der Gelenkwelle und somit durch die Drehzahl des Rührwerkes und der Wurfscheiben verändert werden. Die Arbeitsbreite war stufenlos manuell zum Einstellen. Mit den Aschen, die bei dem Versuch eingesetzt worden sind, waren Streuweiten bis über 16m möglich (siehe Abbildung 2 und 3). Der Variationskoeffizient von 12,91% in Abbildung 2 weist auf eine für einen Kalkdünger ausreichend gute Querverteilgenauigkeit hin. Der VK in Abbildung 3 mit über 26% zeigt im Vergleich dazu eine etwas schlechtere Verteilgenauigkeit bei geringerer Ausbringungsmenge hin (538kg/ha). Das heißt kleinere Ausbringungsmengen lassen sich nicht so gleichmäßig verteilen wie größere Mengen pro Flächeneinheit.

Auswertung Streuversuch für 6m Arbeitsbreite



| | | |
|--|--|-----------------------------------|
| VK - Wert: 12,91% | Ausbringungsmenge bei 8 km / h: 1519,3 kg / ha | Verhältnis L / R: 52,14% / 47,86% |
| Düngersorte: Wirbelschichtasche | Zapfwelle U/min: 600 | |
| Öffnungsstellung: 60 | Scheiben U/min: 0 | |
| Anbauhöhe: 60 / 60 cm | Flügelstellung: 0 | |
| Scheibentyp: Serie | Aufgabepunkt: F | |
| Fahrtgeschwindigkeit: 6 km / h | Überfahrten: 3 | Datum: 19.10.2012 |
| Versuchsleiter: A. Wagner, Firma Rauch Landmaschinenfabrik | Versuchsnummer: 2 | |
| Streutyp: AXEO 6.1 H | Seriennummer: 10004 | |



RAUCH Landmaschinenfabrik GmbH, 76547 Sinzheim

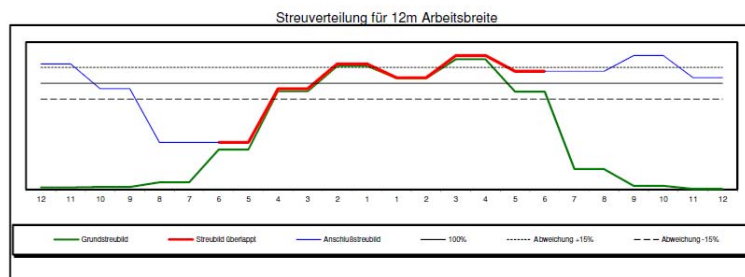
AK 1208

Abbildung 2: Auswertung Streuversuch für 6m Arbeitsbreite der Firma Rauch, Wirbelschichtasche, Simmering (A. Wagner)

Auswertung Streuversuch für 6m Arbeitsbreite



| | | |
|--|---|-----------------------------------|
| VK - Wert: 26,72% | Ausbringmenge bei 8 km / h: 538,2 kg / ha | Verhältnis L / R: 42,91% / 57,09% |
| Düngersorte: Rostasche, gesiebt | Zapfwelle U/min: 700 | |
| Öffnungsstellung: 60 | Scheiben U/min: 0 | |
| Anbauhöhe: 60 / 60 cm | Flügelstellung: 0 | |
| Scheibentyp: Serie | Aufgabepunkt: F | |
| Fahrtgeschwindigkeit: 6 km / h | Überfahrten: 2 | Datum: 19.10.2012 |
| Versuchsleiter: A. Wagner, Firma Rauch Landmaschinenfabrik | Versuchsnummer: 1 | |
| Streuertyp: AXEO 6.1 H | Seriennummer: 10004 | |



RAUCH Landmaschinenfabrik GmbH, 76547 Sinzheim

AW 128

Abbildung 3: Auswertung Streuversuch für 6m Arbeitsbreite der Firma Rauch, Rostasche, gesiebt (A. Wagner)

- Kann das Streubild eine gleichmäßige Flächenverteilung gewährleisten?

Es kann davon ausgegangen werden, dass es möglich ist eine gleichmäßige Flächenverteilung der Asche zu gewährleisten. Allerdings spielen auch hier einige Faktoren eine sehr tragende Rolle. Die Ausbringmethode ist mit Sicherheit ein Hauptpunkt davon. Es gibt viele Möglichkeiten wie und wo man den PK-Dünger Asche ausbringen kann. Bei den angelegten Versuchen wurde er mit Hilfe eines handelsüblichen Kommunalstreuers auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, also Grünland und Acker, ausgebracht. Der Streuer der Firma Rauch konnte von sich überzeugen. Allerdings bei nicht korrekter Einstellung wird sich auch das Ergebnis dementsprechend verändern. Den Streuer exakt einzustellen ist mit Sicherheit ein wichtiger Faktor der den Erfolg der Arbeit maßgeblich bestimmt.

Nicht nur die Ausbringungsmöglichkeiten, sondern auch die Auswirkungen im Boden werden davon beeinflusst. Dies ist ein sehr wichtiger Punkt, da ja durch die Ausbringung eine Düngewirkung erzielt wird und die Flächen nicht negativ beeinflusst werden sollen. Unter Umständen kann es sogar dazu führen, dass Nährstoffe durch die Ascheausbringung nicht mehr freigegeben werden können.

3.2. Versuch 2 – Ausbringung im Hang

In diesem Versuch sollten folgende Fragen beantwortet werden.

- Ist es möglich Holzasche mit Hilfe eines handelsüblichen Winterdienststreuers im steilen Gelände auszubringen?

Das Streuen mit einem handelsüblichen Winterdienststreuer von der Firma Rauch, Typ AXEO ist in Verbindung mit einem Metrac im steilen und unwegsamen Gelände in der Falllinie gut möglich. Der Streuer wies in Verbindung mit einem Metrac eine sehr gute Hangtauglichkeit auf. Zu beachten ist das Gewicht des Streuers. Bei Versuch 2 wurde als Frontgewicht ein Frontmähwerk eingesetzt, um die Bodenhaftung der Vorderachse zu gewährleisten. Zu beachten sind auch die Witterungsverhältnisse sowie die Bodenverhältnisse zum Zeitpunkt der Ausbringung. Bei zu feuchten Bedingungen ist es unmöglich auf Hängen zu fahren. Einerseits wegen der geringeren Bodenhaftung der Reifen auf feuchtem bzw. nassem Gras, andererseits können auch unerwünschte Narbenschäden entstehen, die sich negativ auf Ertrag und Grasnarbe auswirken können.

- Welche Arbeitsbreiten sind mit dem Winterdienststreuer im steilen Gelände erzielbar?

Laut Literatur sind Streubreiten bis zu 32m möglich (Bohrn, 2012). Bei Versuch 2 belief sich die Streubreite auf rd. 6m. Dies zieht eine Arbeitsbreite von rd. 4,40m nach sich.

- Kann mit einem Winterdienststreuer auch im steilen Gelände eine gleichmäßige Flächenverteilung gewährleistet werden?

Mit der Asche des Heizwerks Stainach waren gute Streuergebnisse möglich, da die Asche dementsprechende Feinheit, Rieselfähigkeit und einen geringen Feuchtigkeitsgehalt aufwies, somit war eine gute und gleichmäßige Flächenverteilung möglich. Während des Versuches wurden auch keine Fremdkörper in der Asche gefunden. Bei Fahrten in Schichtenlinie ist die Ausbringgenauigkeit nicht zufriedenstellend, da das Streugut ungenügend nachgeliefert wird. Trotz des Rührwerks schafft es der Streuer nicht, genügend Streugut auf die Verteilerscheibe zu liefern. Außerdem kommt es zu Ausfällen beim Ausbringen. Zu beachten bei Fahrten in Schichtenlinie ist auch die ungleichmäßige Streugutverteilung.

