

# Was kostet das kg Stickstoff frei Krume im Vergleich umweltverträglicher Düngeverfahren ?

Hermann-Josef Schumacher, Pflanzenbau - Beratung, Moers

Aufgrund der Erfahrungen mit den CULTAN-Düngungsverfahren im LAKU-Gebiet Esch an der Sauer, Lux., CULTAN - Gülle – Schlitz – Düngung, CULTAN – Gülle – Striptill -Verfahren und CULTAN – Sternrad – Verfahren, können die in der Fachliteratur dokumentierten folgenden Aussagen bestätigt werden:

- Die genannten CULTAN - Verfahren haben mit 70-95 % hohe Stickstoff-Effizienzen
- Die mineralische Kalkammon-Salpeter-Düngung haben Stickstoff-Effizienzen von 45-55 %; das bedeutet eine starke Nitrat-Auswaschungsgefahr beim KAS-Einsatz.
- Mineralische Stickstoff-Dünger, die bei ihrer Erzeugung hohe Lachgas-Ausstöße hervor rufen können, lassen sich durch die Anwendung der genannten CULTAN-Verfahren in ihrer Einsatzmenge erheblich reduzieren.
- CULTAN-Gülle-Schlitzverfahren und CULTAN-Gülle-Striptill sind auch in hohem Maße in der Lage Ammoniak-Verluste bei der Gülle-Applikation und Lachgas-Freisetzungen im Verlaufe des Jahres auf der Fläche zu reduzieren. Durch die CULTAN-Düngung wird die Nitratbildung und dadurch die Lachgas-Bildung stark eingeschränkt.
- Die CULTAN-Verfahren erhöhen gegenüber der konventionellen Düngung die Phosphor-Effizienz von 35 % auf weit über 65 %.
- Die unkontrollierte Nitrat-Aufnahme in die Pflanzen wird bei der CULTAN-Düngung stark eingeschränkt; es bildet sich stabileres Pflanzengewebe. Dadurch kann der Fungizid- und Halmverkürzer-Einsatz in landwirtschaftlichen Kulturen reduziert werden.
- Durch die Bodenapplikation beim CULTAN-Einsatz und das größere Wurzelwerk der so gedüngten Pflanzen ist die kontinuierliche Nachlieferung von Stickstoff, insbesondere bei Trockenheit, besser abgesichert. Das größere Wurzelwerk gewährleistet auch einen besseren Nährstoff-Aufschluss der Pflanzen, insbesondere bezüglich Spurennährstoffen und Phosphor.
- Durch die präzise Injektionstechnik lassen sich alle Flächen bis zur Acker-oder Grünlandgrenze ausdüngen, ohne Abstandsauflage  
Vergl. Sommer, K. 2005.

Wie der Klimaschutz-Bericht 2016 und das Umweltgutachten 2014 darstellen, ist die Landwirtschaft weit voran der stärkste Klima-Gas-Emittent von Ammoniak- und Lachgas und hat es im Gegensatz zu den Bereichen Energiewirtschaft und Verkehr, sowie industrielle Produktion nicht geschafft, die Emissionswerte im Laufe der letzten Jahre zu senken.

**Abb. 1 Fotos zu den CULTAN-Verfahren**



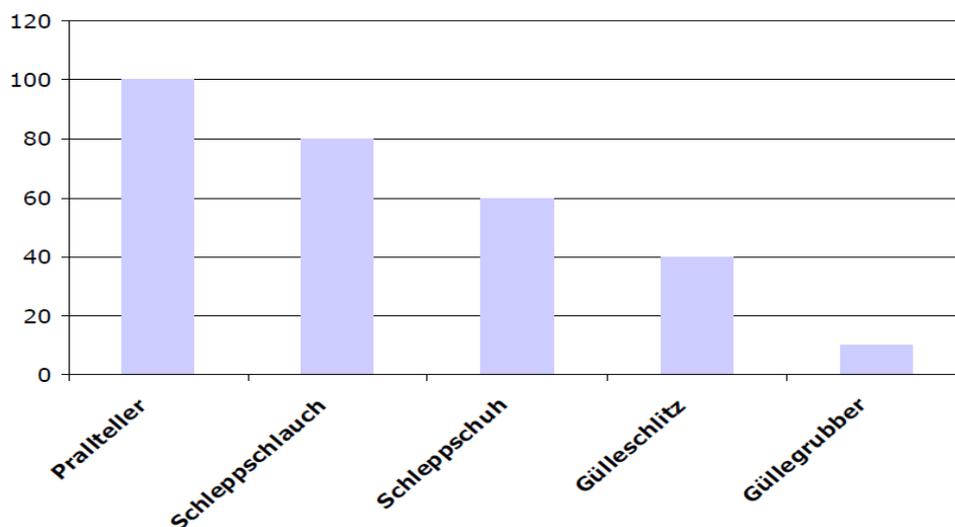
CULTAN-Sternrad-Verfahren, LU Agriloc, Lux.



