



Düngepotential separierter Biogasgärreste in ein- und mehrjährigen Biomasse-Anbausystemen

Biogasseminar DLR Eifel
Wittlich, 19.02.2019

Andrea Ehmann (M.Sc. agr.)

Universität Hohenheim
Institut für Kulturpflanzenwissenschaften
Fachgebiet Nachwachsende Rohstoffe u. Bioenergiepflanzen
Fruwirthstr. 23
70599 Stuttgart
Tel: 0711 459 22379
Mail: a.ehmann@uni-hohenheim.de



Hintergrund

- Deutschland 2017: > 9.300 Biogasanlagen^[1]
- Benötigte Biomasse muss angebaut werden
- ca. 80 Mio. m³ Gärreste^[2] müssen irgendwohin → Behandlung oder Recycling
- Üblicherweise Ausbringung als Dünger auf landwirtschaftliche Flächen

→ Ist das der beste Weg, um Nährstoffkreisläufe zu schließen und Mineraldünger einzusparen?

→ **Separierte Gärreste als Lösungsoption?**

- Fest-Flüssig-Trennung:
Wassergehalt ↓ Transportwürdigkeit ↑
- Zusammensetzung schwankt, Unterschiede zwischen fester und flüssiger Phase
- Zeitpunkt und Art der Ausbringung müssen zum Anbausystem passen



Ziel des Versuchs

- Untersuchen der Düngewirkung von separierten Biogasgärresten
- Herausfinden, ob separierte Biogasgärreste Mineraldünger ergänzen oder ganz ersetzen können
- Einfluss auf die langfristige Ertragsleistung in verschiedenen Biomasseanbau- und Düngesystemen

→ **Nachhaltige Biomasseproduktion zur Biogaserzeugung durch effiziente Nährstoffrückführung**



Feldversuch 2010 - 2020

Standort:

Versuchsstation „Lindenhöfe“ der Uni Hohenheim mit zwei Standorten am Fuß und auf der Schwäbischen Alb



**Oberer
Lindenhof „OLI“**
700 m
935 mm
7.1 °C

**Unterer
Lindenhof „ULI“**
480 m
779 mm
10.0 °C

3 Anbausysteme:

– Dauergrünland

mehrfährig



– Triticale-GPS &
Klee gras-Untersaat

überjährig



– Silomais

einjährig



Feldversuch 2010 - 2020



Grenzstandort bzgl. Boden
Unterer Lindenhof

Grenzstandort bzgl. Klima
Oberer Lindenhof



Foto: P. Weckherlin

Winterweizen am
27. April 2016



Düngevarianten

Variante	N-Menge	Behandlung
Control	-	Ungedüngte Kontrolle
Mineral	150 kg N/ha	Mineralische Düngung (KAS)
Solid+		Gärrest fest + KAS (2:1)
Solid		Gärrest fest
Liquid+		Gärrest flüssig + KAS (2:1)
Liquid		Gärrest flüssig

- Trennung mit Pressschneckenseparator
- Splittung der Gaben auf 2-3 Termine
- Einarbeitung der ersten Gaben sofort

Eigenschaften der Gärreste und Dünger

		TM	C _{gesamt}	N _{gesamt}	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	P	K	Ca	pH
		% FM	% TM	% FM	% FM	% FM	% FM	% FM	% FM	-
Separierte feste Fraktion	∅	24 ± 4	42 ± 1	0,6 ± 0,1	0,3 ± 0,1	<0,001	0,2 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1	8,5 ± 0,2
	n	14	14	18	14	14	14	14	14	14
Separierte flüssige Fraktion	∅	5 ± 1	35 ± 1	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,0	<0,001	0,1 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,0	7,8 ± 0,1
	n	11	11	11	31	11	11	11	11	11
Kalkammonsalpeter (KAS)		-	-	27,0	13,5	13,5	-	-	10,0	-







Feldplan

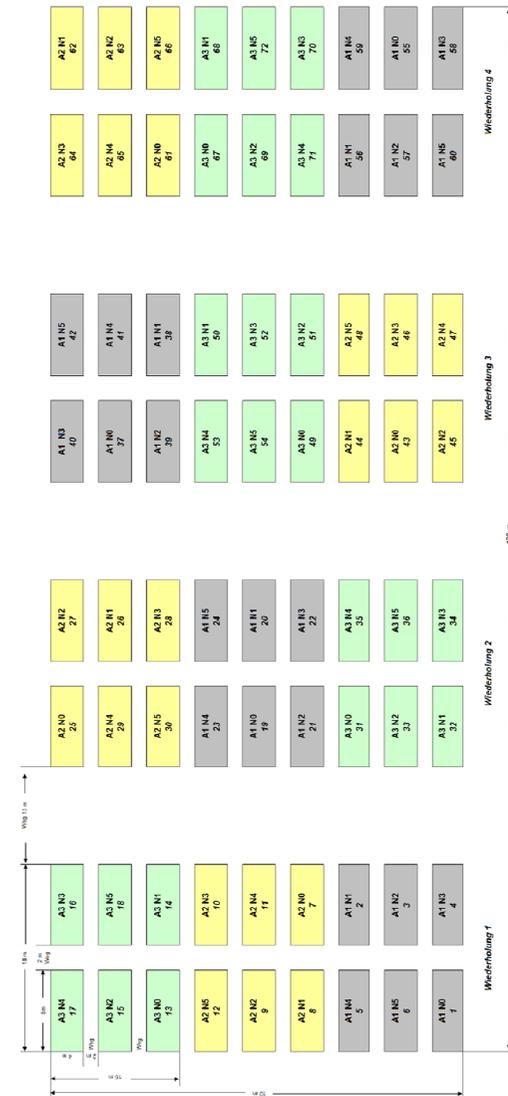
- 3 Anbausysteme
- 6 Düngevarianten
- 4 Wiederholungen