-

- Welche Arbeitsleistung ist im steilen Gelände erzielbar?

Der zweite Teil des Versuches beschäftigte sich mit der Zeitmessung der einzelnen Arbeitsschritte. Die Messung wurde durchgeführt um eine Arbeitsleistung unter erschwerten Bedingungen, also in Hanglagen, herauszufinden. Natürlich wird dieser Faktor von unzähligen Einflüssen bestimmt. Der Ladevorgang alleine, ohne Anfahrtszeiten, dauerte 3min und 45sec bei normaler Arbeitsgeschwindigkeit. Die Wegstrecke (rund 200m) vom Feld bis zum Beladeplatz beanspruchte 1min 10sec. Das Streuen selbst mit dem gefüllten Streuer (200kg) und einer Geschwindigkeit von 4-5km/h dauert 4min und 30sec.

Natürlich sind die Fahrzeiten - also die Wegstrecke vom Feld bis zur Beladestelle - immer unterschiedlich, was die Flächenleistung auf die Zeit gesehen natürlich stark beeinflusst. Weiteres ist man im steilen Gelände viel mehr von der Witterung abhängig, welches wiederum die Hangtauglichkeit und somit die Flächenleistung beeinflusst. Somit ist dies ein sehr spezifischer Wert und kann nur als sehr grober Richtwert gesehen werden.

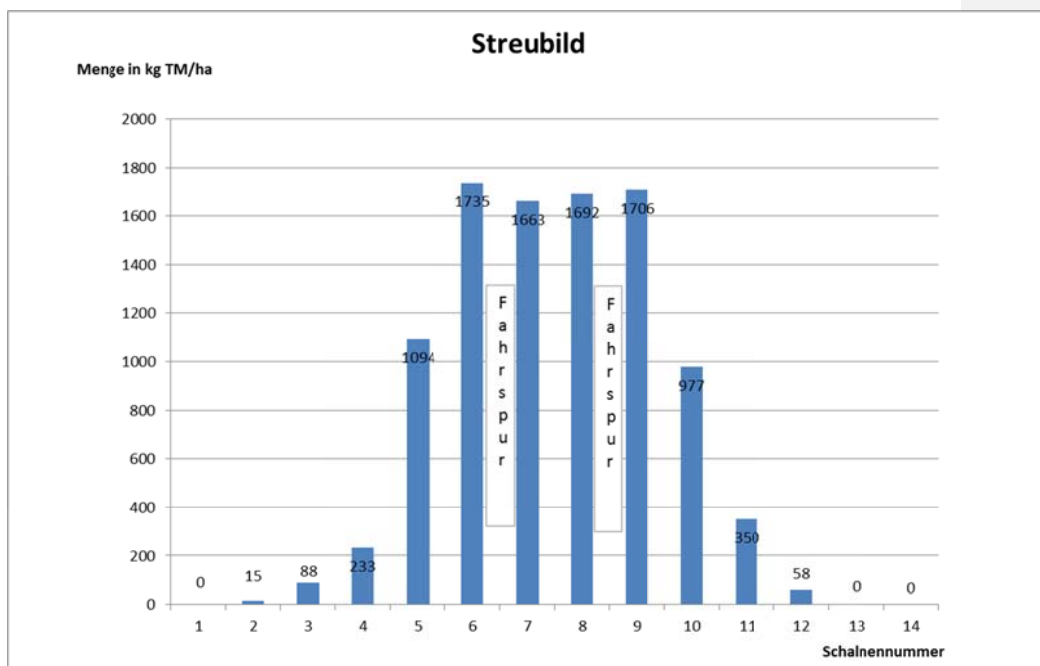


Abbildung 4: Streubild bei der Holzascheausbringung (Heizwerk Stainach) in Hanglagen (35%) mit dem Winterdienststreuer der Fa. Rauch

In der Abbildung 4 ist das Streubild bei der Hangausbringung zu sehen.

Es wurde ein Variationskoeffizient von 12,7%, bei einer Arbeitsbreite von 6m, ermittelt. Grundsätzlich ist dieser Wert für ein schlecht streufähiges Gut, wie es die Holzasche ist, sehr gut (A.Pöllinger, 2014).

Die Standardabweichung vom Mittelwert beträgt 204 und der Mittelwert an Streugut pro Schale liegt bei 25,9g TM, daraus ergibt sich eine durchschnittliche Ausbringmenge von 1.612kg TM.

Die Arbeitsbreite geht von Schale fünf bis zu Schale zehn.

3.3. Versuch 3 – Ausbringung Holzasche + Stallmist

Folgende Fragestellungen werden nun beantwortet:

- Ist es möglich Stallmist und Holzasche mit Hilfe eines Mist-Kompoststreuers Gruber KST 45 unter optimalen Bedingungen auszubringen?

Der Versuch 3 „Ausbringung von Stallmist mit Holzasche“ konnte ein zufriedenstellendes Ergebnis aufzeigen. Das Streuen von Stallmist mit Asche ist durch einen Mist-Kompoststreuer der Firma Gruber, Typ KST 45 in Verbindung mit einem Steyr Profi 4115 im ebenen Gelände gut bis sehr gut möglich. Zu beachten ist der Verrottungszustand des Festmistes. Weist der Festmist einen hohen Langstrohanteil auf, kann das zu unerwünschten Verstopfungen der Streuaggregate führen. Weiter ist die Beladung des Streuers zu beachten, sie beeinflusst die Verteilgenauigkeit maßgeblich. Die Asche sollte wenn möglich schichtweise auf den Streuer geladen werden, also Mist, Asche, Mist, Asche, weil dies eine genaue Verteilung der Asche am Feld verspricht. Da dies jedoch sehr aufwendig ist und da es beim Versuch 3 auch nicht durchführbar war, weil die Asche nicht an der Mistlagerstätte war, wurde beim Versuch 3 eine einfachere Methode gewählt. Der Streuer wurde zuerst vollständig mit Mist beladen. Anschließend wurde die Asche mit Hilfe eines Hofladers und zum Teil auch mit der Hand auf der Oberfläche des Mistes gleichmäßig verteilt. Eine weitere Lösung wäre es, die Asche bereits auf die Mistmiete zu verteilen und mit einem Kompostwender einzumischen. Bei dieser Methode ist jedoch zu beachten, dass sich Asche bei zu früher Zugabe negativ auf die Stickstoffverluste auswirkt. So ist es ratsam Asche frühestens 3 Tage vor der Ausbringung mit dem Mist zu durchmischen.

- Welche Arbeitsbreiten sind mit dem Mist-Kompoststreuer Gruber KST 45 unter optimalen Bedingungen möglich?

Anhand des Streubildes ist gut zu erkennen, dass Streubreiten bis zu 14m möglich sind. Daraus kann man auf eine Arbeitsbreite von 8m schließen. Die Arbeitsbreite gilt nur als Richtlinie, da sie stark von der gleichmäßigen Beladung und einigen weiteren Faktoren wie zum Beispiel Fahrgeschwindigkeit oder Zapfwellendrehzahl abhängt. Gefahren wurde mit einer Geschwindigkeit von 10km/h und einer Zapfwellengeschwindigkeit von 540U/min. Die Verteilgenauigkeit hängt wiederum von der gleichmäßigen Beladung und von der Art und Qualität des Streuers ab. Wichtig ist auch bei der Beladung der Asche, diese genau zu verteilen, damit auf der gesamten Arbeitsbreite auch die richtige Menge an Asche liegt.

- Welche Verteilgenauigkeit kann beim Ausstreuen von Stallmist mit Holzasche erreicht werden?