Ein nicht unerheblicher Teil dieser Klimagase, die der Landwirtschaft zugerechnet werden, stammen aus der Bereitstellung von Vorleistungen für die Landwirtschaft. Hierbei ist es laut Klimabericht 2016 vor allem mit 34 % die mineralische Stickstoffdünger-Produktion, die das besonders Klima belastende Lachgas freisetzt. Es ist ca. 300 mal Klima schädlicher als CO<sub>2</sub>.

Im Bereich der direkten Landwirtschaft entstehen Klima-Gas-Emissionen vor allem bei der Ausbringung von organischem Dünger, insbesondere von Gülle mit dem Prallteller-Verfahren. Hierbei wird insbesondere Ammoniak-Gas frei.

Die Abb. 2, Döhler 2002, zeigt die Ammonium-Freisetzungspotentiale, die die verschiedenen Gülle-Applikationstechniken verursachen.



Wie die Versuchsergebnisse der Landwirtschaftlichen Fachschule Ettelbrück/Lux., vergl. Abb. 3 + 4, und die Praxiserfahrungen der LAKU-Landwirte beim Einsatz auf mehr als 5800 ha seit 2016 dokumentieren, ist mit den genannten CULTAN-Gülle-Düngeverfahren eine erhebliche Entlastung der landwirtschaftlichen Emissionen, sowohl hinsichtlich der Klimagase, als auch der Nitratbelastung des Trinkwassers zu erreichen.

**Abb. 3: Vergleich von 3 Stickstoff-Düngeverfahren zu Winterweizen, in Anlehnung an LTA Ettelbrück, Lux.**

		N-Düng. kg N/ha	Ertrag dt/ha	kg Ertrag je kg N	kg/hl	Eiweiß %	kg Eiweiß je kg N
Mineral.	2016	180	62,1	34,5	71,9	14,1	4,9
Düngung	2017	150	78,9	43,8	67,0	12,9	6,8
	2018	180	67,0	37,2	79,3	14,4	5,4
	2019	170	85,9	50,5	80,2	13,3	6,7
<b>Mittel über 4 Jahre</b>				<b>41,5</b>			<b>5,95</b>
<hr/>							
Gülle-	2016	137	59,6	43,5	71,5	13,6	5,9
Schlitz- Verfahren	2017	118	81,9	69,4	50,0	12,9	9,0
	2018	118	56,6	48,0	78,9	13,6	6,5
	2019	123	67,2	54,6	79,3	11,8	6,5
<b>Mittel über 4 Jahre</b>				<b>53,9</b>			<b>7,0</b>
<hr/>							
CULTAN-	2016	134	60,4	45,1	71,7	13,9	6,3
Gülle- Schlitz- Verfahren	2017	91	78,7	86,5	41,0	12,6	10,9
	2018	93	58,5	62,9	78,4	14,7	8,1
	2019	143	81,6	57,1	80,0	12,9	7,4
<b>Mittel über 4 Jahre</b>				<b>62,9</b>			<b>8,18</b>

**Abb. 4: Vergleich von 3 Stickstoff-Düngeverfahren zu Wintergerste, in Anlehnung an LTA, Ettelbrück, Lux**

		N-Düng. kg N/ha	Ertrag dt/ha	kg Ertrag je kg N	kg/hl	Eiweiß %	kg Eiweiß je kg N
Mineral.	2016	160	73,6	46,0	63,0	13,2	6,1
Düngung	2017	160	88,2	55,1	67,2	12,7	7,0
	2018	150	71,1	47,4	65,8	13,6	6,5
	2019	150	89,4	59,6	68,8	11,4	6,8
<b>Mittel über 4 Jahre</b>				<b>52,0</b>			<b>6,6</b>
<hr/>							
Gülle-	2016	137	70,9	51,8	71,6	12,4	6,4
Schlitz- Verfahren	2017	119	89,7	75,4	66,3	12,4	9,4
	2018	118	64,0	54,2	64,8	12,7	6,9
	2019	123	77,9	63,3	68,3	10,6	6,7
<b>Mittel über 4 Jahre</b>				<b>61,1</b>			<b>7,35</b>
<hr/>							
CULTAN-	2016	134	79,1	59,0	73,4	12,5	7,4
Gülle- Schlitz- Verfahren	2017	91	91,0	100,0	67,0	12,0	12,0
	2018	93	63,5	68,3	63,1	13,5	9,2
	2019	143	86,2	60,3	68,1	11,1	6,7
<b>Mittel über 4 Jahre</b>				<b>71,9</b>			<b>8,8</b>

**Abb. 5: CULTAN - Fläche  
im LAKU-Gebiet [ha]**

<b>Verfahren</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<b>CULTAN-Schlitzgerät</b>	<b>929</b>	<b>436</b>	<b>408</b>	<b>429</b>
<b>CULTAN-Nagelrad</b>	<b>299</b>	<b>844</b>	<b>969</b>	<b>1045</b>
<b>CULTAN-Strip-till</b>	<b>80</b>	<b>113</b>	<b>136</b>	<b>138</b>
<b>Summe</b>	<b>1308</b>	<b>1393</b>	<b>1513</b>	<b>1612</b>

