



1. Zwischenbericht 2008

zum Verbundprojekt

„Optimierung der nachhaltigen Biomassebe- reitstellung von repräsentativen Dauergrün- landtypen für die thermische Verwertung“ - (GNUT-Verbrennung)



Dieses Verbundvorhaben wird vom BMELV über die FNR gefördert
und seitens der TLL wird das Projekt koordiniert.
FKZ 2200-5808 (o8NR058)

Projektlaufzeit: 01.06.2008 – 30.04.2011
Berichtszeitraum: 01.06.2008 bis 31.12.2008
Projektleitung und Koordination: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (**TLL**)
Beteiligte:

- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (**TLL**)
- Deutscher Grünlandverband (**DGV**)
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen (**LWK-NS**)
- Sächsische Landesanstalt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (**LFULG**)
- Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (**LfL**)
- Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (**ATB**)
- Büro für Ökologie und Landschaftsplanung (**SALIX**)

Berichtlegung: 30.01.2009

Projektleiter: PD Dr. Hans Hochberg (TLL, AL Tierproduktion)
Bearbeiter: Dr. Katja Gödeke (TLL – Referentin Grünland und Futterbau)

Jena, im Januar 2009

(Peter Ritschel)
Präsident

(PD Dr. Hans Hochberg)
Projektleiter

Inhalt

Kapitel		Seite
1	Intention und Ziele und des Projektes	4
2.	Versuchsdurchführung	5
3.	Erste Ergebnisse und Diskussion	7
3.1	<u>Vegetationskundliche Aufnahmen</u>	7
3.2	<u>Standortergebnisse</u>	7
3.2.1	Thüringen: Goldhaferwiese	7
3.2.2	Niedersachsen: Groß-Seggenried	10
3.2.3	Sachsen: Kohldistelwiese	12
3.2.4	Brandenburg: Rohrglanzgraswiese	14
3.2.5	Bayern: Streuwiese	16
3.2.6	Gesamtbetrachtung	18
3.3	<u>Verfahrensbewertung – Stand der Arbeiten</u>	20
4.	Literaturverzeichnis	20
5.	GNUT-Veröffentlichungen	21

„OPTIMIERUNG DER NACHHALTIGEN BIOMASSEBEREITSTELLUNG VON REPRÄSENTATIVEN DAUERGRÜNLANDTYPEN FÜR DIE THERMISCHE VERWERTUNG“ - „GNUT-VERBRENNUNG“

1. Intention und Ziele des Projektes

Das Dauergrünland hat einen nennenswerten Anteil an den landwirtschaftlichen Biomassepotenzialen (PROCHNOW ET AL. 2007, RÖSCH ET AL. 2007, THRÄN ET AL. 2005). Forschungsarbeiten konzentrieren sich gegenwärtig jedoch auf den Energiepflanzenanbau, während zum Dauergrünland im Vergleich dazu bisher wenige und weitgehend isolierte Forschungsarbeiten stattfinden.

Versuchsreihen liegen vor zum Einfluss von Grasarten, Schnittzeitpunkten und Silierzusätzen auf die Biogasausbeuten (KAISER UND GRONAUER 2007, MÄHNERT ET AL. 2005, PROCHNOW ET AL. 2005) sowie von Grünlandtypen und Schnittzeitpunkten auf die Brennstoffeigenschaften (RÖSCH ET AL. 2007, LASER ET AL. 2006). Auch wenn diese Untersuchungen z.T. sehr umfangreich sind, lassen sie sich nicht untereinander vergleichen und auf andere Standorte übertragen. Die Versuche fanden meist nur an Grünlandstandorten jeweils eines Bundeslandes statt. Zudem erfolgten die Feld- und Laborversuche nach unterschiedlichen Methoden. Eine umfassende Übersicht über den Stand der Forschung zur Biogasgewinnung findet sich in PROCHNOW ET AL. 2007.

Eine systematische und koordinierte Bearbeitung der Thematik mit bundesweiter Einbeziehung der typischen Dauergrünlandregionen und unter Verwendung einheitlicher Methoden ist bisher nicht erfolgt. Es fehlen fundierte nationale und bis auf Ausnahmen regionale Hochrechnungen zum Anteil der energetisch verwertbaren Grünlandaufwüchse sowie parallele Untersuchungen der Biomasseerträge und –qualitäten von repräsentativen Grünlandstandorten bei unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität und unterschiedlichen energetischen Verwertungsrichtungen und darauf aufbauend, umfassende Bewertungen zur Ökonomie und zu den Umweltwirkungen.

Das Vorhaben „GNUT-Verbrennung“ soll dringend notwendige Kenntnisse bereitstellen, um energetische Potenziale des Grünlandes zu erschließen. Es sind Strategien zu erarbeiten, wie und in welchen Mengen der Aufwuchs von extensiven Grünlandflächen mit oder ohne Bewirtschaftungsauflagen (Naturschutzgrünland) in geeigneter Form energetisch genutzt werden kann. Grünlandflächen gewinnen aufgrund der immer stärker werdenden Flächenkonkurrenz des Nahrungsmittel-, Futter- und Energiepflanzenanbaus zunehmend an Bedeutung. Die Bewirtschaftungs- und Verwertungsstrategien müssen ökologischen und ökonomischen Anforderungen gerecht werden und sind anhand entsprechender Kriterien zu bewerten.

Arbeitsziele sind im Einzelnen:

- Untersuchung von ausgewählten Grünlandstandorten, die alle typischen Grünlandregionen Deutschlands abbilden und unterschiedliche, natürliche Bedingungen und Bewirtschaftungsintensitäten repräsentieren,
- systematische Ermittlung von Biomasseerträgen und –qualität hinsichtlich der Brennstoffeigenschaften,
- umfassende ökonomische Bewertung der gesamten Kette der Biomassebereitstellung und –verwertung,
- Bewertung der Umweltwirkungen der Bereitstellungs- und Verwertungsstrategien (Öko-, Energie-, Treibhausgasbilanzierung),
- Ermittlung der energetischen Potenziale der untersuchten Grünlandtypen und Hochrechnung der nationalen Grünlandverfügbarkeit gemäß der thermischen Verwertungsrichtung unter Mitarbeit der jeweiligen Landeseinrichtungen,
- Ableitung praktischer Handlungsempfehlungen für die Grünlandregionen.

2. Versuchsdurchführung

Es wurden fünf Grünlandtypen in fünf Bundesländern ausgewählt, als Widerspiegelung typischer regionaler Gegebenheiten, an denen jeweils vier Varianten auf Praxisflächen als ein-faktorieller Versuch (Schnittregime bzw. Düngung) in vierfacher Wiederholung, in einer voll-ständig randomisierten Blockanlage angelegt wurden.

Die Standorte wurden wie folgt definiert:

Niedersachsen:	Feuchtwiese (Seggen-/Binsengesellschaft, Wiesenbrü- tergebiet)
Sachsen:	Nasswiese (Kohldistel)
Thüringen:	Goldhaferwiese
Bayern:	Streuwiese
Brandenburg:	Rohrglanzgraswiese Niedermoor

Nachfolgend sind die standortabhängig festgelegten Varianten aufgeführt.

Niedersachsen: Feuchtwiese (Wiesenbrütergebiet)

- 2 Schnitte (Anfang Juli, Mitte September)
- 1 Schnitt (Ende Juli/Anfang August)
- 1 Schnitt (Mitte/Ende September)
- Schnitt alle 2 Jahre (Ende September 2010)

Brandenburg: Rohrglanzgraswiese Niedermoor

- 2 Schnitte (Mitte Juni, Mitte September), ohne Düngung
- 2 Schnitte (Mitte Juni, Mitte September), K-Düngung
(140 kg K/ha im Frühjahr)
- 1 Schnitt (Mitte September)
- Schnitt alle 2 Jahre (Mitte September)

Sachsen: ehemalige Kohldistelwiese (Mädesüß-Hochstaudenflur)

- 2 Schnitte (Ende Juni, Mitte/Ende September),
- 2 Schnitte (Ende Juli, Mitte/Ende Oktober)
- 1 Schnitt (Mitte August)
- Schnitt alle 2 Jahre (Mitte August)

Thüringen: Goldhaferwiese

- 2 Schnitte (Ende Juni, Mitte September), NPK-Düngung
(60 kg N/ha (KAS), 20 kg P/ha (Triplesuperphosphat), 150 kg K/ha
(60er Kali) im Frühjahr)
- 2 Schnitte (Ende Juni, Mitte September), PK-Düngung
(20 kg P/ha (Triplesuperphosphat), 110 kg K/ha (60er Kali) im Früh-
jahr)
- 2 Schnitte (Ende Juni, Mitte September), ohne Düngung
- Schnitt alle 2 Jahre (Mitte September)

Bayern: Streuwiese

- 1 Schnitt (Mitte August)
- 1 Schnitt (Mitte September)
- 2 Schnitte (Juli und September)
- Schnitt alle 2 Jahre (September)

Sie unterscheiden sich standortabhängig durch Ihre Schnitthäufigkeit (max. 2 Schnitte/Jahr), ihren Schnittzeitpunkt und der Düngung. In der jeweils 4. Variante wurde im Jahr 2008 an allen Standorten ein Räumungsschnitt vorgenommen, so dass die Bewertung eines zweijäh-rigen Aufwuchses im September 2010 korrekt erfolgen kann.