→ je 72 Parzellen à 32 m² pro Standort

- Vollständig randomisierte Spaltanlage



Foto: B. Winkler



Datenerhebung

Ertrag

Frisch- und Trockenmasse

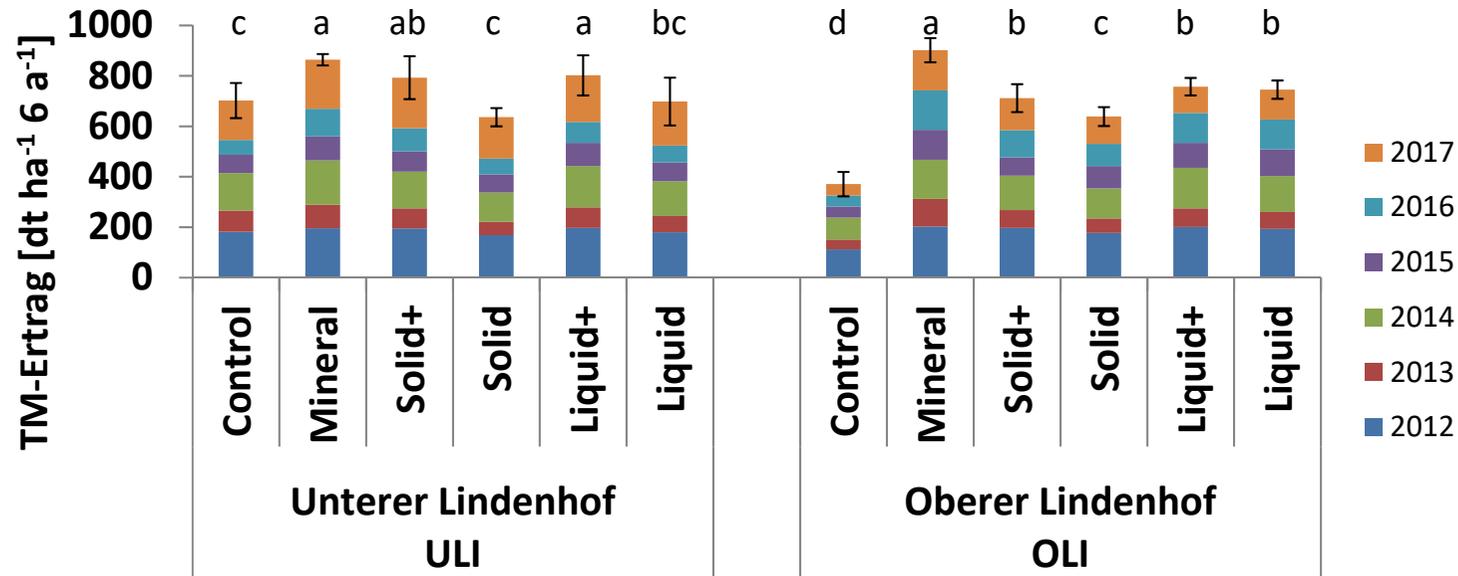
- Dauergrünland, Klee gras 3-4 Schnitte
- Triticale, Silomais Ganzpflanze

Labor

- Mineralstoffe im Erntegut
- Mineralstoffe in Bodenproben (Frühjahr & Herbst)
- Organischer Kohlenstoff → Humus