Der Mist-Kompoststreuer der Firma Gruber, Typ *KST 45* konnte eine zufriedene Ausbringungs- und Verteilgenauigkeit aufweisen, die Verteilgenauigkeit ist auch am Diagramm gut zu erkennen. Die Ausbringungsmenge ist variabel. Sie kann mit der Fahrgeschwindigkeit und der Drehzahl indirekt verstellt werden. Die Verstellung an der Maschine erfolgt einfach mit dem schnellen Schalten des Kratzbodens. Dies kann mittels elektronischer Steuerung vom Traktor aus gesteuert werden. Bei Versuch 3 wurden ca. 30t pro Hektar ausgebracht.

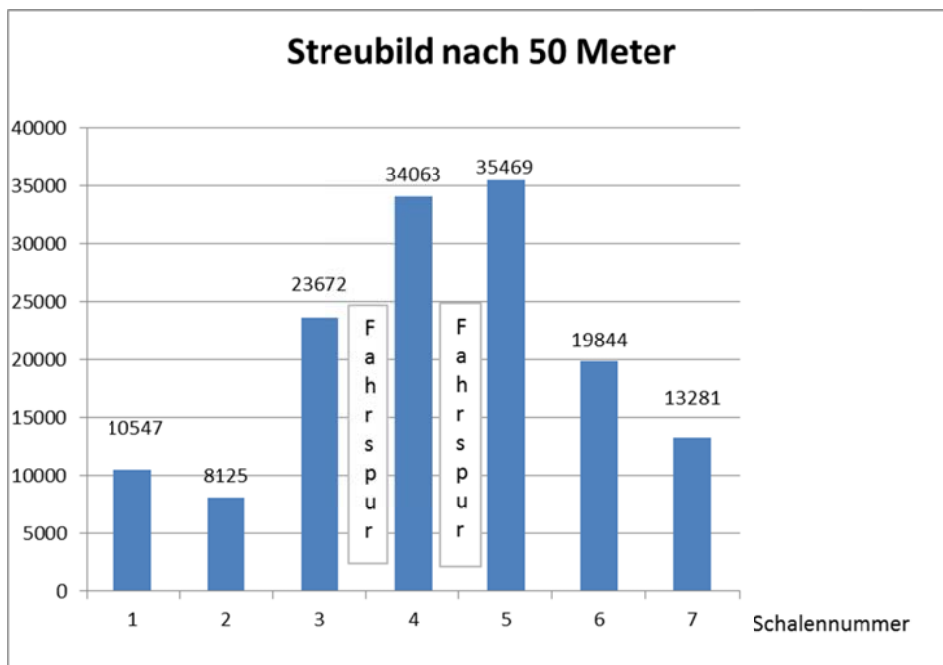


Abbildung 5: Streubild nach 50 Meter bei der Ausbringung von Rottemist + Asche, mit dem Kompoststreuer Gruber KST 45

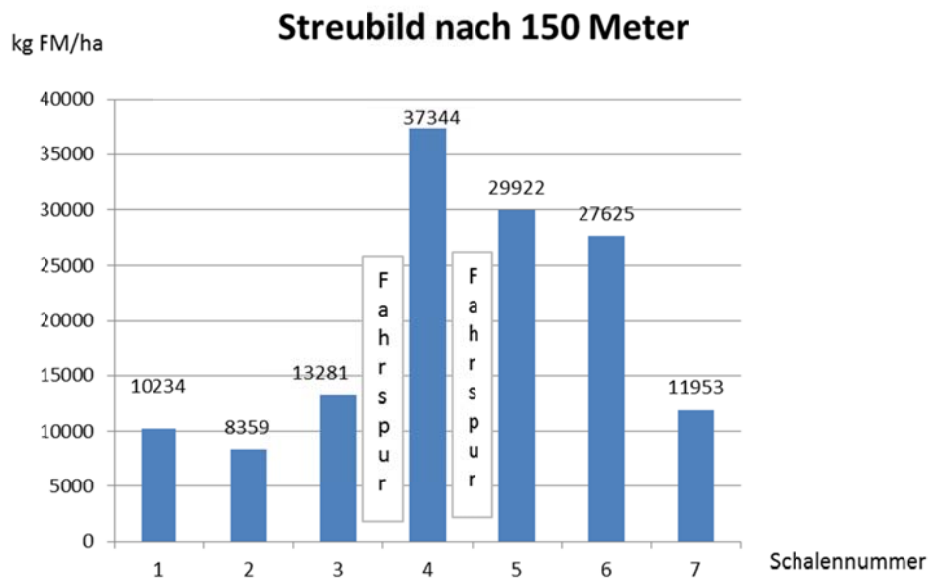


Abbildung 6: Streubild nach 150 Meter bei der Ausbringung von Rottemist + Asche, mit dem Kompoststreuer Gruber KST 45

In Abbildung 5 ist das Streubild nach 50m zu sehen und in Abbildung 6 nach 150m. Im Durchschnitt wurde ein Variationskoeffizient von 57,1%, bei einer Arbeitsbreite von 8m, ermittelt. Die Standardabweichung vom Mittelwert beträgt 354 und der Mittelwert an Streugut pro Schale liegt bei 621g. Die Arbeitsbreite geht von Schale 5 bis zur Schale 10. Der doch sehr hohe VK-Wert von 57,1% weist auf eine ungenügende Verteilgenauigkeit hin (siehe DLG Beurteilungsmaßstab). Um eine Verbesserung der Verteilgenauigkeit und damit auch eine genauere Ascheverteilung zu erreichen, wäre es sinnvoll die Asche vorher auf die Mistmiete gleichmäßig aufzubringen und die Miete mit einem Kompostwender vorher mindestens einmal zu wenden.

- Welche Arbeitsleistungen sind auf ebener Fläche erzielbar?

Wie schon im Abschnitt Material und Methoden erwähnt, konnte dieser Versuch leider nicht vollständig beendet werden, weil es beim Streuer ein technisches Gebrechen gab. Die Ursache konnte leider nicht geklärt werden, jedoch wird vermutet, dass sich ein Stein in der Ausbringungsvorrichtung verkeilte. Im Prinzip besteht durch das Ausbringen des Stallmists mit Holzasche kein Mehraufwand außer, dass bei der Beladung die Asche auf den Streuer gegeben und verteilt werden muss. So erwirkt sich diese Methode als sehr sinnvoll, weil keine weitere Überfahrt nötig ist und auch deswegen, weil keine weiteren Geräte nötig sind um die Asche gleichmäßig am Feld zu verteilen.

Formatiert: Standard, Block

4. Zusammenfassung

Am LFZ Raumberg-Gumpenstein wurden im Herbst 2012 gemeinsam mit der Universität für Bodenkultur, Institut für Forsttechnik, Ausbringversuche mit drei verschiedenen Holzaschen aus zwei verschiedenen Biomassefeuerungsanlagen (Simmering, Stainach und Rostasche aus Nassentaschung) mit einem Kommunalstreuer AXEO 2.1. der Fa. Rauch auf ebenen Flächen durchgeführt. Mit demselben Kommunalstreuer wurden im Herbst, mit der Holzasche aus Stainach auf einer Hangfläche weitere Ausbringversuche durchgeführt. Im Frühjahr 2013 wurde Holzasche aus Stainach mit Stallmist vermischt und mit einem Mist-Kompoststreuer KST 45 der Fa. Gruber ausgebracht. Bei allen Ausbringversuchen wurde die Verteilgenauigkeit mit Auffangschalen gemessen. Das Ziel war es die gesetzlich festgelegte Höchstmenge von 2.000 kg Holzasche pro Hektar nicht zu überschreiten und diese mit höchst möglicher Genauigkeit auszubringen.