Bodenproben zu Versuchsbeginn geben einen Eindruck der Dauergrünlandflächen (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Bodenuntersuchungsergebnisse zu Versuchsbeginn an den verschiedenen Standorten

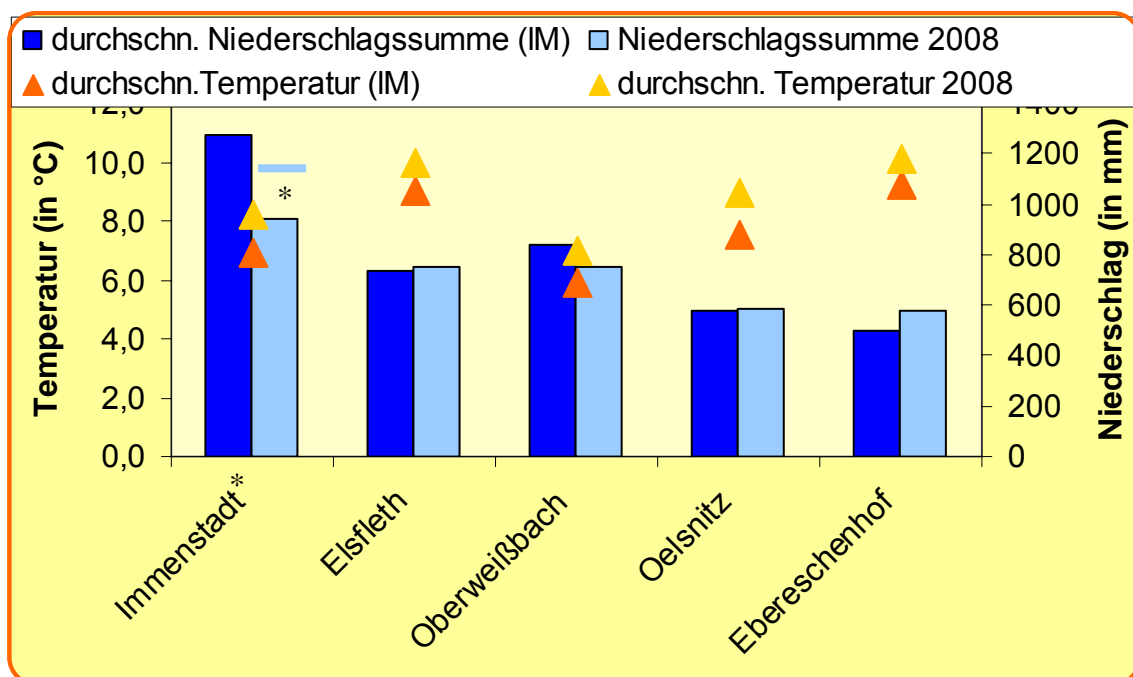
Standort*	pH-Wert (pH-Klasse)	P mg/100 g Boden -in 0-10 cm Bodentiefe (Gehaltsklasse)	K	Mg
Ebereschenhof (BB)	7,0 (E)	11,6 (E)	12,9 (C)	21,4 (E)
Elsfleth (NI)	4,8 (B)	6 (C)	4 (A)	10 (C)
Oberweißbach (TH)	5,8 (B)	3,8 (B)	8,6 (B)	- (E)**

*Von den Standorten in BY und SN lagen zur Berichtslegung noch keine Untersuchungsergebnisse vor.

** nicht untersucht, da auch ohne Düngung langjährig Gehaltsklasse E

Hierbei wird deutlich, dass die Rohrglanzgraswiese in Brandenburg eine sehr gute Nährstoffversorgung hinsichtlich Phosphor und Magnesium aufweist, gleiches gilt für die Magnesiumversorgung der Goldhaferwiese in Thüringen. In Niedersachsen besteht Kaliummangel. Die Böden unter der Feucht- (NI) und Goldhaferwiese (TH) sind deutlich saurer als unter der Rohrglanzgraswiese (BB).

Auch in den klimatischen Verhältnissen unterscheiden sich die Standorte, wie in der Abbildung 1 dargestellt.



* für Immenstadt fehlt der Niederschlagswert im April 2008, daher fällt der Unterschied so deutlich aus und ist der Linienwert anzunehmen!

Abbildung 1: Klimaverhältnisse der einzelnen Versuchsstandorte, Temperaturmittel und Niederschlagssummen als langjähriges Mittel (IM) und im Versuchsjahr 2008

Deutlich kann die recht gleichmäßige Abweichung der Versuchsjahreswerte 2008 vom langjähriges Mittel erkannt werden. An allen Standorten war es im Versuchszeitraum deutlich

wärmer aber nicht deutlich trockener, die Säulenhöhe für Immenstadt 2008 relativiert sich durch den fehlenden Aprilwert. Die Verteilung der Niederschläge hat sich jedoch meist auf Sommer und Spät-Herbst konzentriert, so dass die Flächen im Frühjahr/Frühsummer mit erheblicher Trockenheit zu kämpfen hatten (s. Abbildung 2).

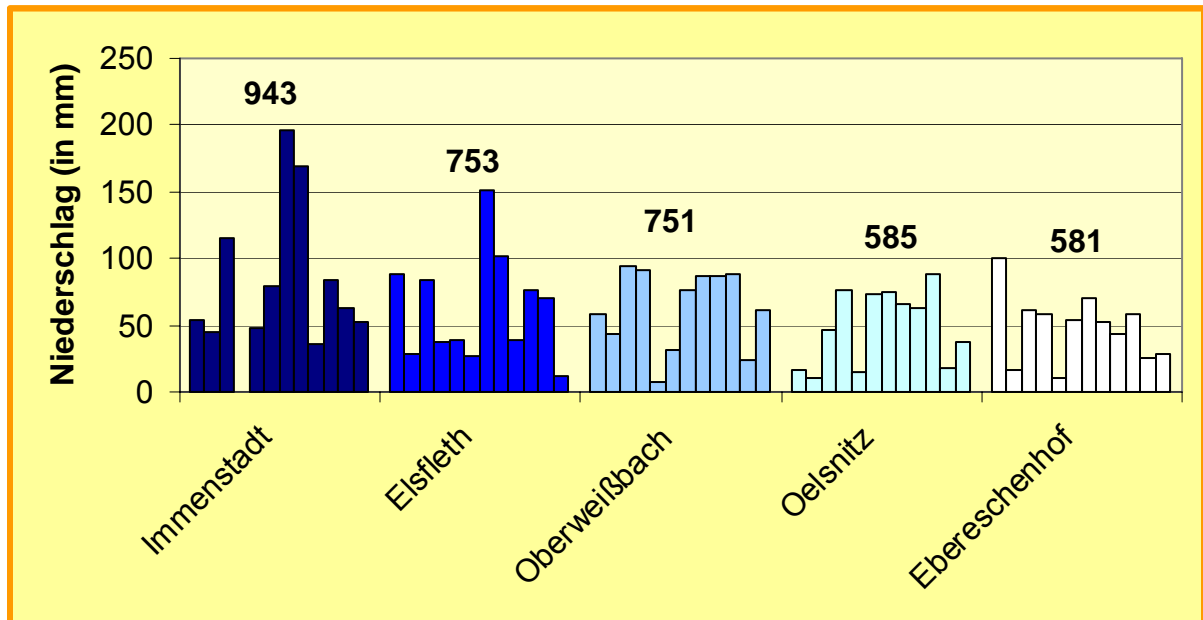


Abbildung 2: Niederschlagsverteilung (in mm) und Jahressumme der Niederschläge an den einzelnen Versuchsstandorten im Versuchsjahr 2008 (Der Wert für April 2008 in Immenstadt fehlt in der Statistik.)

Die Probenahme und die Trockensubstanzbestimmung erfolgten an den Standorten selbst. Die bei 60 °C auf Lagerfähigkeit getrockneten Grünlandproben wurden von allen Standorten und Varianten nach Jena (TLL) zur Analyse geschickt. Die Analysen umfassen folgendes Spektrum:

- Trockensubstanzgehalt
- C, H, N
- P, K, Mg, Ca, S, Na, Si, Al, Fe, Cl, (RFA-Analyse)
- Rohasche, Rohfaser, Rohprotein, Rohfett
- ADF_{org}, ADL
- ELOS
- As
- Hg
- Cr_{ges}
- Cd, Pb, Tl
- Heizwert (Bombenkalorimeter)
- Quarzanteil (Sandgehalt, säureunlösliche Bestandteile der Asche!)

Aufgrund der umfangreichen Analysearbeiten können zu diesem Zeitpunkt noch keine Laborergebnisse dargestellt werden.

Versuchsbegleitend wurde plangemäß auf allen Standorten eine vegetationskundliche Aufnahme durchgeführt.

Ökonomische Erhebungen werden auf allen Standorten durchgeführt, können aber zu diesem Zeitpunkt, ohne Vorliegen der Labor- und damit der Ergebnisse für die Brennstoffeignung, nicht verrechnet werden.

So kann für diese Projektteile, wie auch für Hochrechnungen des Grünlandpotenzials zur energetischen Verwertung, zunächst nur eine darstellende Beschreibung des Arbeitsstandes erfolgen.