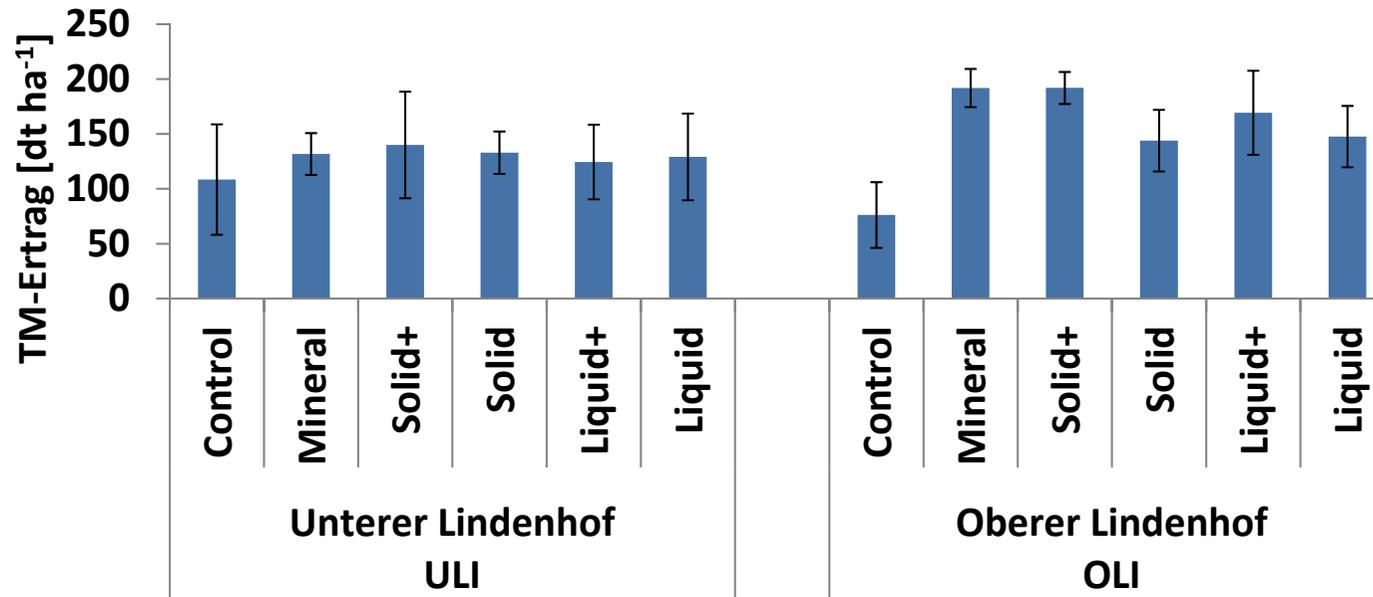


Einjährig: Silomais



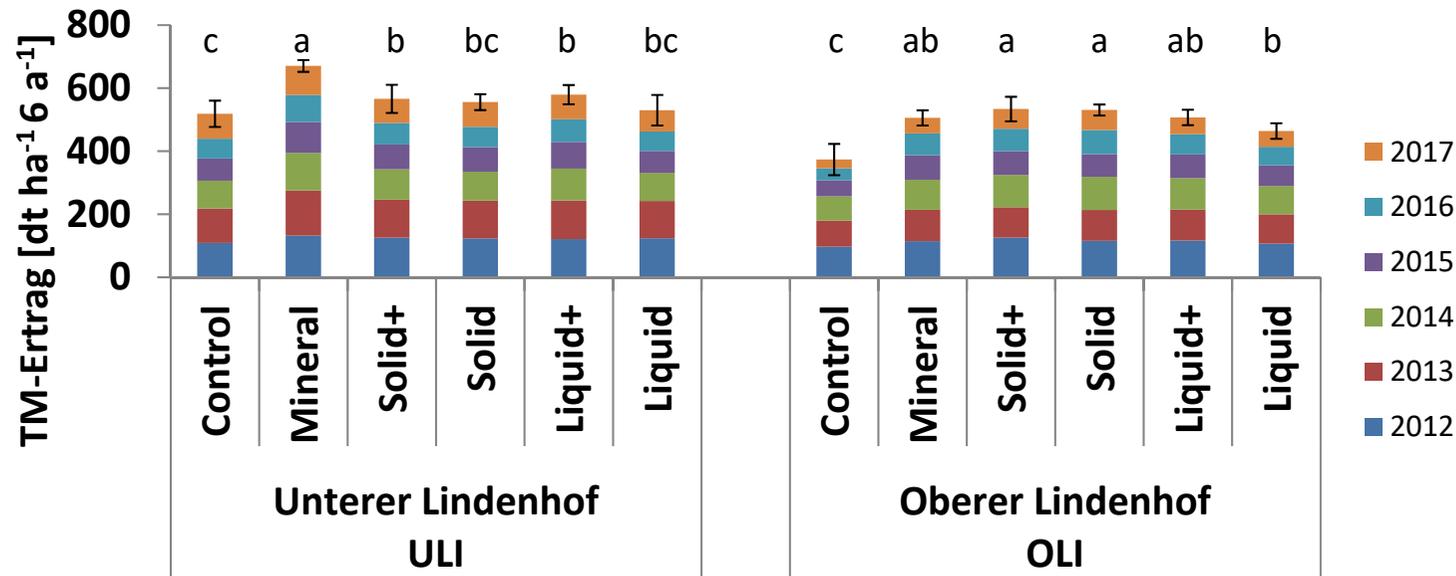
- ULI: Kombinationen gleich gut wie Mineraldünger
- OLI: höchste Erträge mit Mineraldünger
- Eindeutiger Jahreseffekt
- Gärrestvarianten anfällig gegenüber externen Einflüssen

Einjährig: Silomais Ernte 2018



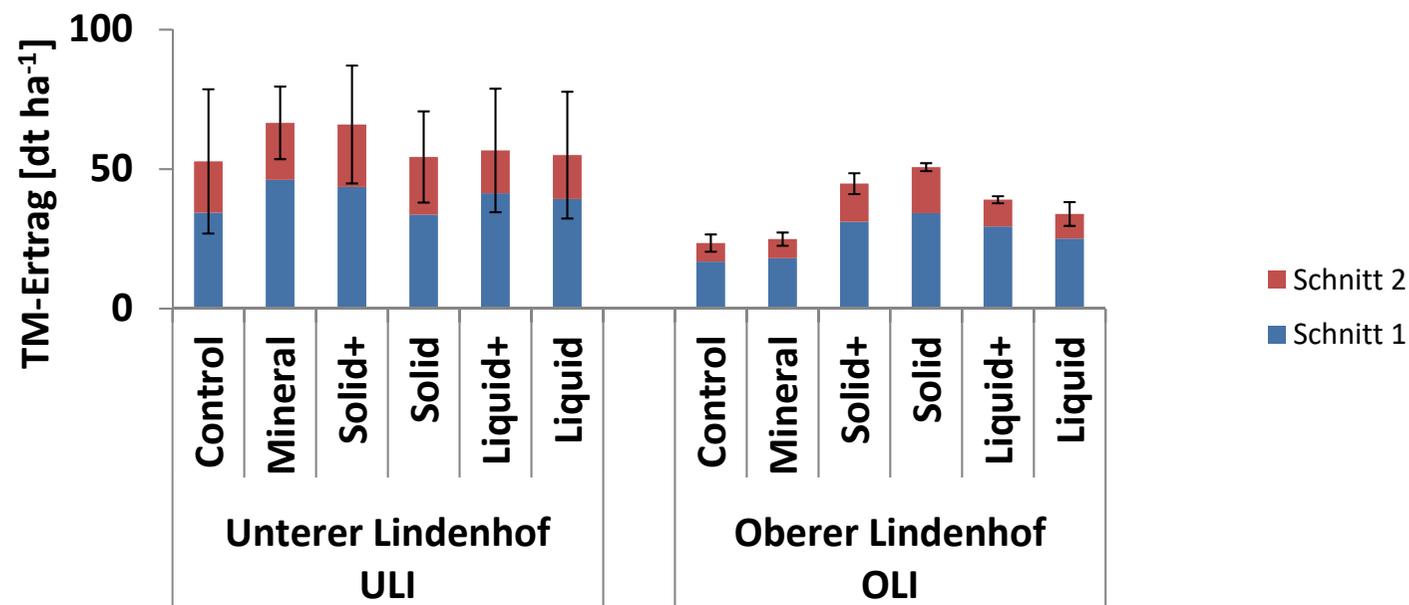
- ULI: kaum Unterschiede; große Trockenheit
- OLI: Mineral und Kombinationen besser als reine Gärrestdüngung
- OLI: vermutlich längere Wasserverfügbarkeit