Die grundsätzliche Eignung des Kommunalstreuers AXEO 2.1. der Fa. Rauch konnte festgestellt werden. Es waren Streubreiten in Abhängigkeit vom Aggregatzustand der Holzasche bis 16m möglich. Dies ergab eine daraus errechnete (mit Überlappung) Arbeitsbreite von 6,0m. Die Ausbringung aller drei verschiedenen Aschen war gut möglich. Die Eignung der Ausbringung hängt maßgeblich auch von der Rieselfähigkeit und in weiterer Folge vom Wassergehalt der Asche ab. Aus technischer Sicht ist der Rührstummel im Kommunalstreuer maßgeblich mitverantwortlich für den Weitertransport der Asche.

Im steilen Gelände ist die Ausbringung mit dem Kommunalstreuer AXEO 2.1. in Verbindung mit einem Metrac möglich. Hierbei wurden Arbeitsbreiten von 4,40m erreicht. Mit dem Kommunalstreuer wurde ein Variationskoeffizient von 12,4% erreicht, damit ist die Verteilgenauigkeit nach dem DLG Maßstab für Wirtschaftsdünger mit „gut“ einzustufen. Zu beachten ist bei Fahrten in Schichtenlinie, dass sich das Streubild auf die Talseite um 0,3-0,5m verschieben kann. Innerhalb einer Arbeitsstunde wurde eine Flächenleistung von etwa 1,2ha bei einer Ausbringmenge von 1800kg Asche/ha gemessen (inkl. Beladung und Transport).

Das Streuen von Stallmist mit Asche ist durch einen Mist-Kompoststreuer der Firma Gruber, Typ KST 45 im ebenen Gelände gut bis sehr gut möglich., das zeigt der DLG Beurteilungsmaßstab für Wirtschaftsdünger allerdings eine „unbefriedigende“ Verteilgenauigkeit. Streubreiten bis zu 14m sind möglich. daraus ergibt sich eine Arbeitsbreite von 8m. Eine gleichmäßige Längsverteilung wird durch eine möglichst gleichmäßige Beladung des Streuers begünstigt. Wichtig ist dabei die gleichmäßige Einmischung der Holzasche in den Wirtschaftsdünger. Am sinnvollsten ist die Asche mit dem Beladefahrzeug in mehreren Schichten zwischen den Wirtschaftsdünger zu verteilen. Die Materialien bereits länger im Vorhinein miteinander zu vermengen ist nicht sinnvoll, da die Asche

aufgrund des hohen Kalkgehaltes einen sehr hohen pH-Wert aufweist und dadurch eine stärkere Stickstoffausgasung zu befürchten wäre.

~~Sowohl mit~~Mit einem Kommunalstreuer, ~~als auch durch die Beimischung zu Rottemist~~ kann Holzasche in ausreichender Genauigkeit und mit den geforderten Höchstmengen begrenzt (max. 2000kg Asche/ha) auf landwirtschaftliche Nutzflächen in ebenen Gelände und auf Hangflächen mit maximal 60% Hangneigung (Zweiachsmäher befahrbar) ausgebracht werden. In Kombination mit der Wirtschaftsdüngerausbringung ist die Ausbringung von Holzasche zu ungenau.

Eine stärkere Reduktion der erlaubten Höchstmengen ist aus technischer Sicht bedenklich, da nicht nur die Ausbringgenauigkeit deutlich schlechter wird, sondern auch der verfahrenstechnische Aufwand im Verhältnis zur Ausbringmenge zu stark ansteigt.

Um gesicherte Aussagen treffen zu können bzw. um alle technischen Detailfragen beantworten zu können, wären weiterführende Untersuchungen mit anderen Ausbringtechniken, vor allem in Kombination mit Wirtschaftsdüngern wie zum Beispiel mit einem Seitenstreuer oder einem speziellen Kompoststreuwerk, ~~verschiedene~~ (Tellerstreuer) und anderen Holzaschen (Konsistenzen) sinnvoll.

5. Summary

In 2012 an experiment started by the LFZ Raumberg- Gumpenstein and it has finished in 2013. The experimental is about how to apply different ash on agricultural land. The guidelines for ash applyment say that there are only allowed 500kg per hectare and year. This is because of the heavy metal concentration in the ash. Two different spreaders had to be proved. A communal spreader, Rauch *AXEO* type 2.1 and a compost spreader Gruber *KST* 45.

There were conducted three different experiments. In all experiments the proper condition was tested with collection pans. At the first experiment three different ash were tested by the Rauch communal spreader *AXEO* 2.1. The second experiment took place in steep area with a machine which is called Metrac- it is built for extreme conditions like steep areas- and the spreader *AXEO* 2.1. It was also tested how long it takes to fill the spreader, getting to the field and spreading itself. Third experiment was conducted with the compost spreader Gruber *KST* 45. Ash and compost were applied together. The proper condition of ash had to be tested.

6. Anhang

6.1. Bildverzeichnis

| | |
|---|------------------|
| Bild 1: Endenergieverbrauch an Biomasse von 2005 bis 2020 | 4 |
| Bild 2: Grob- oder Rostasche ist in der Struktur sichtbar gröber als Kessel-, Zyklon- oder Feinflugasche | 5 |
| Bild 3: Feinstflugasche, Zyklonflugasche, Grob-, Rostasche im Vergleich | 6 |
| Bild 4: Bearbeitung der Versuchsfläche | 7 |
| Bild 5: Scheibenstreuer; http://www.google.at/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org | 13 |
| Bild 6: Pendelrohrstreuer; http://www.google.at/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fstatic.landwirt.com | 14 |
| Bild 7: Pneumatikstreuer; http://www.google.at/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Frauch.de | 15 |
| Bild 8: Schneckenstreuer; https://www.google.at/search?q=schneckenstreuer | 15 |
| Bild 9: Kommunalstreuer, Fa. Rauch, Axeo 2.1 | 23 |
| Bild 10: Gemahlene Rostasche Heizwerk Stainach | 24 |
| Bild 11: Bettasche aus Simmering | 25 |
| Bild 12: Rostasche aus Nassentaschung | 26 25 |
| Bild 13: Versuchsgerät Rauch AXEO 2.1 | 27 26 |
| Bild 14: Versuchsschalenanordnung | 31 30 |
| Bild 15: Zugfahrzeug Steyr Profi 4115 mit Streuer Gruber KST 45 | 33 32 |

6.2. Tabellenverzeichnis

| | |
|---|-----------------------------|
| Tabelle 1: Mittlere Elementverteilung der leicht- und schwerflüchtigen Schwermetalle auf die einzelnen Aschefractionen (Katzensteiner, 2011)..... | 6 |
| Tabelle 2: Schwermetallgrenzwerte für Holzaschen, für die Güteklasse A und B in mg/kg TS (Katzensteiner, 2011)..... | 8 |
| Tabelle 3: Inhaltsstoffe der Rostasche vom Heizwerk Stainach (Katzensteiner, 2011). 10 | |
| Tabelle 4: Schwermetallgrenzwerte für Holzaschen, für die Güteklasse A und B in mg/kg TS (Katzensteiner, 2011)..... | 20 |
| Tabelle 5: Technisches Datenblatt von Rauch AXEO 2.1..... | 28 ²⁷ |

6.3. Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|-----------------------------|
| Abbildung 1: Schematische Darstellung zur Versuchsführung (Bohrn, 2012) | 29 |
| Abbildung 2: Auswertung Streuversuch für 6 m Arbeitsbreite der Firma Rauch, Wirbelschichtasche (A. Wagner) | 37 ³⁵ |
| Abbildung 3: Auswertung Streuversuch für 6 m Arbeitsbreite der Firma Rauch, Rostasche, gesiebt (A. Wagner) | 38 ³⁶ |
| Abbildung 4: Streubild bei der Holzascheausbringung (Heizwerk Stainach) in Hanglagen (35 %) mit dem Winterdienststreuer der Fa. Rauch | 40 ³⁹ |
| Abbildung 5: Streubild nach 50 m bei der Ausbringung von Rottemist + Asche, mit dem Kompoststreuer Gruber KST 45 | 43 ⁴¹ |
| Abbildung 6: Streubild nach 150 Meter bei der Ausbringung von Rottemist + Asche, mit dem Kompoststreuer Gruber KST 45 | 44 ⁴² |

6.4. Literaturverzeichnis

Baumgartner, A., Amlinger, F., Bäck E., (2006): Richtlinien für die Sachgerechte Düngung. Bundesministerium für Land-, Forst-, Umwelt- und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien.