3. Erste Ergebnisse und Diskussion

3.1 Vegetationskundliche Aufnahmen

Die vegetationskundliche Aufnahme hat eine erste Definition der Flächen anhand der tatsächlich vorkommenden Arten ergeben. Demnach handelt es sich wie angestrebt bei den Versuchsflächen um folgende Typen:

NS-Elsfleth:	Seggenried (artenarm)	Kürzel:	SR
BB-Ebereschenhof:	Rohrglanzgraswiese (Dominanzbestand)		RG
SN-Oelsnitz:	Kohldistelwiese (mit Mädesüß überprägt)		KD
TH-Oberweißbach:	Goldhaferwiese (typische Ausprägung)		GH
BY-Immenstadt:	Streuwiese (sehr artenreich)		SW

Die nachfolgenden Ergebnisdarstellungen beziehen sich auf die Grünlandtypen, so dass in den Grafiken die o.g. Kürzel verwendet werden.

3.2 Standortergebnisse

3.2.1 Thüringen: Goldhaferwiese GH

Der Versuch befindet sich in einer Mittelgebirgslage, 690 m ü. NN, am Nordhang mit mittlerer Neigung. Die Bestände stehen auf saurer Schieferschutt-Braunerde, was sich auch im niedrigen pH-Wert der Bodenuntersuchungen widerspiegelt.

Der erste Schnitt wurde in den Varianten eins bis drei einheitlich am 20.06.08 in einem trockenen Bestand durchgeführt, dabei befanden sich die Gräser als Leitkultur im Entwicklungsstadium 75 (Fruchtentwicklung). In der vierten Variante erfolgte die Ernte in BBCH 89 (Vollreife) am 18.09.08. Die Bestandeshöhen schwankten in den Varianten zum Zeitpunkt der Ernte von 70 bis 110 cm, wobei die Variante eins den höchsten Bestand aufwies (s. Abbildung 3).

Der zweite Aufwuchs der Varianten eins bis drei wurde gleichfalls am 18.09.08 geerntet. Diese Varianten befanden sich im BBCH-Stadium 69 (Ende der Blüte) und wiesen Bestandeshöhen von 10 bis 18 cm auf.

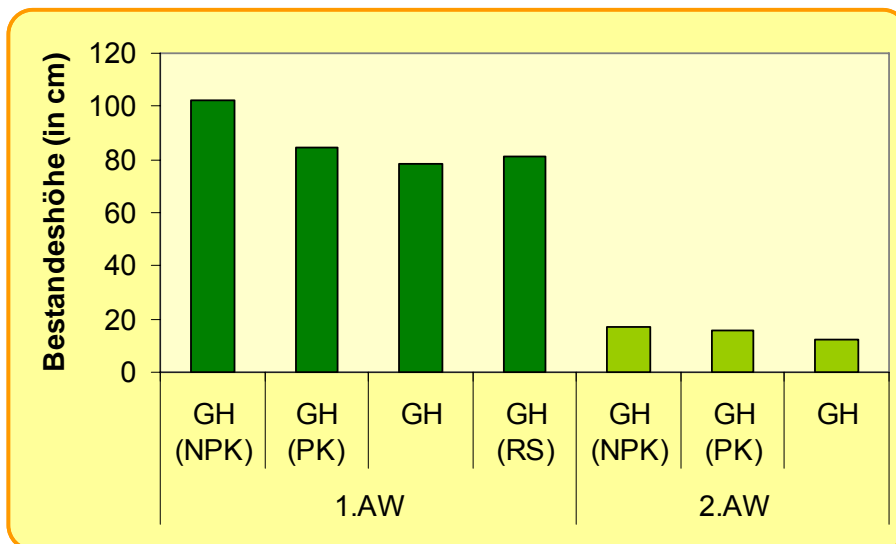


Abbildung 3: Bestandeshöhen (in cm) der Goldhaferwiese zu den verschiedenen Ernteterminen und bei den unterschiedlichen Varianten (wobei NPK, PK = die entsprechende Düngung, RS = Räumungsschnitt)

Deutlich wird hier der positive Düngungseinfluss auf die Bestandesbildung, der sich auch in den Trockenmasseerträgen wiederfindet (s. Abbildung 4). Hierbei lassen sich die Unterschiede zwischen den Trockenmasseerträgen der ersten drei Varianten signifikant im ersten Aufwuchs mit $p \leq 0,05$ absichern. Die Unterschiede im zweiten Aufwuchs sind zwischen der zweiten und dritten Variante mit $p = 0,068$ gerade über der Signifikanzgrenze von $p \leq 0,05$. Die vierte Variante bleibt in der Wertung zunächst unberücksichtigt, da es sich um den Räumungsschnitt handelt und dieser mit den anderen Varianten so nicht vergleichbar ist. Die Darstellung dient lediglich der Erfassung, damit ein Ausgangswert der Fläche vorhanden ist, um nach 2 Jahren die Nutzung korrekt zu bewerten.

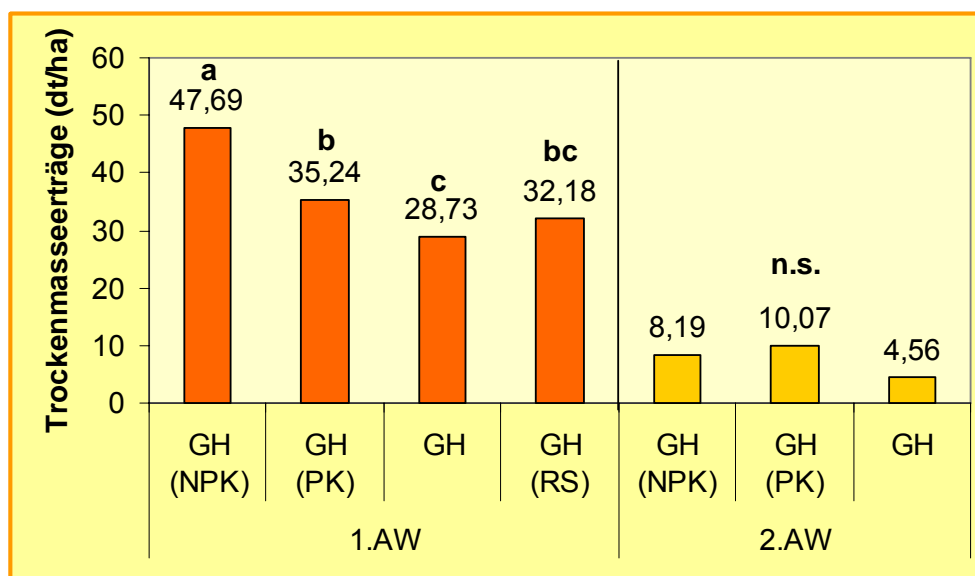


Abbildung 4: Trockenmasseerträge (dt/ha) der Goldhaferwiese in den verschiedenen Varianten (wobei NPK, PK = die entsprechende Düngung, RS = Räumungsschnitt), unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede mit $p \leq 0,05$

Die Jahreserträge zeigen ein entsprechendes Bild, wobei sich hier der Düngungseffekt noch deutlicher gegenüber den nicht gedüngten Varianten erkennen lässt (s. Abbildung 5). Da die 4. Variante nur der Schaffung einer exakten Ausgangssituation für die Erfassung des zwei-jährigen Aufwuchses in 2010 dient, ist es dennoch sehr gut zu wissen, dass diese Variante im Vergleich zur gleichwertigen 3. Variante, die gleiche Ertragshöhe erreicht, also repräsentativ für diesen Standort ist.

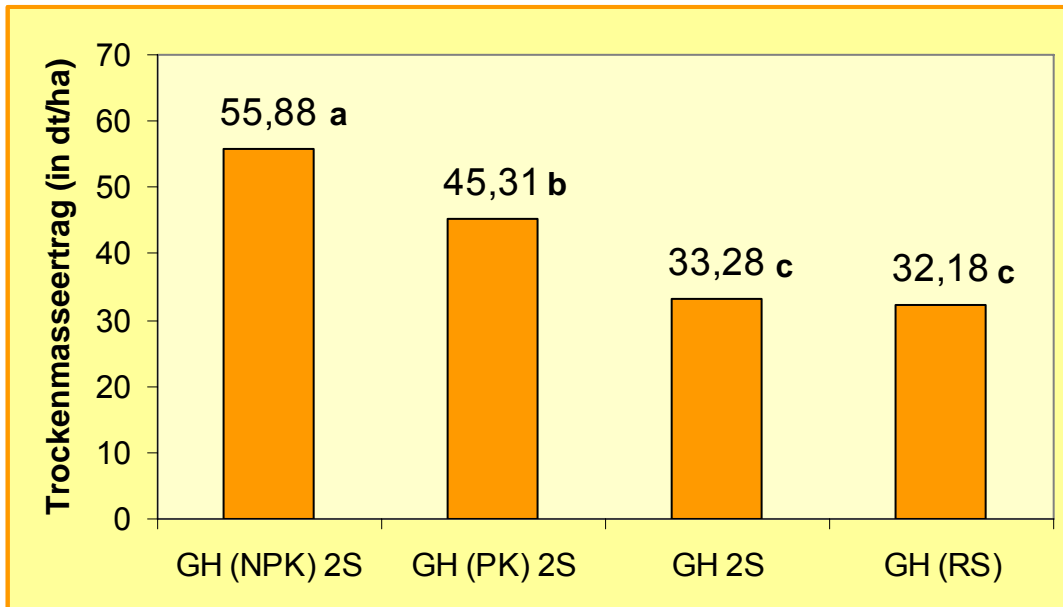


Abbildung 5: Jahres-Trockenmasseerträge (dt/ha) der Goldhaferwiese in den verschiedenen Varianten (wobei NPK, PK = die entsprechende Düngung, RS = Räumungsschnitt, 2S = 2-schnittig), unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede mit $p \leq 0,01$