Mehrjährig: Dauergrünland



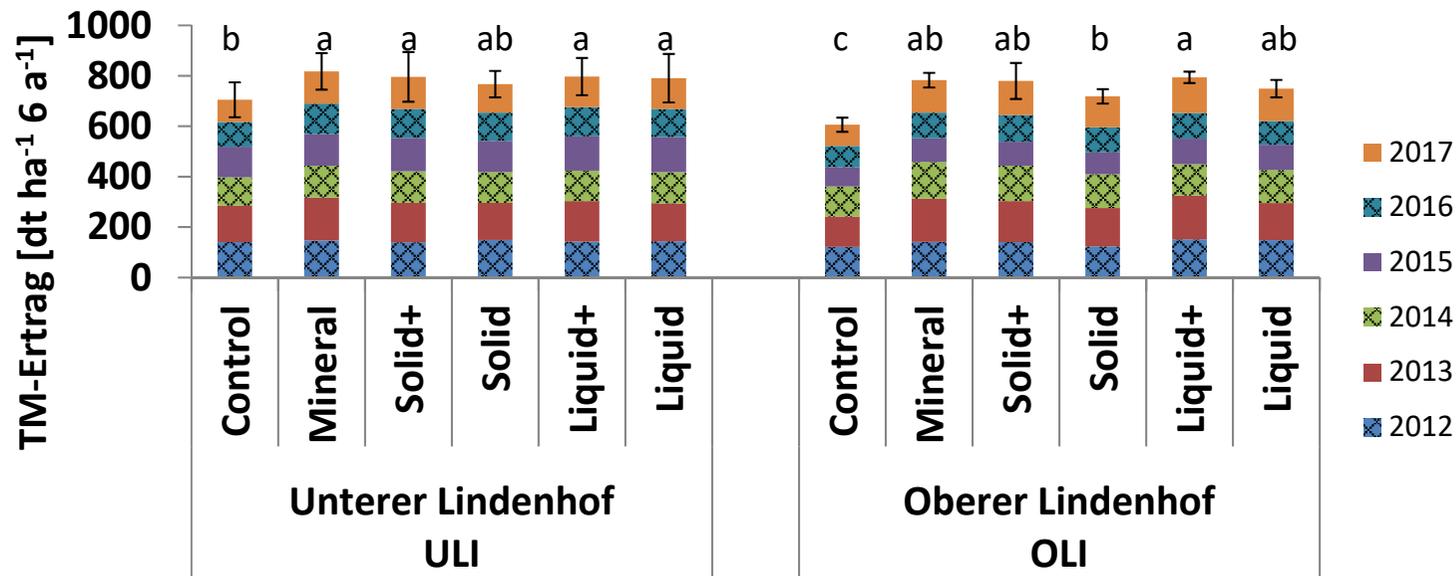
- ULI: höchste Erträge mit Mineraldünger
- OLI: bessere Düngewirkung als auf dem ULI
- Allgemeine Tendenz zu abnehmenden Erträgen
- Feste Gärreste empfehlenswert für OLI