Bohrn, G., (2012): Versuchsprotokoll der Ausbringversuche am LFZ Raumberg-Gumpenstein vom 19. Oktober 2012 Bericht Streuversuch Gumpenstein

Eichhorn H., Böhrnsen A., Brinkmann W., (1999): Landwirtschaftliches Lehrbuch Horst Eichhorn Landtechnik 7. Auflage

Katzensteiner, K., Holzner, H., Obernberger, I., (2011): Richtlinie für den sachgerechten Einsatz von Pflanzenaschen zur Verwertung auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen. Bundesministerium für Land-, Forst-, Umwelt- und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien.

Kuba, T. (2007): Verwertung von Holzasche als Zuschlagsstoff für Kompost. Diplomarbeit an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck.

Pehab C. (2012): Schwermetallgehalt nach erfolgter Düngung mit Biokompost in Erdäpfel und Erdäpfelkraut.

Pöllinger, A. (2014): schriftliche Mitteilung am 29.01.2014. Diplomarbeitbetreuer

Stadler, M. (2013): persönliche Mitteilung am 23. Oktober 2013. Mitarbeiter Bioheizkraftwerk Stainach

6.5. Protokolle

Bericht zum Versuch „Ausbringungsversuch von Holzasche“ mit einem landwirtschaftlichen Düngerstreuer der Fa. Rauch in Gumpenstein

Gerald Bohrn¹, Gernot Erber¹

Gregor Huber², Christian Kapp², Sonja Keiblinger², Hubert Kutner²

Martin Lackner³, Dominik Pucher³

Franz Brandt⁴

Alfred Wagner⁵

¹ Institut für Forsttechnik, Universität für Bodenkultur
Peter-Jordan Straße 82, 1190 Wien

² Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein
Raumberg 38, 8952 Irdning

³ HLFS Raumberg-Gumpenstein
Raumberg 38, 8952 Irdning

⁴ MM Forsttechnik GmbH
Mayr-Melnhof-Strasse 9, 8130 Frohnleiten

⁵ RAUCH Landmaschinenfabrik GmbH
Victoria-Boulevard E 200, 77836 Rheinmünster - Söllingen

Inhaltsangabe

- a) **Grundlage**
- b) **Fragestellung**
- c) **Kurzbeschreibung**
- d) **Standortwahl**
- e) **Flächenanforderung**
- f) **Versuchsaufbau**
- g) **Aschebedarf**
- h) **Versuchsdurchführung**
- i) **Fazit**

Beilage: Richtlinie für den sachgerechten Einsatz von Planzenaschen in der Land- und Forstwirtschaft

Herausgegeben vom Lebensministerium, erstellt vom Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz

a) Grundlage

„Die energetische Nutzung von Biomasse hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Besonders in waldreichen Gebieten wie Österreich leistet dieser Bereich einen wesentlichen Beitrag für eine nachhaltige regionale Energieversorgung.

Während früher die Asche oft als „lästiges Abfallprodukt“ angesehen wurde, konnte bereits in den späten 1990er Jahren vom Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit der besondere Wert dieses Sekundärrohstoffes erkannt werden. Eine Rückführung der Mineralstoffe an den Ort, wo er entzogen wird entspricht dem ökologischen Prinzip der geschlossenen Stoffkreisläufe und hilft, die knapper werdenden natürlichen Mineralstoffressourcen zu schonen.“ (DI Nikolaus Berlakovich)

Mit diesem „Ausbringungsversuch von Holzasche“ soll die Grundlage für eine praktikable und kostengünstige Anwendung für den Sekundärrohstoff Asche aus Biomasse- heizkraftwerken geschaffen werden. Die Richtlinie des Fachrates sorgt dabei für Rahmenbedingungen, die eine ökologisch sinnvolle und für die Umwelt unbedenkliche Anwendung von Pflanzenaschen in der Land- und Forstwirtschaft sicherstellen.

b) Fragestellung

- Ist es möglich Holzasche mit Hilfe eines handelsüblichen Düngerstreuern auszubringen?
- Wie weit kann die Holzasche mit einem Düngerstreuer ausgebracht werden?
- Kann das Streubild eine gleichmäßige Flächenverteilung gewährleisten?

c) Kurzbeschreibung

Ziel des Versuches ist es, die technische Machbarkeit von Holzascheausbringung mittels Düngestreuer zu überprüfen und zu dokumentieren. Die grundlegende Eignung soll durch den Versuch auf einer Freifläche (Feld) geschaffen werden. Die Ausbringung wird durch die Sammlung der Asche mit aufgestellten Schalen überprüft. Diese Schalen

werden im rechten Winkel zur Fahrtrichtung auf der Probesträche aufgestellt und im Anschluss an den Dngvorgang gewogen. Somit kann eine Aussage über die Dngverteilung sowie die maximale Wurfweite gemacht werden (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**Abbildung 4).

d) Standortwahl

Die Voraussetzungen für die Genehmigung des Versuches im Wald ist die "Dngewrdigkeit" des Standortes. Somit werden für den Versuch seichtgrndige oder schlechtwchsige Waldbestände benötigt, um diese Kriterien zu erfüllen. Da der Versuch mit dem Dngestreuer aber auf einer landwirtschaftlichen Fläche ausgeführt wurde, sind die Richtwerte der ÖNORM L 1075 einzuhalten. Die Fläche wurde vom Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein zu Verfügung gestellt.

e) Flächenanforderungen

Aus der Literatur geht hervor, dass mit pelletierter Asche (optimale Flugform) Streubreiten bis zu 32 m bei einem Variationskoeffizienten von < 15 % möglich sind (Quelle: Land- und forstwirtschaftliche Nutzung von Biomasseaschen, Pro Cinis II – Enbericht). Bei der selbst ausgehärteten bzw. gemahlenen Asche wird von einer maximalen Streubreite von 25 m. Daraus ergeben sich für das Experiment folgende Groen für die benötigten Flächen:

Freifläche, Feld: Länge eines Abschnittes = 50 m, Breite = 25 m [$\sim 0,125$ ha], bei 3 Wiederholungen für die unterschiedlichen Aschearten = 0,375 ha

f) Versuchsaufbau

Da in dem Versuch die Streufähigkeit von 3 Aschen überprüft werden soll, sind in Summe wären das ca. 0,375 ha. Die Freifläche bzw. das Feld sollte keinen Bewuchs haben bzw. abgeerntet worden sein, um die Ausbringung so wenig wie möglich zu beeinflussen. Um einen möglichen Einfluss der Geländeneigung ausschließen zu können, wäre eine Ebene bis gering geneigte Fläche (max. 5%) erforderlich.

g) Aschebedarf

Laut der "Richtlinie für den sachgerechten Einsatz von Pflanzenaschen zur Verwertung auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen" dürfen generell maximal 1.000 kg je ha Ackerland und 500 kg je ha Grnland pro Jahr ausgebracht werden. Pro 50 m Abschnitt ergeben sich mit einer Streubreite von ~ 25 m eine Fläche von 0,125 ha. Bei einer maximalen Fracht von 1t/ha werden somit pro Abschnitt 125 kg Asche und in Summe 375 kg Asche benötigt.