3.2.2 Niedersachsen: Groß-Seggenried SR

Der Versuch befindet sich auf einem Flussmarschstandort. Geprägt sind diese nährstoffreichen, schweren Böden durch regelmäßige Überschwemmungen des Flusses Hunte, denen mit jeder Überschwemmung Nährstoffe zugeführt werden. Die geringe Höhenlage in Verbindung mit dem hohen Wasserstand erschwert hier ein intensives Bewirtschaften. Diese absoluten Dauergrünlandflächen sind heute eingedeicht zu einem so genannten Polder, der im ungünstigsten Fall schon im Oktober überschwemmt sein kann. Der gesamte Polder wurde unter Naturschutz gestellt. Vorrangig geht es hier um den Wiesenbrutvogelschutz. Bedingt dadurch gibt es die Auflage, nicht vor dem 1. Juli schneiden zu dürfen. Gleichwohl ist eine jährliche Schnittnutzung bzw. Beweidung mit geringer Besatzdichte erforderlich, um die Offenhaltung dieser Landschaft zu gewährleisten. Einen Eindruck von der Versuchsfläche vermittelt Abbildung 6.



Abbildung 6: Versuchsfläche in Niedersachsen, Seggenried in einem Polder bei Elsfleth, Oldenburg

Die Ernte erfolgte bei der 2 Schnitt-Variante Anfang Juli zu BBCH 81 (Beginn der Reife), in der einschnittigen frühen Nutzung Mitte August zu BBCH 91 (Vollreife erreicht), in der einschnittigen späten Nutzung Mitte (19.) September zu BBCH 95 (Absterben, 50 % der Blätter abgefallen), zeitgleich mit dem 2. Ernteschnitt der ersten Variante zu BBCH 51 (Beginn der Blüte bzw. des Ähren-Rispenschiebens). Die Bestandeshöhen zur Ernte sind in Abbildung 7 dargestellt und liegen in den verschiedenen Varianten zwischen 34 und 78 cm. Es zeigt sich eine Abnahme der durchschnittlichen Bestandeshöhe bei späterem Erntetermin.

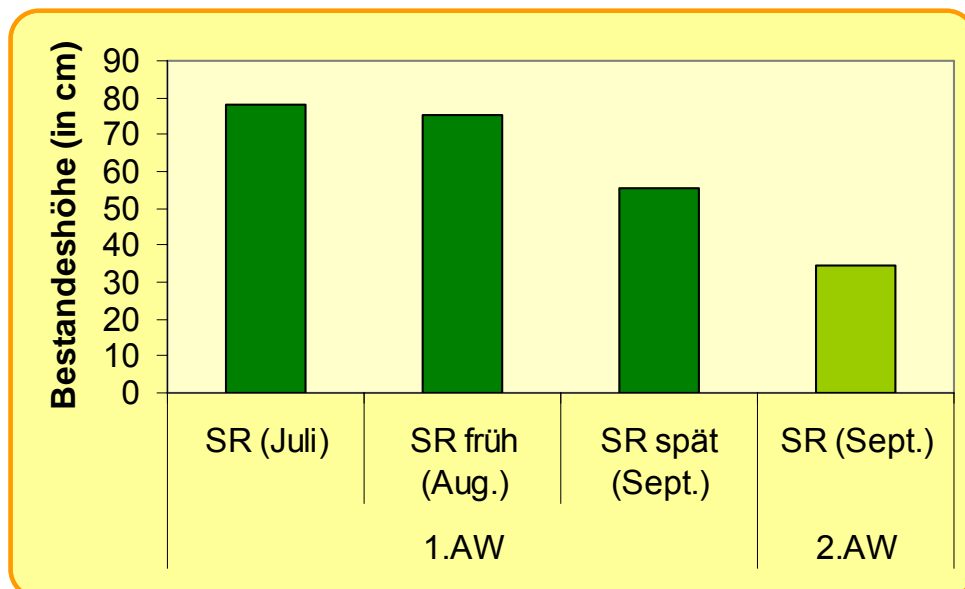


Abbildung 7: Bestandeshöhen (in cm) des Seggenrieds zu den verschiedenen Ernteterminen und bei den unterschiedlichen Varianten

Gleiches ist bei der Entwicklung der Trockenmasseerträge der verschiedenen Varianten festzustellen (s. Abbildung 8). Zeigten bei den Bestandeshöhen der Juli- und Augusttermin die geringsten Unterschiede, so tritt beim Ertrag ein hochsignifikanter Unterschied zwischen

dem Juli- und allen folgenden Terminen auf. Der zweite Aufwuchs der ersten Variante liegt aber signifikant (mit $p \leq 0,01$) unter dem ersten Aufwuchs bzw. den Einschnittvarianten.



Abbildung 8: Trockenmasseerträge (dt/ha) des Seggenrieds in den verschiedenen Varianten, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede mit $p \leq 0,001$

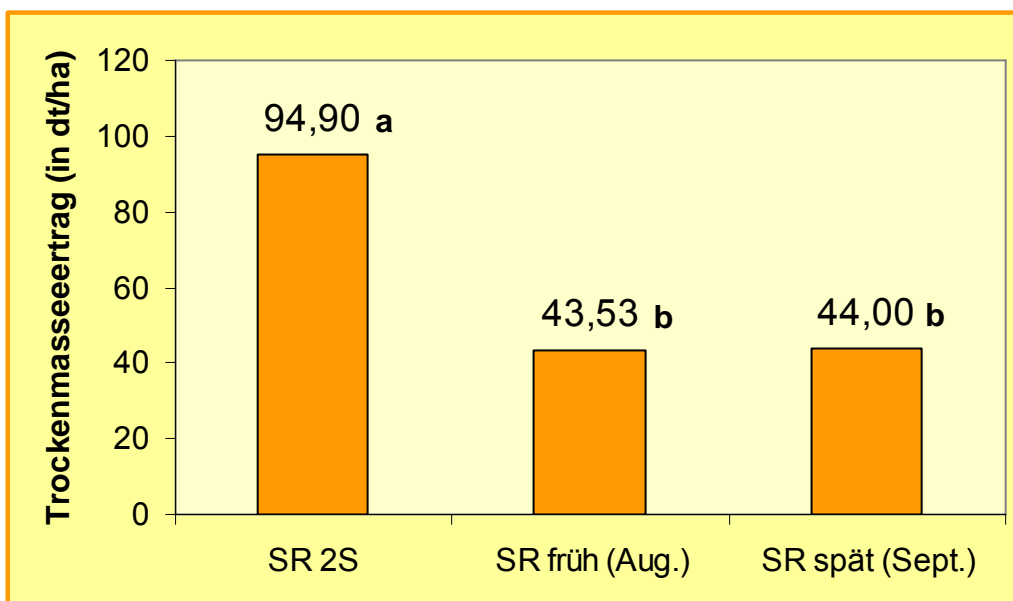


Abbildung 9: Jahres-Trockenmasseerträge (dt/ha) des Seggenrieds in den verschiedenen Varianten (wobei 2S = 2-schnittig), unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede mit $p \leq 0,001$

Die Betrachtung der Jahreserträge in Abbildung 9 verdeutlicht den nachweislichen Mehrertrag der Zweischnitt-Variante auf dieser Fläche.

3.2.3 Sachsen: Kohldistelwiese KD

Der Versuch wurde am 04. Juli 2008 auf einer brach gefallenen und vom Mädesüß dominieren Kohldistelwiese in Oelsnitz (Vogtland) eingemessen und dauerhaft markiert. Die Lage kann aus der Abbildung 10 entnommen werden.



Abbildung 10: Versuchsfläche in Sachsen, Kohldistelwiese mit Mädesüß überprägt, Oelsnitz (Vogtland)

Die Beerntungen erfolgten gemäß den Varianten in der frühen Zweischnittvariante am 08.07. (BBCH 89 „Vollreife“) und 25.09. (BBCH 41 – 89, keine Leitkultur), in der späten Zweischnittvariante am 06.08. (BBCH 93 nach der Vollreife, im Absterben) und 23.10. (BBCH 41 – 89, keine Leitkultur). Die Einschnittvariante wurde zusammen mit der Zweijahresvariante (Räumungsschnitt) am 20.08. im BBCH-Stadium 97 (Ende des Blattfalles) beerntet. Die Bestände zeichneten sich durch eine sehr ausgeglichene Höhenstruktur von 130 cm zu den ersten Schnitten bzw. den Einschnittvarianten sowie 25 cm bei den zweiten Aufwüchsen, so dass an dieser Stelle auf eine grafische Darstellung verzichtet wird.