Mehrjährig: Dauergrünland Ernte 2018



- Nur 2 Schnitte!
- OLI: bestes Ergebnis in den Varianten mit festen Gärresten

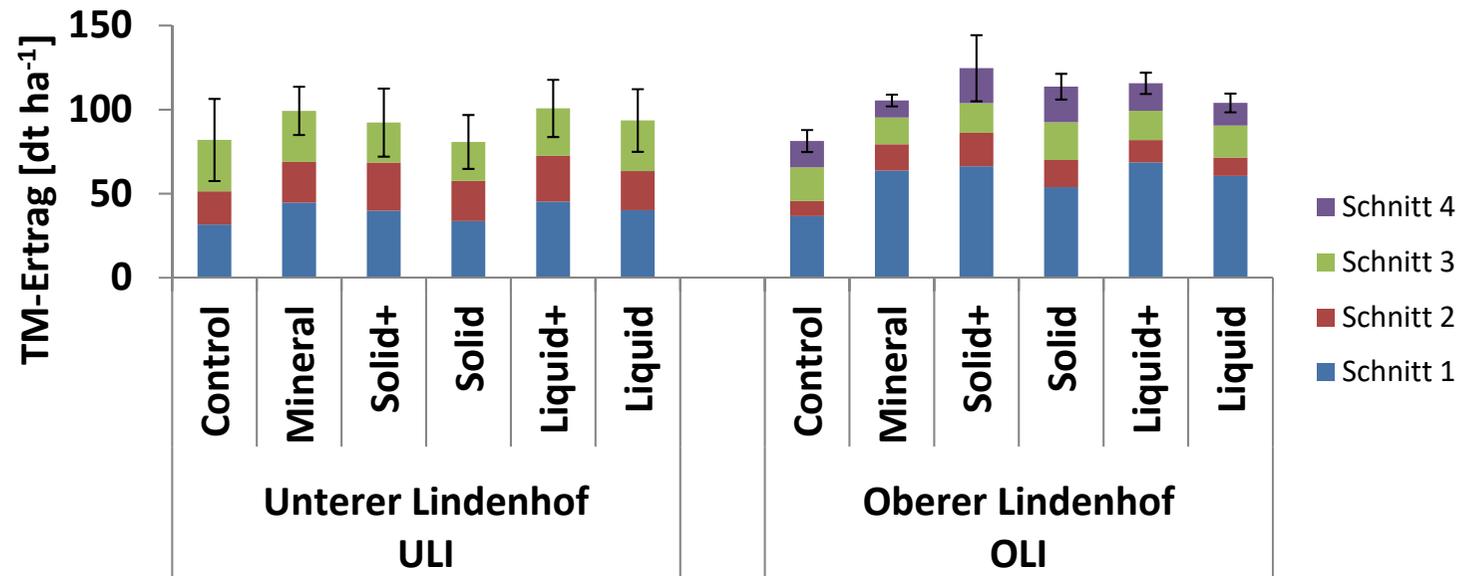
Überjährig: Triticale & Klee gras



schraffiert: nur Klee gras
einfarbig: Triticale & Klee gras

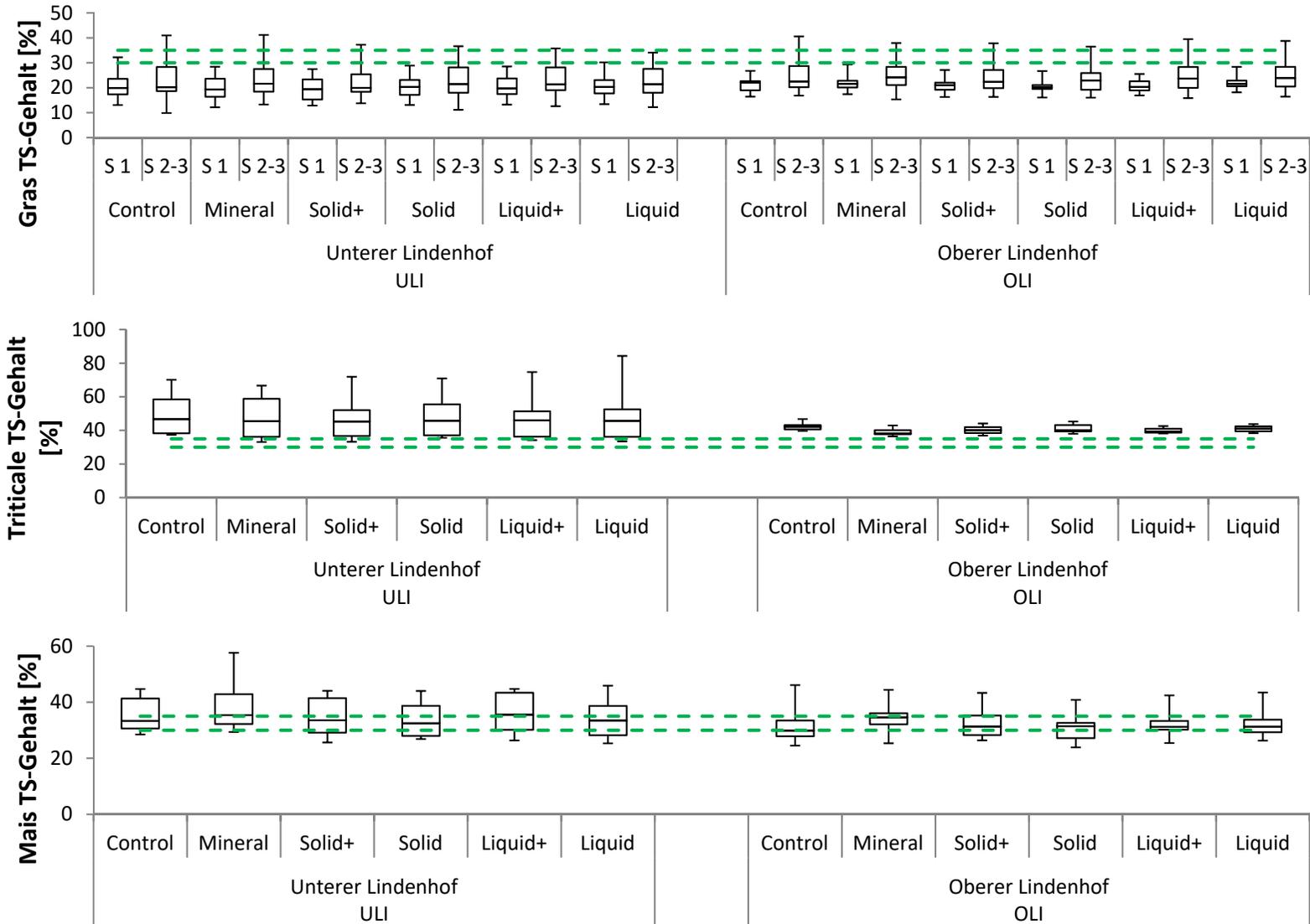
- TM-Ertrag sehr homogen für alle Varianten und an beiden Standorten
- Wie erwartet größere Ertragsdifferenz zwischen Kontrolle und gedüngten Varianten bei Triticale

Überjährig: Klee gras Ernte 2018



- ULI: relativ einheitliche Erträge
- OLI: Varianten mit festen Gärresten top
- OLI: ein Schnitt mehr als am ULI möglich

TS-Gehalte



Weitere Ergebnisse

Systemvergleich

- Mais
 - starke Schwankungen
 - hohe Erträge nur in Jahren mit guten Bedingungen
- Dauergrünland
 - ertragsstabil auf niedrigem Niveau
 - höchster Aufwand
 - + jedoch sinnvoll für Erhalt ökologisch wertvoller Grünlandflächen
- Untersaat Triticale&Klee gras
 - + hohe und stabile Erträge
 - + Erhalt der org. Substanz
 - + Gärrestausbringung (fest!) ist praktikabel

Verschmutzung

- von Grünland oder Klee gras mit festen Gärresten bei der Ernte war kein Problem
- ganz vereinzelt Erdanhang durch zu tiefen Schnitt

Fazit

- Mineraldünger und separierte Biogasgärreste haben eine vergleichbare Wirkung auf den Ertrag
 - abhängig von Anbausystem und Standort
- Feste und flüssige Gärreste
 - beide sehr empfehlenswert für mehr- und überjährige Systeme
 - ersetzen Mineraldünger vollständig im überjährigen System
- Feste Gärreste
 - unerwartet sehr gute Wirkung im Grünland auf dem OLI
 - aber: Potential wird hier nicht voll ausgenutzt
 - höherer Nutzen in einjährigen Systemen erwartet
 - Aufbau von organischer Substanz
 - Einarbeitung möglich