Zum Einsatz kamen für den Versuch 3 unterschiedliche Aschetypen:

- Asche 1= Gemahlene Rostasche aus dem Heizwerk Steinach (trockenes, gleichkörniges Material)
- Asche 2 = Bettasche aus der Wirbelschichtanlage Simmering (feucht, das Material im freien gelagert wurde, daher sehr schwer, sehr hoher Silikatsandanteil)
- Asche 3 = Rostasche aus einer Anlage mit Nassentaschung (leicht feuchtes Material, ungleichkörniges Material)

h) Versuchsdurchführung

Die Beladung des Streuers erfolgte im Forschungszentrum mit Hilfe einer Hocheinfahrt und die Ladung wurde mit einer Brückenwaage gewogen. Im Feld könnte eine Beladung mit Hilfe eines BigBags und einem Lader erfolgen. Das Trägerfahrzeug (Traktor) mit Streuer fuhr im Anschluss mehrmals über die vorher festgelegten Abschnitte, die Schalen wurden dadurch befüllt. Es erfolgten 3 Wiederholungen mit den unterschiedlichen Aschetypen und:

Asche 1 = 5 Überfahrten (Anpassung der Drehzahl auf 700 U/min)

Asche 2 = 3 Überfahrten

Asche 3 = 3 Überfahrten

Im Anschluss wurden die Schalen eingesammelt und verwogen, die Streubilder mit Hilfe von Fotos dokumentiert. Schon während der Versuche konnte mit freiem Auge erkannt werden, dass die Asche 2 sich sehr gut streuen ließ und die Asche 3 schlecht bis gar nicht. Die Asche 1 machte nach Anpassung der Drehzahl einen mittelmäßigen Eindruck. Der Grund für diese Unterschiede war die unterschiedliche „Rieselfähigkeit“ des Materials. Während die Asche 2 mit der Unterstützung des Rührwerks kontinuierlich nachrieselte, kam es bei den Aschen 1 und 3 zur „Verklebung“. Das Material haftete an den Streuerinnenwänden an und baute dann eine innere Stabilität auf, die das Nachrieseln auf den Streuteller verhinderte. Bei der Asche 1 konnte dieses Verhalten durch die Steigerung der Drehzahl und den damit entstehenden Vibrationen geändert werden und die Asche lief nach einer Anpassung durch den Streuer. Bei der Asche 3 funktionierte diese Variante nicht. Zur Entleerung musste der Streuer mit Hilfe der Hydraulikaufhängung während dem Streuvorgang bewegt werden um die Asche zum Nachrieseln zu veranlassen. Der Versuch fand bei trockenem, windstillem Wetter statt.

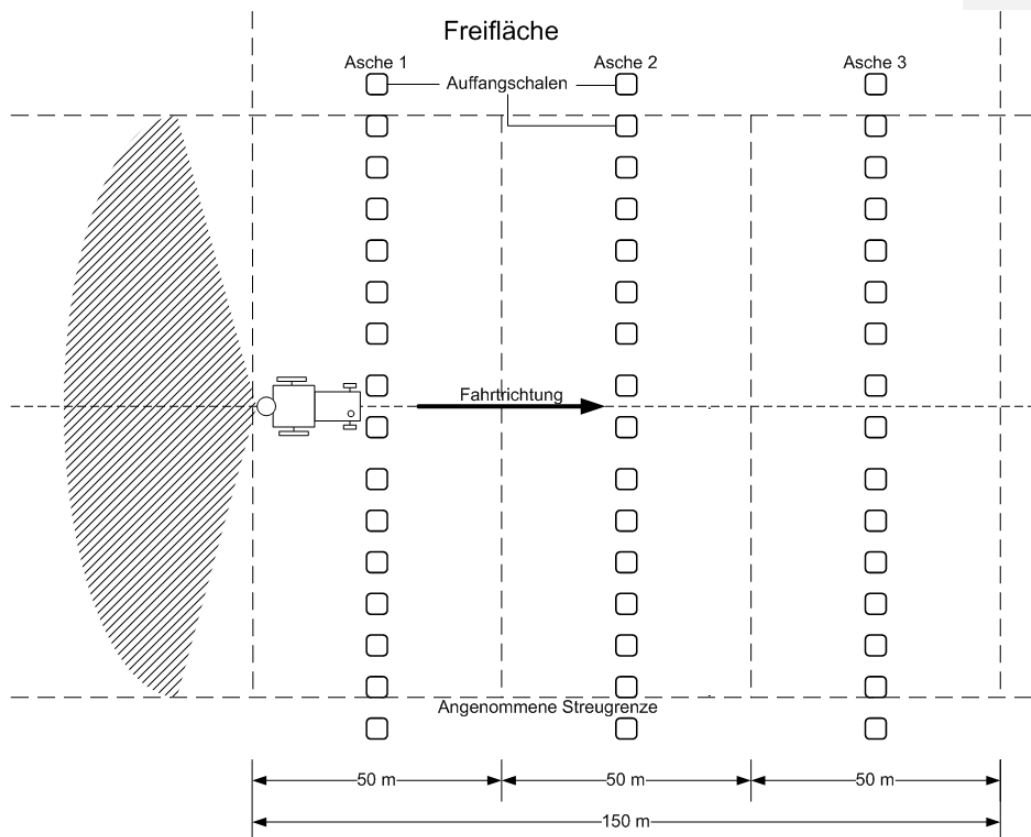


Abbildung 24 Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus

i) Fazit

Die grundsätzliche Eignung des Streuers Axexo der Firma Rauch konnte festgestellt werden. Ausschlaggebend für die Streubreiten und die Gleichmäßigkeit der Verteilung sind das zu Verfügung stehende Holzaschen-Material und dessen Rieselfähigkeit. Diese kann durch sachgerechte (trockene) Lagerung gewährleistet werden. Mit den Aschen, die bei dem Versuch eingesetzt worden sind, waren Streuweiten bis 8 m möglich. Die Ergebnisse der einzelnen Aschearten sind den Streudiagrammen zu entnehmen.

Bericht zum Versuch „Ausbringungsversuch von Holzasche“ mit einem kommunalen Winterdienststreuer AXEO 2.1 der Fa. Rauch im steilen Gelände am 23.11.2012

Alfred Pöllinger, Hubert Kuntner, Dominik Pucher, Martin Lackner,

Fragestellung:

1. Ist es möglich Holzasche mit Hilfe eines handelsüblichen Winterdienststreuers im steilen Gelände auszubringen?
2. Welche Arbeitsbreiten sind mit dem Winterdienststreuer im steilen Gelände erzielbar?
3. Kann Winterdienststreuer auch im steilen Gelände eine gleichmäßige Flächenverteilung gewährleisten?
4. Welche Arbeitsleistung ist im steilen Gelände erzielbar?

Versuch 2: Ausbringung in Hanglagen:

Standortwahl:

Da der Versuch auf einer landwirtschaftlichen Fläche im steilen Gelände am Erselberg ausgeführt wurde, mussten die Richtwerte der ÖNORM L 1075 (Grundlagen für die Bewertung der Gehalte ausgewählter Elemente in Böden) eingehalten werden. Die Fläche wurde von Herrn Kuntner Hubert zur Verfügung gestellt. (Landwirt)

Der Versuch 2 „Ausbringung in Hanglagen“ wurde auf einer landwirtschaftlichen Fläche im steilen Gelände am Erselberg, Gemeindegebiet Donnersbach ausgeführt. Es handelte sich um eine landwirtschaftliche genutzte Grünlandfläche am Betrieb Kuntner Hubert.

Flächenanforderungen:

Um die Arbeitsweise des Streuers unter schweren Bedingungen zu testen, musste die Fläche eine bestimmte Neigung aufweisen, so dass die Bewirtschaftung nur mit einem Mähtrac möglich ist.