Die Erträge der unterschiedlichen Varianten sind in Abbildung 11 dargestellt und zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Erntemengen der verschiedenen Varianten. Lediglich zwischen dem früheren ersten Schnitt der Zweischnitt-Variante und dem 6 Wochen späteren Schnitt der Einschnitt-Variante lässt sich ein Unterschied von etwa 4 dt/ha mit $p \leq 0,05$ statistisch absichern. Die zweiten Aufwüchse unterscheiden sich zwischen den Varianten nicht nachweisbar.

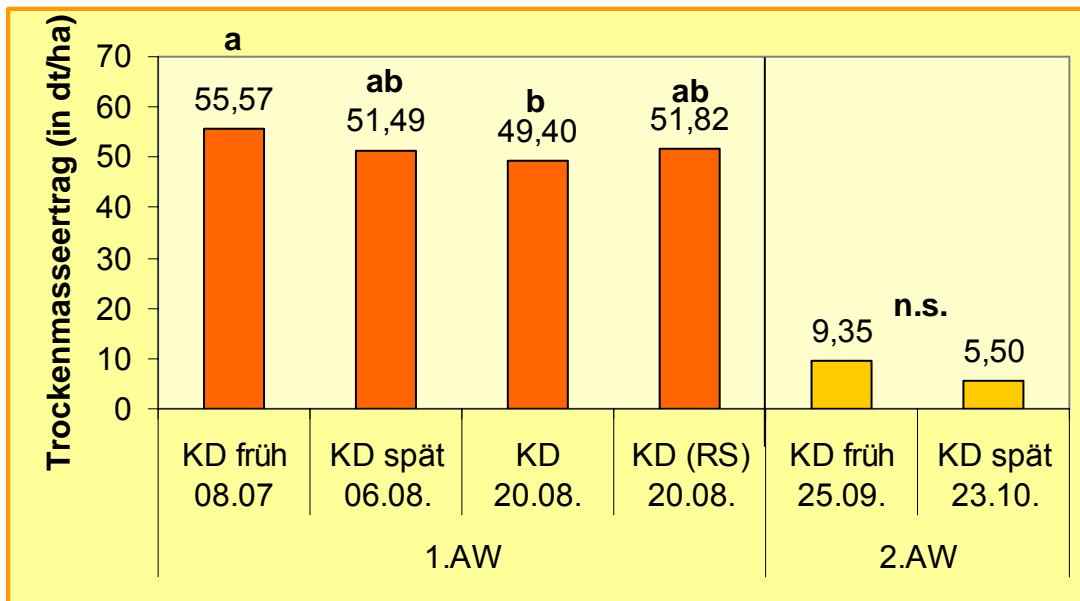


Abbildung 11: Trockenmasseerträge (dt/ha) der Kohldistelwiese in den verschiedenen Varianten, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede mit $p \leq 0,05$

Aufgrund der sehr geringen Erntemengen der zweiten Aufwüchse, verändern sich bei den Jahreserträgen die signifikanten Unterschiede lediglich mit einem deutlicheren Mehrertrag der zweischnittigen und früheren Variante.

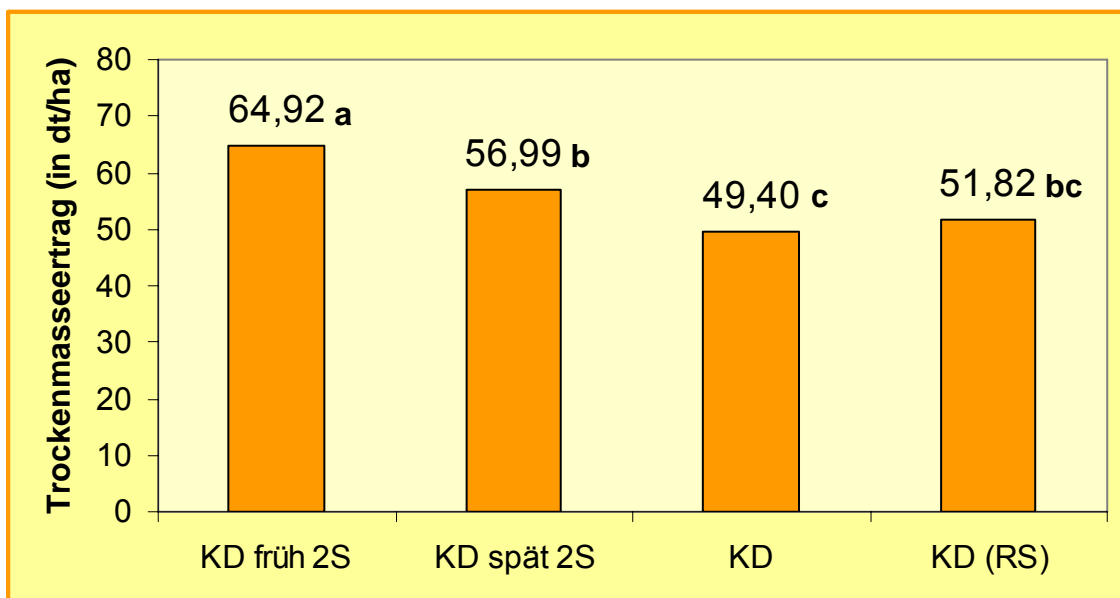


Abbildung 12: Jahres-Trockenmasseerträge (dt/ha) der Kohldistelwiese in den verschiedenen Varianten (wobei 2S = 2-schnittig, RS = Räumungsschnitt), unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede mit $p \leq 0,05$

3.2.4 Brandenburg: Rohrglanzgraswiese RG

Der Versuchsstandort befindet sich in der Gemarkung Ebereschenhof, Stadt Nauen im Landkreis Havelland. Der Boden ist ein Niedermoor über Talsand mit einer Moorauflage von

30 cm. Der Standort ist ein grundwassernahes, flachgründiges Niedermoor ohne Sanddurchragungen. Im Frühjahr sind regelmäßig und im Sommer nach Starkniederschlägen Staunässeerscheinungen festzustellen.

Aufgrund der besonderen Problematik auf Niedermoorböden wurde hier der Boden zusätzlich in der Tiefe 10 – 20 cm beprobt und so konnte auch der für diese Böden typische Kaliummangel bei Verzicht auf Düngung nachgewiesen werden (s. Tabelle 2) .

Tabelle 2: Zusätzliche Bodenuntersuchungsergebnisse zu Versuchsbeginn am Standort Ebereschenhof

Standort	pH-Wert (pH-Klasse)	P mg/100 g Boden -in 10-20 cm Bodentiefe (Gehaltsklasse)	K	Mg
Ebereschenhof (BB)	7,1 (D/E)	9,8 (D)	6,5 (B)	21,0 (E)

Die beiden Zweischnitt-Varianten (mit und ohne K-Düngung) wurden zeitgleich am 10.06.2008 im BBCH-Stadium 65 (in der Blüte) beerntet. Die Bestandeshöhe betrug in beiden Varianten durchschnittlich um die 100 cm (s. Abbildung 13). Der jeweils zweite Aufwuchs wurde im BBCH 34 (im Schossen) am 25.09.08 geerntet. Die Bestandeshöhe erreichte hier Werte von etwa 80 cm. Die Ernte der Einschnitt-Variante wurde zeitgleich mit dem Räumungsschnitt der vierten Variante am 25.09.2008, bei BBCH 90 (nach der Vollreife, bis 30 % abgestorben) in Bestandeshöhen von durchschnittlich 180 cm durchgeführt. In keinem der Bestände trat eine Lagerbildung auf. Die späteren Varianten der Einschnittnutzung erreichten hier wesentlich höhere als und dennoch genauso stabile Pflanzenbestände wie die mehrschnittigen Varianten.

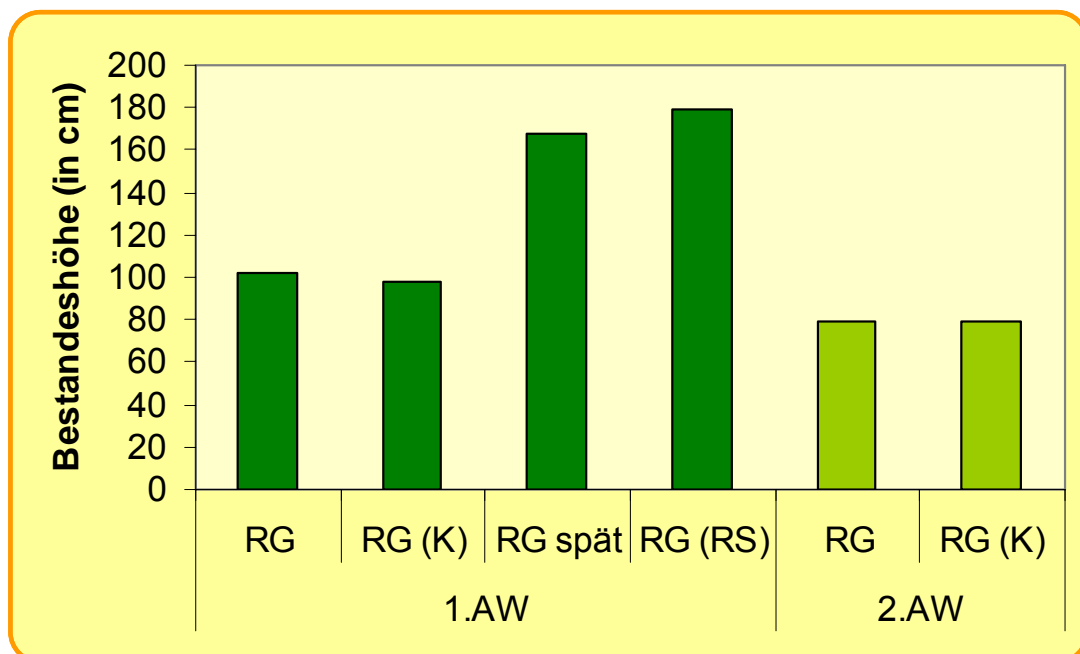


Abbildung 13: Bestandeshöhen (in cm) der Rohrglanzgraswiese zu den verschiedenen Ernteterminen und bei den unterschiedlichen Varianten

In den Erträgen zeigen sich ähnliche Tendenzen. Wie in Abbildung 14 zu sehen ist, weisen die einschnittig, spät genutzten Varianten statistisch absicherbare Mehrerträge von bis zu 23 dt/ha auf.