Fazit

- Die Wirkung der organischen Dünger ist teilweise unvorhersehbar, vor allem auf kühleren Standorten
 - dort mehrjährige Systeme zur Vermeidung von Ertragsschwankungen und N-Verlusten
 - kurzfristigen N-Bedarf besser mit einer Kombination aus Gärresten (flüssig!) und Mineraldünger decken



Take home messages

- Potential für effiziente Gärrestnutzung ist vorhanden
- Mineraldünger kann eingespart werden
- Kombination aus organischem und mineralischem Dünger ist die beste Strategie, um langfristig hohe Erträge bei geringen Kosten und minimalen negativen Umwelteinflüssen zu erzielen



**Danke an die Kollegen
und Ko-Autoren**

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**



Kontakt:

a.ehmann@uni-hohenheim.de

0711 459 22379

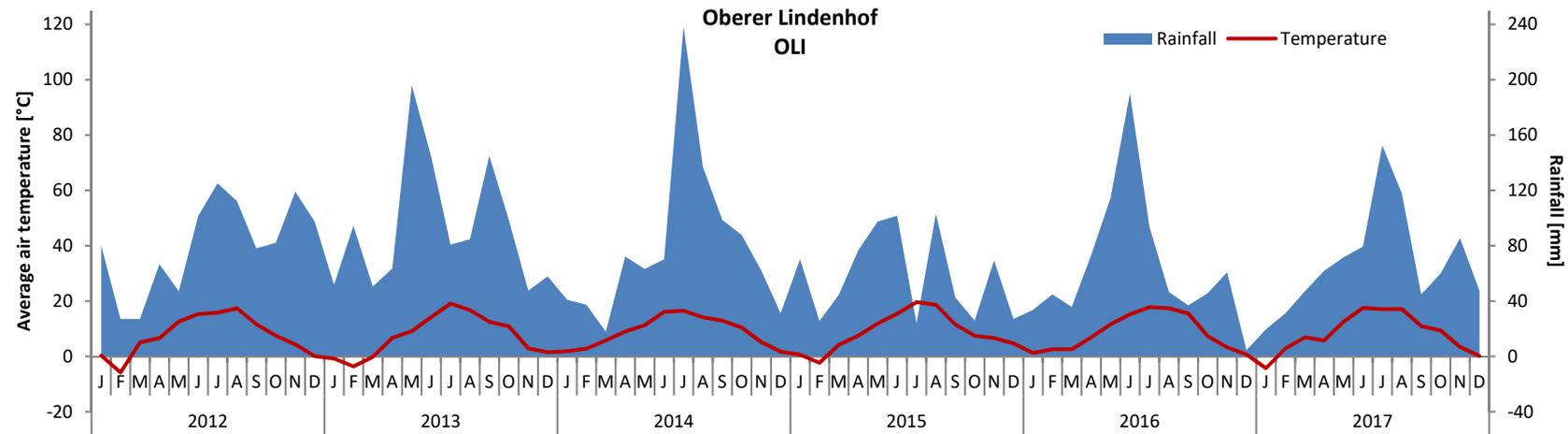
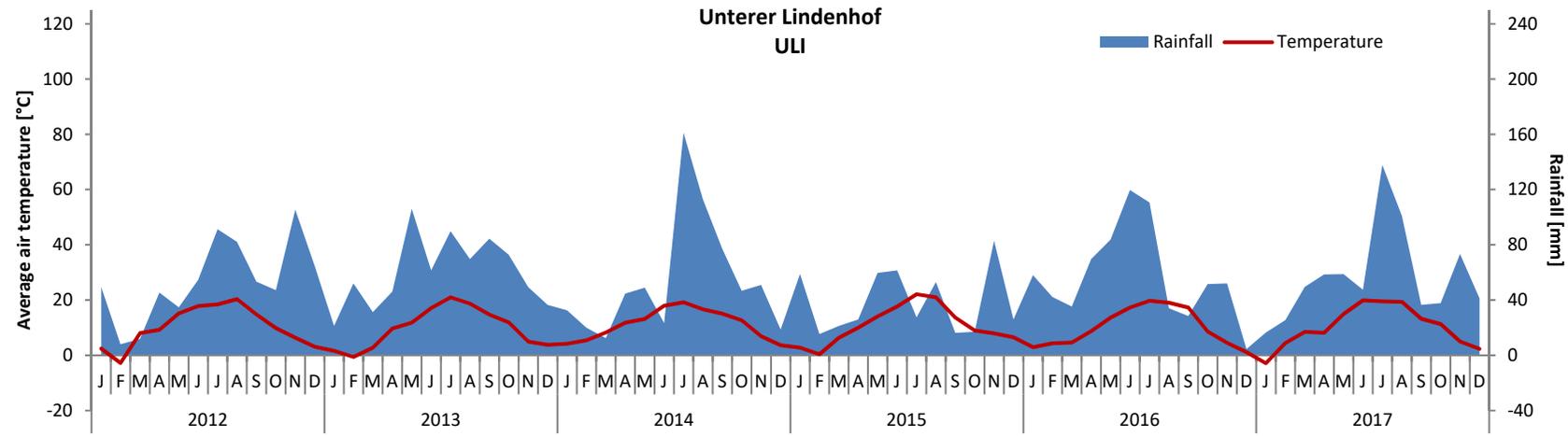
...Lust auf die ganze Geschichte?
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2018.00012/full>