Versuchsdurchführung:

Die Beladung des Streuers (*Rauch- AXEO*) erfolgte in Hofnähe von Herrn Kuntner. Der Streuer wurde mit einer Menge von 200 kg mit einem Frontlader befüllt. Das Streufahrzeug war ein Mähtrac der Firma *Reform 2004 GS* mit einer Nennleistung von 28,6 kW und einem Eigengewicht von 1230 kg. Zum Messen der Streubreite wurden 14 Schalen im rechten Winkel zur Fahrtrichtung aufgelegt (40x40cm), wobei nur 12 messbar waren. Für den Spurbereich wurden jeweils 100 cm frei gelassen. Anschließend wurden mit dem Mähtrac drei Überfahrten gemacht.

Im Anschluss wurden die Schalen eingesammelt und verwogen, die Streubilder mit Hilfe von Fotos und einer Tabelle dokumentiert.

Gefahren wurde mit der Zapfwellenstufe 540, bei Halbgas und 4-5km/h. (keine exakten Angaben möglich, aufgrund fehlender Anzeigen)

Das Streubild:

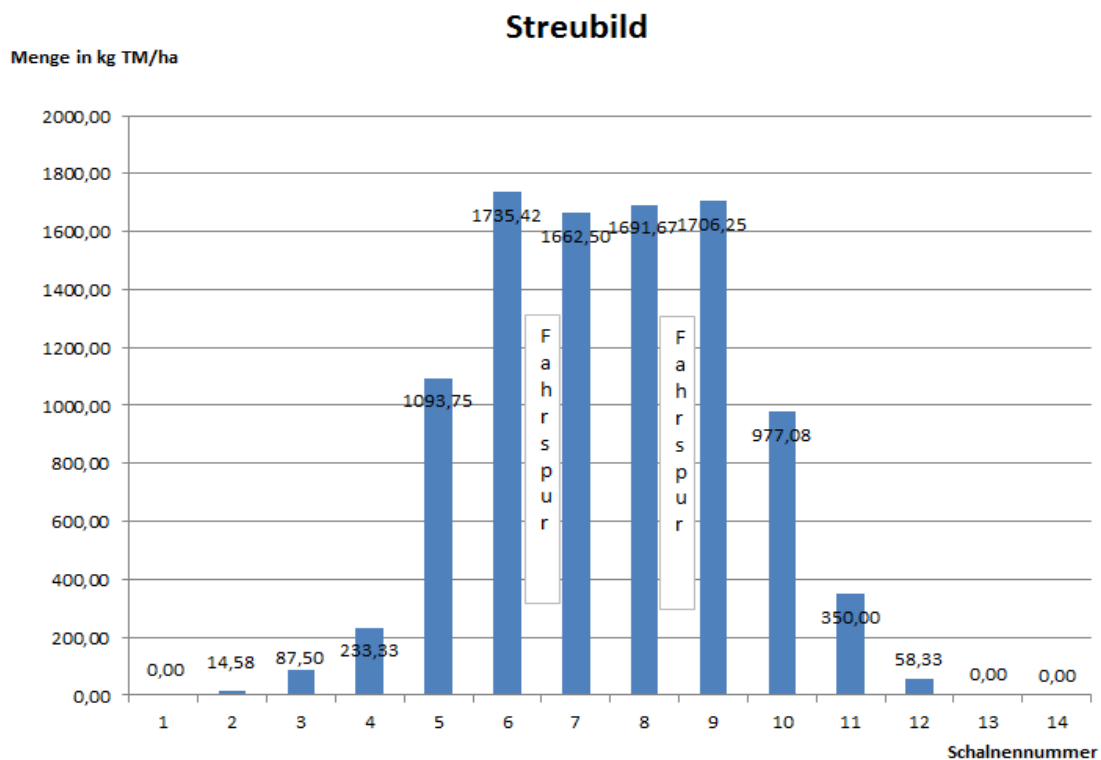


Abb. 1: Streubild bei der Holzaschenausbringung (Heizwerk Stainach) in Hanglagen (35 %) mit dem Winterdienststreuer AXEO 2.1 der Fa. Rauch

Grundeinstellungen der Geräte für konstante Streugenauigkeit:

- Zweiachsmäher Reform 2004 GS
- Fahrgeschwindigkeit: 4-5 km/h
- Einstellung am Streuer: Schieberöffnung – Stellung F (A-M)
- Zapfwellendrehzahl: 540

Fazit:

Das Streuen mit einem handelsüblichen Winterdienststreuer von der Firma Rauch, Typ *AXEO* ist in Verbindung mit einem Mähtrac im steilen und unwegsamen Gelände in der Falllinie gut möglich. Bei Fahrten in Schichtenlinie ist die Ausbringgenauigkeit nicht zufriedenstellend, da das Streugut ungenügend nachgeliefert wird. Außerdem kommt es zu Ausfällen beim Ausbringen.

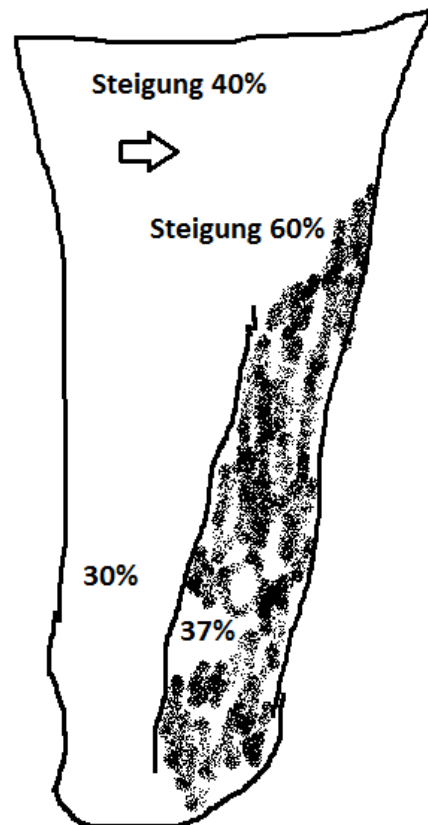
Mit der Asche des Heizwerks Stainach waren gute Streuergebnisse möglich, da die Asche dementsprechende Feinheit, Rieselfähigkeit und einen geringen Feuchtigkeitsgehalt hatte zeigte. Die Streubreite belief sich auf rd.

6m. Die Arbeitsbreite lag bei 4,40m.

Versuch 2; Zeitmessungen:

- Beladen: 3min 45sec (Ladevorgang allein)
- Wegstrecke: 1min 10sec (Beladen- Feld)
- Streuen: 4min 30sec (voller Streuer mit 200kg)

Versuchsfeld für die Zeitmessung:



Bericht zum Versuch „Ausbringungsversuch von Stallmist mit Holzasche durch einen handelsüblichen Mist-Kompoststreuer Gruber KST 45 am 10.03.2013

Dominik Pucher, Bernd Illsinger, Franz Lackner, Martin Lackner

Fragestellung:

5. Ist es möglich Stallmist und Holzasche mit Hilfe eines Mist-Kompoststreuers *Gruber KST 45* unter optimalen Bedingungen auszubringen?
6. Welche Arbeitsbreiten sind mit dem Mist-Kompoststreuer *Gruber KST 45* unter optimalen Bedingungen möglich?
7. Welche Verteilgenauigkeit kann beim Ausstreuen von Stallmist mit Holzasche erreicht werden?
8. Welche Arbeitsleistungen sind auf ebener Fläche erzielbar?