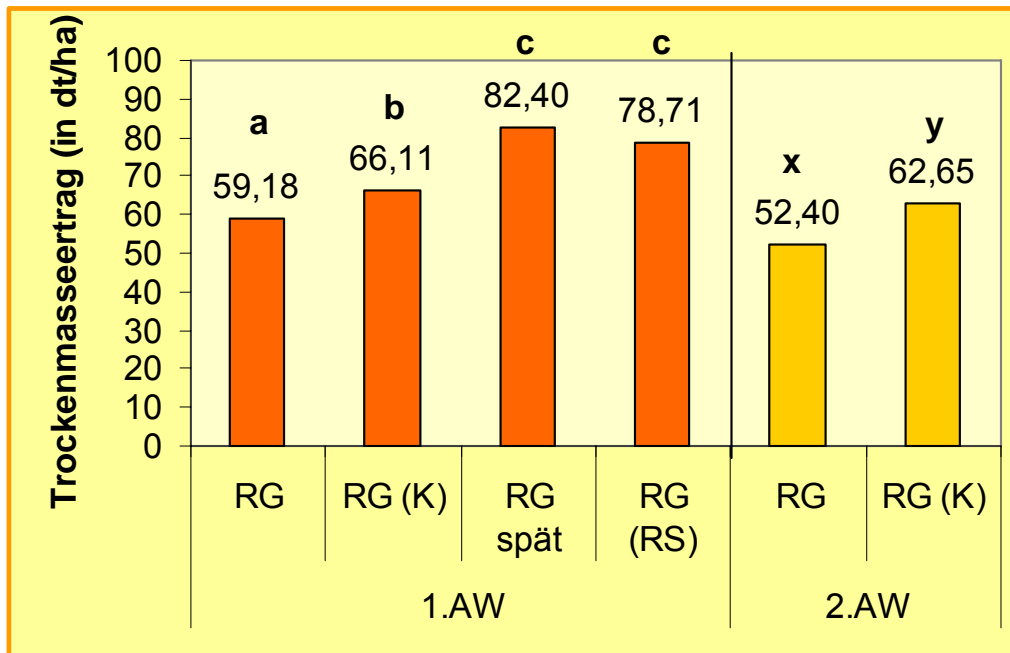


Abbildung 14: Trockenmasseerträge (dt/ha) der Rohrglanzgraswiese in den verschiedenen Varianten, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede mit $p \leq 0,05$

Deutlich zeigt sich hier aber auch der Düngungseffekt zwischen den zeitgleich geernteten ersten beiden Varianten der Zweischnitt-Nutzung, mit einem Ertragsvorteil der Kali-Düngungsvariante von etwa 7 dt/ha. Im zweiten Aufwuchs liegt der Mehrertrag der Düngungsvariante bei etwa 10 dt/ha und ist auch statistisch abzusichern.

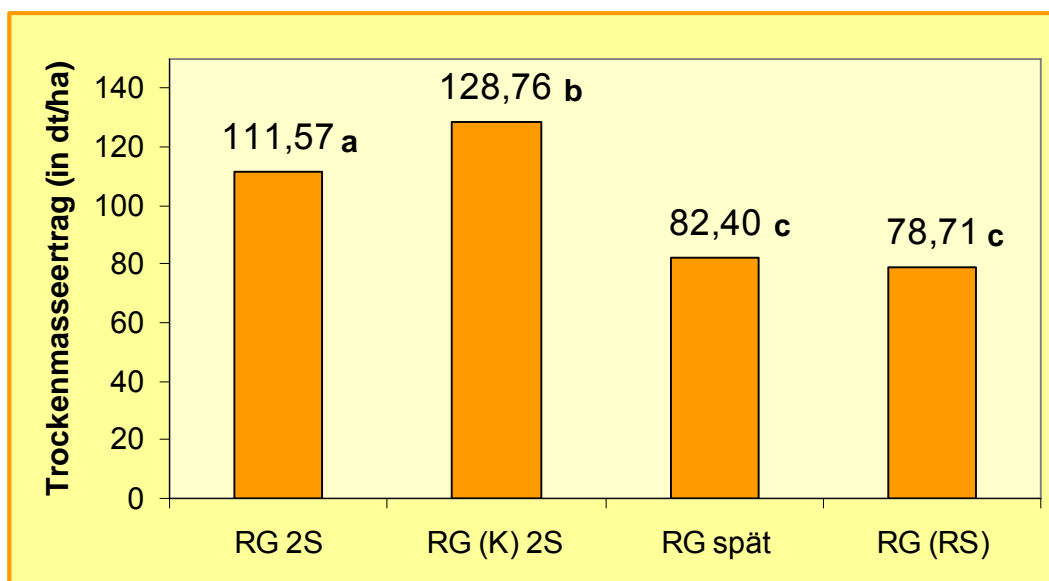


Abbildung 15: Jahres-Trockenmasseerträge (dt/ha) der Rohrglanzgraswiese in den verschiedenen Varianten (wobei K = Kali-Düngung, 2S = 2-schnittig, RS = Räumungsschnitt), unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede mit $p \leq 0,001$

Bemerkenswert ist das Leistungsvermögen dieses Wiesentyps bei den 2. Aufwüchsen. Aufgrund dieser hohen Ertragsbildung bleiben die signifikanten Unterschiede bei der Betrachtung der Jahreserträge bestehen (s. Abbildung 15), jedoch ist die gedüngte Zweischnitt-Variante die ertragreichste, gefolgt von der ungedüngten Zweischnittvariante und der Einschnitt-Variante.

3.2.5 Bayern: Streuwiese SW

Der Versuch wurde am 14.07.2008 mit den entsprechenden Varianten angelegt.

Die Ernte der zweischnittigen Variante erfolgte am 16.07. zum 1. Aufwuchs, zu BBCH 67 (Mitte/Ende der Blüte) bei einer durchschnittlichen Bestandeshöhe von 26 cm, am 15.09. zum 2. Aufwuchs bei einer Bestandeshöhe von nur 7 cm im feuchten Bestand (s. Abbildung 16). Die frühe Einschnitt-Variante wurde am 11.08. zu BBCH 69 (Ende der Blüte) mit einer Bestandeshöhe von 29 cm beerntet und die späte Einschnitt-Variante am 15.09. zu BBCH 71 (Beginn der Fruchtentwicklung) mit einer Bestandeshöhe von 28 cm. Der Räumungsschnitt der vierten Variante erfolgte am 24.09. mit gleicher Bestandeshöhe und im gleichen Entwicklungsstadium wie die späte Einschnittvariante.

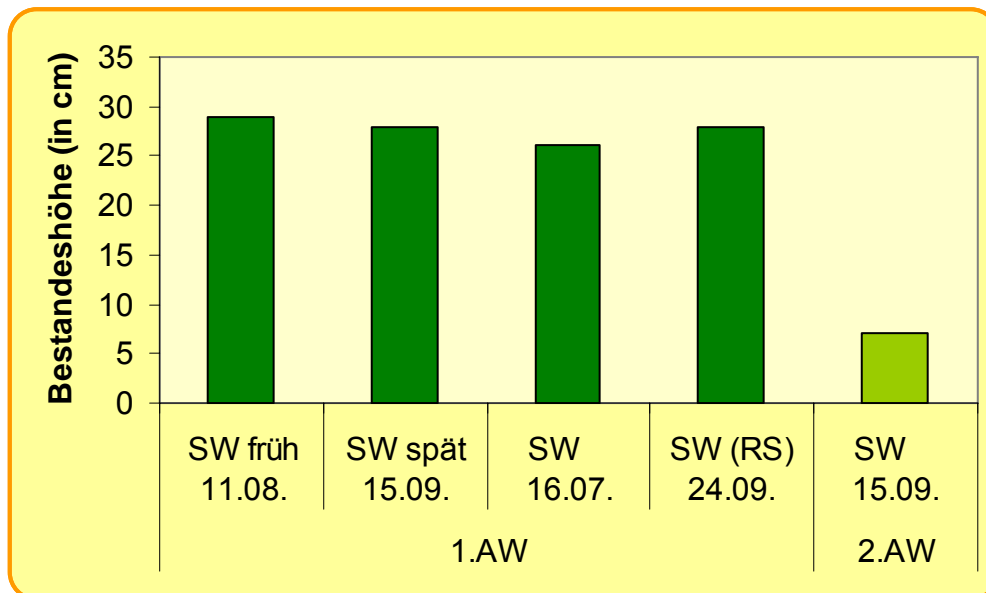


Abbildung 16: Bestandeshöhen (in cm) der Streuwiese zu den verschiedenen Ernteterminen und bei den unterschiedlichen Varianten

Die Bestandeshöhen zwischen den verschiedenen Varianten unterschieden sich nahezu überhaupt nicht. Gleiches zeigt sich zwischen den Trockenmasseerträgen der Varianten und Aufwüchse (s. Abbildung 17) sowie bei dem Vergleich der Jahreserträge in den verschiedenen Varianten (s. Abbildung 18).