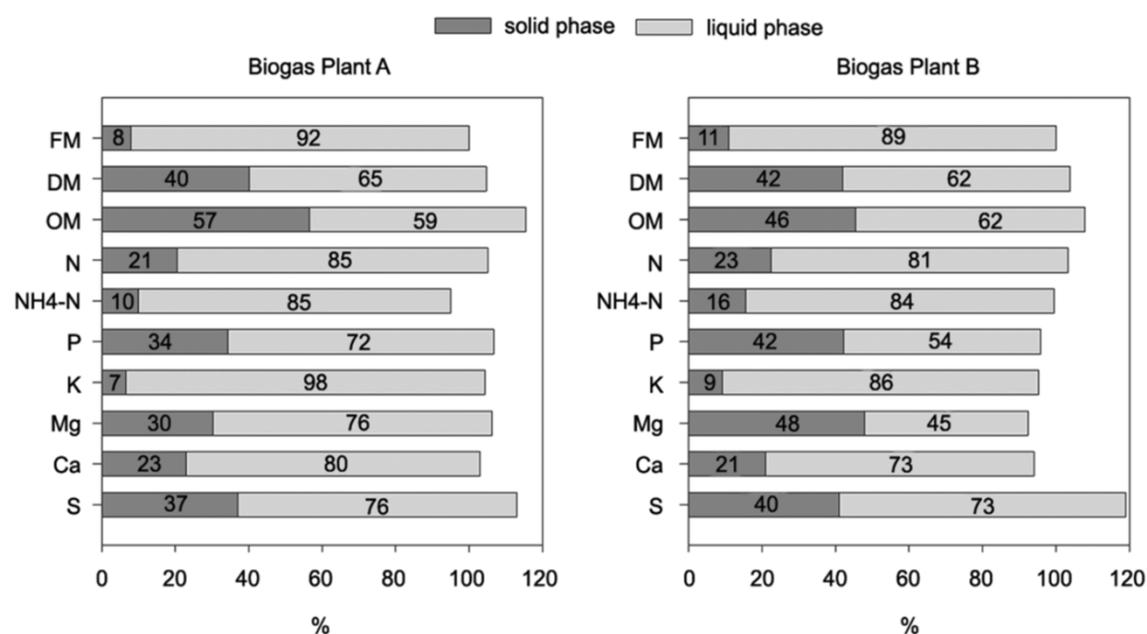
UNIVERSITÄT
HOHENHEIM



Witterung



Massenbilanz nach Separierung



	Liquid Phase	Solid Phase
Mass	79.2%	20.8%
DM	38.2%	61.8%
VS	42.0%	58.0%
Ash	56.3%	43.7%
Nt	68.6%	31.5%
P	48.5%	51.6%
K	71.8%	28.1%
C	35.8%	64.2%

Distribution of nutrients for the solid and liquid phases after mechanical separation of digestates from two different biogas plants as expressed by the separation index (sampling date Sept 2012).

Bachmann et al. 2016

<http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0069>

Efficiency of phase separation of the fermentation residue (pooled data from screw extractor and rotary screen separator experiments).

Bauer et al. 2009

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiotec.2009.01.016>

Ertragsanteile Grünland 2015

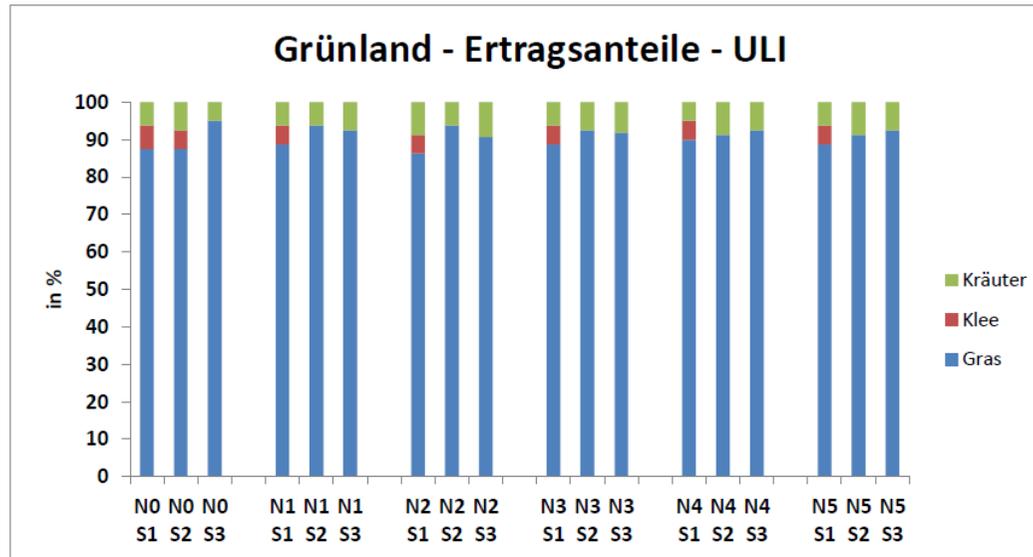


Abb. 5: Ertragsanteile im Grünland (Schnitt 1-3) auf dem ULI im Jahr 2015.

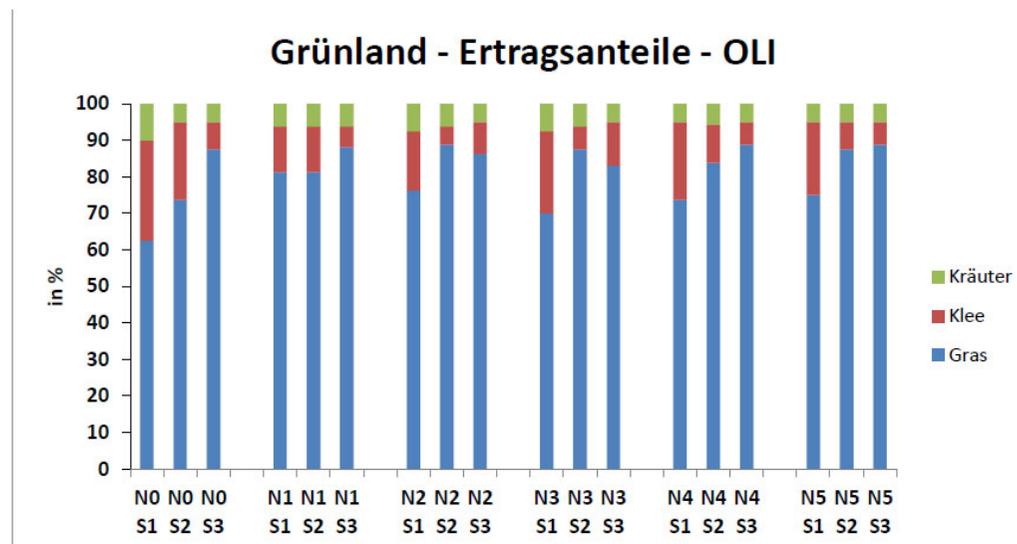


Abb. 6: Ertragsanteile im Grünland (Schnitt 1-3) auf dem OLI im Jahr 2015.