Versuch 3: Ausbringung von Stallmist mit Holzasche auf ebener Fläche:

Standortwahl:

Da der Versuch auf einer landwirtschaftlichen Fläche mit einer Steigung von 0% bis 3% in Altirdning ausgeführt wurde, mussten die Richtwerte der ÖNORM L 1075 (Grundlagen für die Bewertung der Gehalte ausgewählter Elemente in Böden) eingehalten werden. Die Fläche wurde von Frau Roswitha Lackner zur Verfügung gestellt. (Landwirtin)

Der Versuch 3 „Ausbringung von Stallmist mit Holzasche“ wurde auf einer landwirtschaftlichen Fläche in Altirdning, Gemeindegebiet Irdning ausgeführt. Es handelte sich um eine landwirtschaftliche genutzte Grünlandfläche am Betrieb Lackner vulgo „Knoppn“.

Flächenanforderungen:

Um die Arbeitsweise des Streuers unter optimalen Bedingungen zu testen, musste die Fläche bestimmte Kriterien aufweisen. Sie durfte eine Steigung von 4% nicht überschreiten, das Feldstück musste eine zusammenhängende Fläche von genau 2 ha aufweisen, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten.

Versuchsdurchführung:

Die Beladung des Mist-Kompoststreuers (*Gruber KST 45*) erfolgte in Irdning in der Nähe des Betriebes Hannes Stridnig von Herrn Franz Lackner. Der Mist-Kompoststreuer wurde mit einer Menge zwischen 3000 kg und 4000 kg Stallmist mit einem Frontlader beladen. Bei der Beladung des Streuers wurde auf eine gleichmäßige Verteilung des Streugutes geachtet. Dieser Faktor beeinflusst das Streubild sehr maßgeblich. Um eine perfekte Verteilung der Asche zu gewährleisten musste der Streuer schichtweise beladen werden (Mist, Asche, Mist...). Da dies eine enorme Aufwendung und einen hohen Zeitaufwand mit sich bringt, wurde eine einfachere Methode angewendet. Die Asche wurde über den mit Mist beladenen Streuer gleichmäßig verteilt.

Das Zugfahrzeug war ein *Steyr Profi 4115* mit einer Nennleistung von 84kW. Zum Messen der Streubreite, der Streumenge und der Flächenverteilung wurden 7 Schalen (40cm x 40cm) im rechten Winkel zur Fahrtrichtung an zwei Stellen, nach 50m und nach 150m in einem Abstand von 200cm (Mitte Schale zu Mitte Schale) aufgelegt. Im Anschluss wurden die Schalen eingesammelt und gewogen, die Streubilder mit Hilfe von Fotos und einer Tabelle dokumentiert. Der Versuch wurde 4-mal wiederholt, um ein repräsentatives Ergebnis zu erhalten.

Gefahren wurde mit einer Zapfwellendrehzahl von 540 U/min und einer Fahrgeschwindigkeit von 10km/h

Das Streubild:

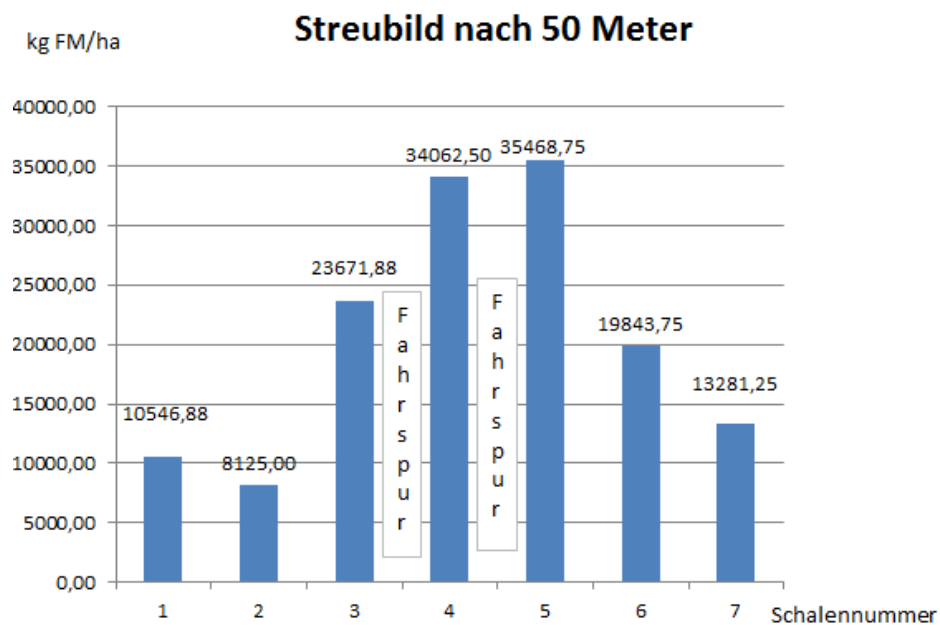


Abb. 1: Streubild bei der Stallmistausbringung mit Holzasche nach 50 m

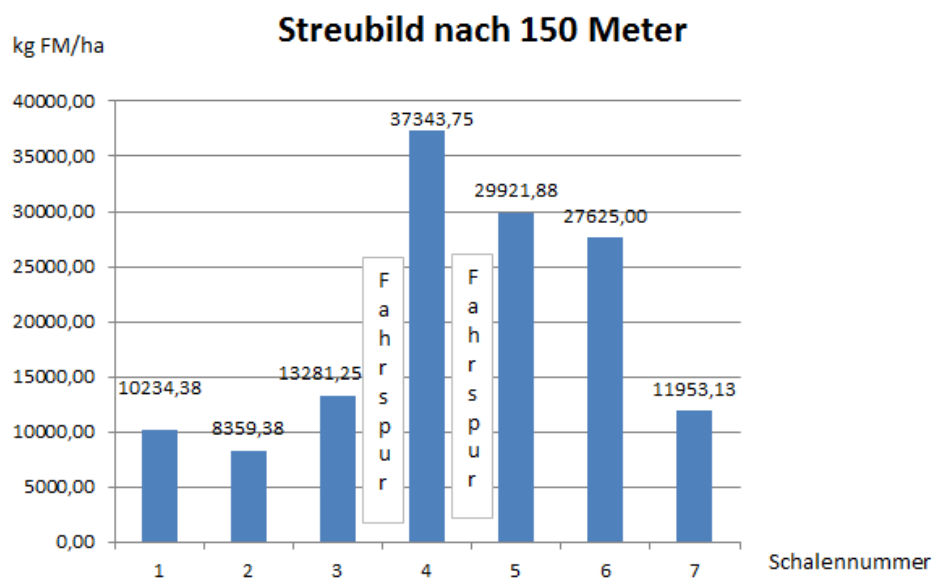


Abb. 2: Streubild bei der Stallmistausbringung mit Holzasche nach 150 m

Grundeinstellungen der Geräte für konstante Streugenauigkeit:

- Fahrgeschwindigkeit: 10 km/h
- Zapfwellendrehzahl: 540

Fazit:

Das Streuen von Stallmist mit Asche ist durch einen Mist-Kompoststreuer der Firma Gruber, *Typ KST 45* in Verbindung mit einem *Steyr Profi 4115* im ebenen Gelände gut bis sehr gut möglich. Die Asche des Heizwerks Stainach ist zum Ausstreuen mit Stallmist sehr gut geeignet.

Anhand des Streubildes ist gut zu erkennen, dass Streubreiten bis zu 14 m möglich sind. Daraus kann man auf eine Arbeitsbreite von 8m schließen. Die Arbeitsbreite gilt nur als Richtlinie, da sie stark von der gleichmäßigen Beladung abhängt.

Verteilgenauigkeit hängt wiederum von der gleichmäßigen Beladung und von der Art und Qualität des Streuers ab.

Versuch 3: Zeitmessungen:

- Beladen mit Mist (mit Wegstrecke): 13min40
- Beladen mit Asche (mit Wegstrecke): 12min50
- Streuen: 2min40