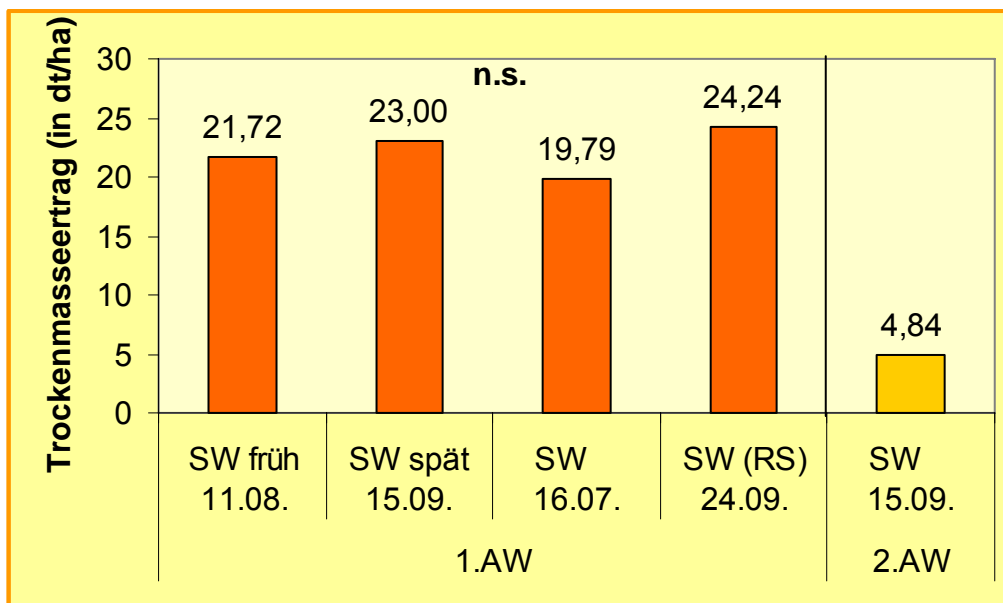


Abbildung 17: Trockenmasseerträge (dt/ha) der Streuwiese in den verschiedenen Varianten, keine signifikanten Unterschiede bei $p \leq 0,05$

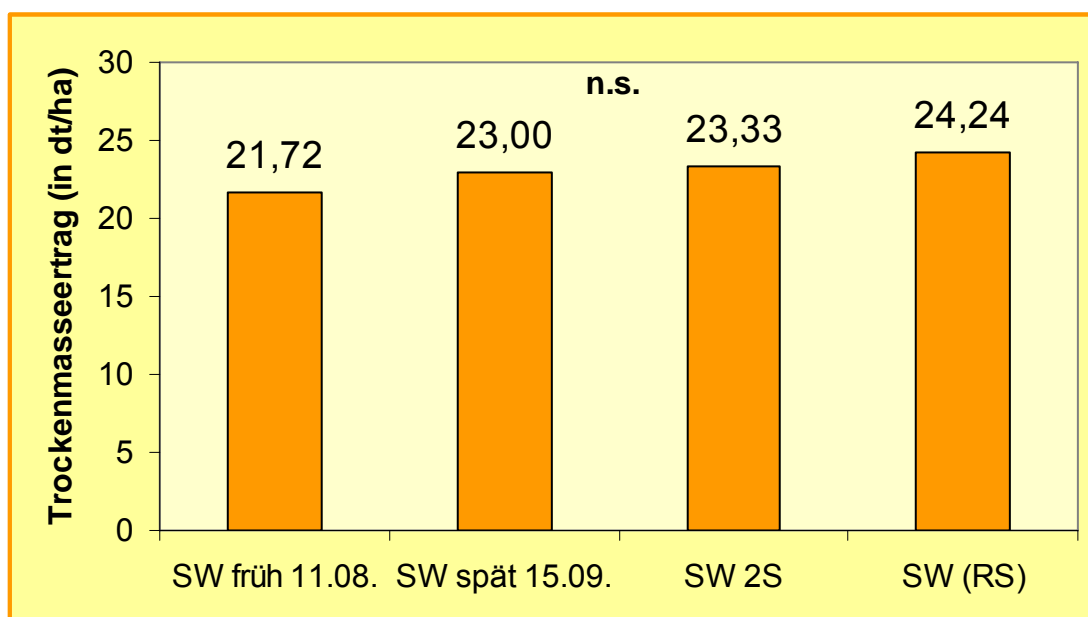


Abbildung 18: Jahres-Trockenmasseerträge (dt/ha) der Streuwiese in den verschiedenen Varianten (wobei 2S = 2-schnittig, RS = Räumungsschnitt), keine signifikanten Unterschiede bei $p \leq 0,05$

3.2.6 Gesamtbetrachtung

Da bei den Grünlandaufwüchsen mit dem Zweck der Verbrennung der Trockensubstanzgehalt, neben dem Biomassepotenzial, das entscheidende Kriterium ist, sind in der folgenden Abbildung 19 zur besseren Übersicht nochmals alle Jahreserträge mit den durchschnittlichen Trockensubstanzgehalten der Varianten dargestellt. Grundsätzlich gilt, je höher der Trocken-

substanzgehalt im Erntegut, desto weniger Zeit und Aufwand benötigt das Verfahren, um Heu als Verbrennungsmaterial zur Verfügung zu stellen.

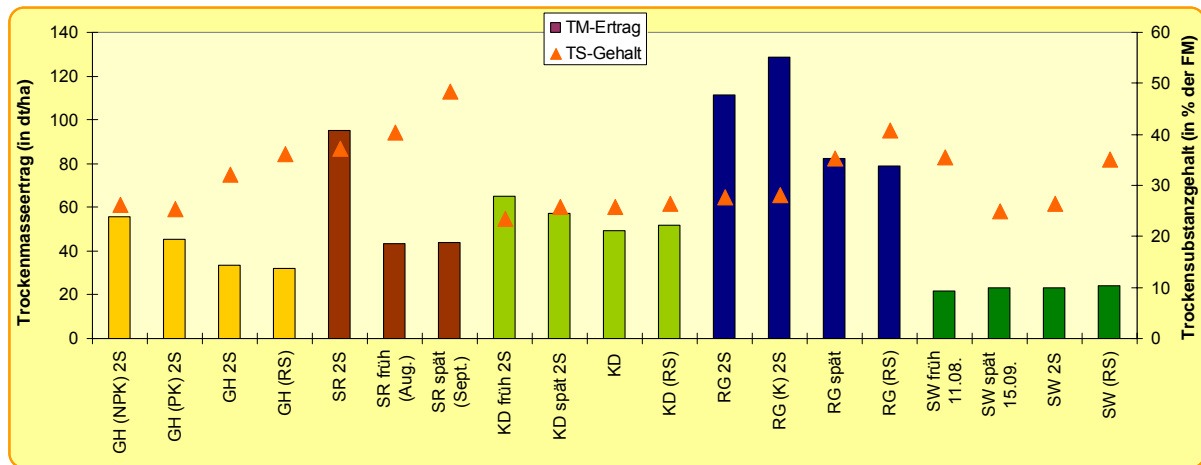


Abbildung 19: Jahreserträge (in dt/ha) und durchschnittliche Trockensubstanzgehalte (in % der FM) der verschiedenen Grünlandtypen und Varianten an den Versuchsstandorten

Abbildung 19 verdeutlicht das unterschiedliche Biomassepotenzial der einzelnen Typen. Im Mittel über die jeweiligen Standortvarianten erreicht die Streuwiese lediglich einen Biomasseertrag von 23 dt TM/ha und ist damit mit Abstand der ertragschwächste Standort. Zudem erreichen die Aufwüchse einen Trockensubstanzgehalt von etwa 30 %, so dass diese Aufwüchse noch als silierfähig einzustufen sind. Die Goldhaferwiese erreicht mit durchschnittlich etwa 42 dt TM/ha einen höheren Biomasseertrag, wobei sich auch die zweischnittigen und einschnittigen Varianten sowohl in ihrem Ertrag als auch in dem Trockensubstanzgehalt gemäß dem Pflanzenentwicklungsstadium deutlich unterscheiden. Aber auch hier beträgt der höchste Trockensubstanzgehalt der spätesten Schnittvariante, dem Räumungsschnitt, der eigentlich noch gar nicht in die Bewertung einfließt, erst 36 % der Frischmasse. In der Höhe des Biomasseertrages folgend ist die Kohldistelwiese mit durchschnittlich etwa 56 dt TM/ha noch ertragreicher, wobei der Trockensubstanzgehalt recht ausgeglichen zwischen 23,5 und 26,5 % der FM, für die Verbrennung auf niedrigem Niveau, liegt. Der nächst ertragreichere Grünlandtyp im Versuch ist das Groß-Seggenried mit etwa 61 dt TM/ha, wobei hier der TS-Gehalt erwartungsgemäß mit fortschreitender Pflanzenentwicklung ansteigt. Mit der Spätschnittvariante an diesem Standort wird der höchste TS-Gehalt im Erntegut, und im gesamten Versuch, mit 48 % in der Frischmasse erreicht. Die absolute Spitze im Biomassebildungspotenzial dieser extensiven Grünlandtypen bildet das Rohrglanzgras mit 100 dt TM/ha im Mittel der Varianten! Auch hier nimmt die TS-Entwicklung mit zunehmendem Pflanzenalter zu und erreicht in dem Räumungsschnitt der Spätschnittvariante einen Gehalt von 41 % TS in der FM.