ULI 2015: zeigte einen sehr hohen Grasanteil auf: min. 85% im ersten Schnitt, danach >90%. Klee war meist nur geringfügig im ersten Schnitt jeder Düngevariante vorhanden, am meisten in der Kontrolle. Kräuter waren in jeder Düngevariante und jedem Schnitt vorhanden, jedoch nur marginal (<10%).

OLI 2015: Die Ertragsanteilschätzung im Grünland auf dem OLI zeigte einen hohen Grasanteil auf. Klee war in jeder Düngevariante und jedem Schnitt vorhanden und stellte nach dem Gras den zweitgrößten Anteil dar. Der Kleeanteil nimmt jedoch von Schnitt zu Schnitt ab. Kräuter waren ebenfalls immer vorhanden, bildeten jedoch im Vergleich zum Gras und Klee den kleinsten Anteil.

Ertragsanteile Klee gras 2015

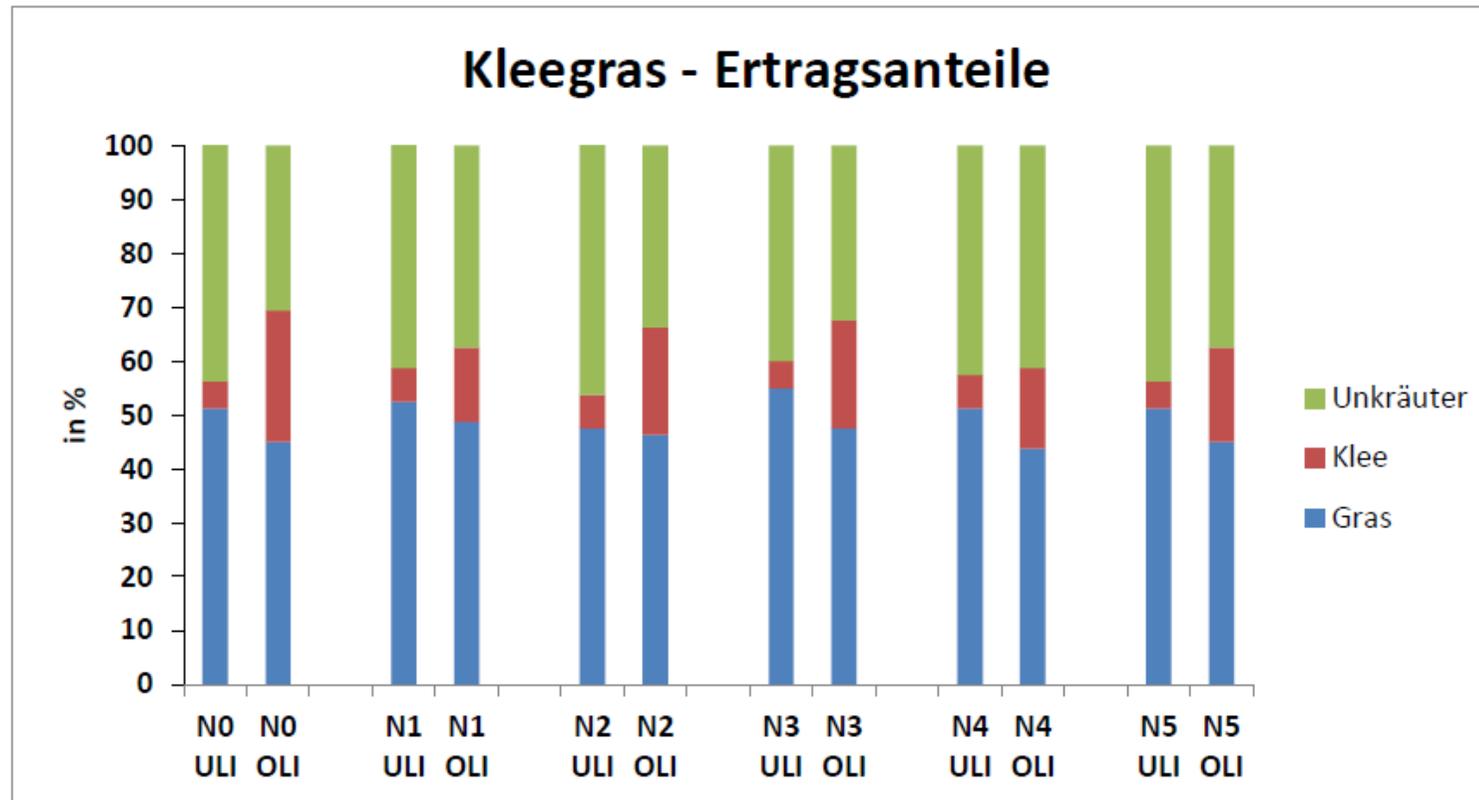


Abb. 8: Ertragsanteile in Klee gras auf dem ULI und OLI im Jahr 2015.

2015: Die Ertragsanteilschätzung für Klee gras auf dem ULI zeigte einen hohen Anteil von Gras und Unkräutern auf. Der Kleeanteil war hier geringfügig, jedoch in allen Düngevarianten vorhanden. Auf dem OLI waren die Anteile von Gras und Unkräutern ebenfalls groß, der Kleeanteil war hier im Vergleich zum ULI jedoch um einiges ausgeprägter.