Betrachtet man nun die einzelnen Aufwüchse, da die zweiten Aufwüchse meist mit einem wesentlich geringeren TS-Gehalt geerntet worden sind, so ergeben sich die in Abbildung 20 dargestellten Relationen. Hierbei erkennt man, dass die zweiten Aufwüchse zwar innerhalb des Typs geringere TS-Gehalte aufweisen, aber im Vergleich zu anderen Typen z.T. höhere TS-Gehalte haben als Varianten in der Einschnittnutzung. Zeigt sich dann zudem ein so starkes Ertragspotenzial wie bei der Rohrglanzgraswiese, lohnt sich auch eine Trocknung

zum verbrennungswürdigen Heu. Bei Ertragsmengen von unter 5 dt TM/ha ist keine Nutzungswürdigkeit gegeben.

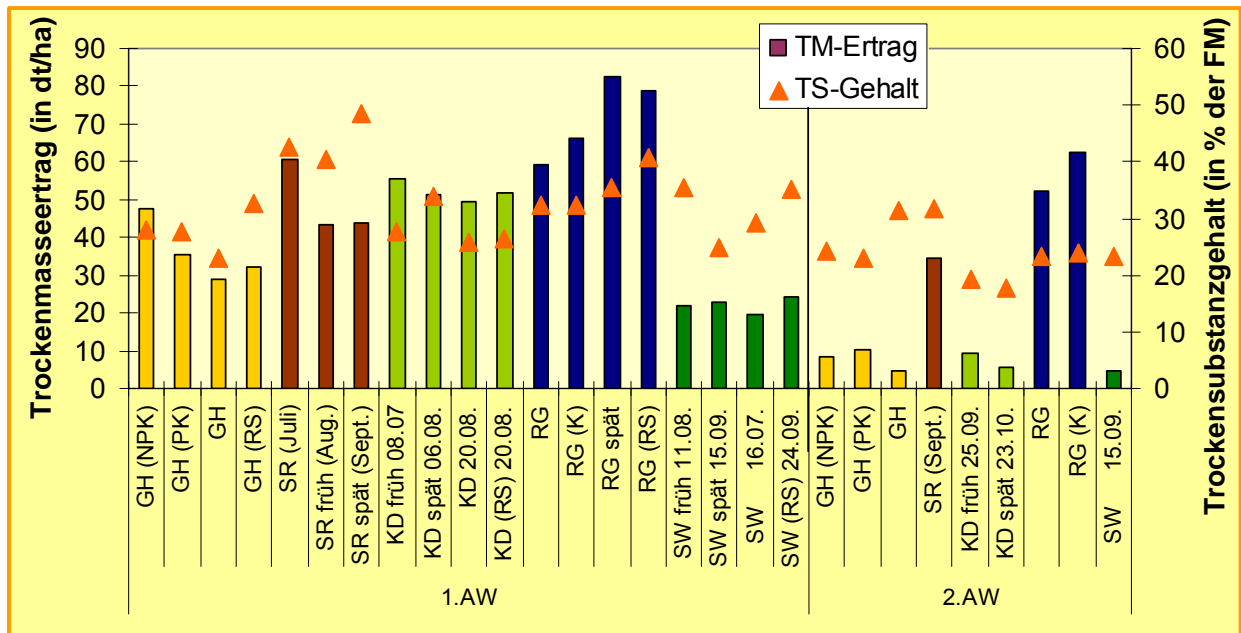


Abbildung 20: Erträge der einzelnen Aufwüchse (in dt/ha) sowie durchschnittliche Trockensubstanzgehalte (in % der FM) der verschiedenen Grünlandtypen und Varianten an den Versuchsstandorten

Grundsätzlich zeigt sich schon nach dem ersten Versuchsjahr eine gewisse Vorzüglichkeit einiger Grünlandtypen, wie die Rohrglanzgraswiese, aber auch das Groß-Seggenried und die Kohldistelwiese sowie die zweischnittige Nutzungsvariante des Goldhafers für die Produktion von Biomasse zur thermischen Verwertung. Hierzu bedarf es jedoch noch einer umfassenden ökonomischen Betrachtung und der Hinzuziehung der Laborergebnisse, also die Beurteilung der Brennstoffeigenschaften des erwartungsgemäß sehr differenzierten Probenmaterials.

3.3 Verfahrensbewertung – Stand der Arbeiten

Im Bereich der Verfahrensbewertung können nach der kurzen Projektlaufzeit ohne Vorliegen der vollständigen Brennstoffeigenschaften und weiterer, gesicherter Produktionsdaten, keine Berechnungen und Modellierungen vorgelegt werden.

4. Literaturverzeichnis

- PROCHNOW, A.; HEIERMANN, M.; DRENCKHAN, A.; SCHELLE, H.; 2005, Seasonal pattern of biomethanisation of grass from landscape management, in: Agricultural Engineering International; the CIGR Ejournal, Manuscript EE 05 011, Vol. VII, December, <http://cigr-ejournal.tamu.edu/volume7.html>
- PROCHNOW, A.; HEIERMANN, M.; IDLER, C.; LINKE, B.; MÄHNERT, P.; PLÖCHL, M.; 2007a, Biogas vom Grünland: Potenziale und Erträge, Schriftenreihe Deutscher Grünlandverband -Gas aus Gras und was noch?-, Heft 1/2007, ISSN 1439-314X.

- RÖSCH, C.; RAAB, K.; SKARKA, J.; STELZER, V.; 2007, Energie aus dem Grünland – eine nachhaltige entwicklung?, Wissenschaftliche Berichte FZKA 7333, unter www.mlr.baden-wuerttemberg.de/mlr/startseite/energie_aus_dem_gruenland.pdf
- THRÄN ET AL.; 2005, Nachhaltige Biomassenutzungsstrategien im europäischen Kontext : Analyse im Spannungsfeld nationaler Vorgaben und der Konkurrenz zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträgern / Institut für Energetik und Umwelt. Daniela Thrän. - Leipzig : IE, 2005. - XVIII, 351 S., EN-2661-17
- KAISER, F.; GRONAUER, A.; 2007, Evaluierung der Methanproduktivität nachwachsender Rohstoffe in Biogasanlagen als Grundlage für ein EDV-gestütztes Expertensystem für Beratung und Praxis, LfL-Endbericht, unter http://www.lfl.bayern.de/ilt/umwelttechnik/29399/linkurl_0_4_0_1.pdf
- MÄHNERT; P.; HEIERMANN, M.; LINKE, B.; 2005, Batch- und Semi-continuous Biogas Production from Different Grass Species, in: Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal, Manuscript EE 05 010, Vol. VII.December, <http://cigr-ejournal.tamu.edu/volume7.html>
- LASER, H.; KÖNIGS, V.; OPITZ VON BOBERFELD, W.; THEOBALD, P.; 2006, Poitentielle Eignung von ausgewählten mono- und dikotylen Grünlandarten für die Biomasseverbrennung in Hinblick auf die Rückstands- und NO_x-Problematik, LfL-Schriftenreihe, Heft 17/2006, Die Zukunft von Praxis und Forschung in Grünland und Futterbau, 50. Jahrestagung der AGGF, ISSN 1611-4159, S. 137-140

5. Veröffentlichungen

Veröffentlichungen:

- Gödeke, K.; Benke, M. (2008) Standortangepasste Mischungen und Schnittregime für Ackerfutter und Grünland, Vortrag zum Forum Energiepflanzen, 07./08.10.2008, Jena, Beitrag erschienen unter http://www.tll.de/ainfo/pdf/epfl/epf07_08.pdf
- Gödeke, K.; Prochnow, A., Heiermann, M.; Plöchl, M.; Hochberg, H. Prospects of Grassland Use for Bioenergy Resource, Aspects of Applied Biology 90, 2008, Biomass and Energy Crops III, ISSN 0265-1491, S. 19 - 25
- Bayern: Internetauftritt Beschreibung GNUT-Projekt unter <http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/32544/>