Durch die Anwendung der CULTAN-Verfahren kann im Jahresverlauf die in den Betrieben anfallende Gülle optimal zu allen landwirtschaftlichen Kulturen, auch in stehende Bestände, mit hoher Stickstoff-Effizienz in den Boden eingebracht werden. Dadurch steigt die Ausnutzung des im Betrieb anfallenden organischen Stickstoffs erheblich und die Notwendigkeit des Einsatzes von mineralischen Stickstoff-Düngern kann stark reduziert werden.

Die Stickstoffdünger-Industrie ist in der Lage, im N-Dünger-Herstellungsprozess Lachgas-Katalysatoren einzusetzen, die die Lachgas-Emission bis zu 90 % reduzieren. Diese Verfahren werden vornehmlich in Westeuropa eingesetzt, vergl. Brentrup F. u.a.2018. Es ist zu fordern, die Stickstoffdünger, die Lachgas reduziert in den Markt kommen, zu kennzeichnen. Die Empfehlung an die Landwirte ist deshalb, wenn in Zukunft Nitrat-haltige Mineraldünger, z.B. Kalkammonsalpeter, zugekauft werden müssen, nur Lachgas-reduziert erzeugte Ware mit Herkunftsnachweis einzukaufen.

Der Ausstoß von Klimagasen, insbesondere Lachgas, der bei der mineralischen Stickstoff-Düngerherstellung in erheblichem Maße anfällt, wird somit erheblich vermindert.

Wasser- und Klima-Schutz muss für die Landwirte aber auch bezahlbar bleiben.

Deshalb werden im Folgenden die CULTAN-Düngungsverfahren mit denen der betriebsüblichen Dünge-Verfahren für den Getreide-, Ackergras- und Maisanbau auf der Basis „Kosten je kg N, frei Krume“ verglichen.

Als mineralische Stickstoff-Dünger werden Ammon-Sulfat-Lösung Plus (ASL) mit 14 % N, davon 2% NO<sub>3</sub>-N, 6,5 % S zu dem Saisonpreis 2019/20 von 0,79 €/kg N und Kalkammonsalpeter (KAS), 27 % N zu einem Saisonpreis von 0,83 €/kg berechnet. Die eingesetzten CULTAN-Verfahren werden von ortsansässigen Lohnunternehmen als Dienstleistung erbracht. Es wird davon ausgegangen, dass die zu vergleichenden Verfahren in einem Milchviehbetrieb, 70 ha, 100 Kühe, 2 GV durchgeführt werden. Für die betriebsübliche Düngung werden ein 12 m<sup>3</sup> Prallteller-Güllefaß, Tandemachse, 102 KW Schlepper mit 820 Betriebsstunden, und 3000 l Schleuderstreuer eingesetzt. Wenn Lohnmaschinen in den Verfahren angesetzt werden, werden die eingesparten Arbeits- und variablen

Maschinenkosten kalkulatorisch berücksichtigt. Ebenso wird der Schwefelausgleich kalkulatorisch berücksichtigt.

Die neuen AUK 472 - Fördersätze für CULTAN-Verfahren innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten, gültig ab Sommer 2019, sind im „Kasten Förderung“ in diesem Artikel nachzulesen und werden bei diesen Kalkulationen angewandt.

## Förderungsmöglichkeiten für die CULTAN – Düngung in Luxemburg ab Sommer 2019 neu geregelt

CULTAN – Verfahren Code L 1 + L 2 sind innerhalb und außerhalb, CULTAN-Verfahren Code L3 + L4 sind nur innerhalb von Wasserschutzgebieten förderfähig.

Die im folgenden vorgestellten CULTAN –Fördermöglichkeiten können für 2020 noch voraussichtlich bis Ende Januar 2020 beim SER beantragt werden.

Leistung	Program m	Förderung
Förderung der Gülle- und Jaucheausbringung mittels Schleppschlauch und Injektortechnik, sowie der Kompostierung von Festmist:	472	
Schleppschlauch und Schleppschuhtechnik	Code L1	1,5€/m <sup>3</sup> mit Max. 60€/ha
Injektortechnik inklusive Strip-Till	Code L2	1,8€/m <sup>3</sup> mit Max. 72€/ha
CULTAN-Mischung Gülle mit mineralischem Flüssigdünger	Code L3	2,0€/m <sup>3</sup> mit Max. 80€/ha
CULTAN-Nagelradverfahren	Code L4	Einmalig 20€/ha

Bei der Inanspruchnahme des AUK Programm 472 haben sich gegenüber der bisherigen Förderung nach dem Maßnahmenprogramm der LAKU einige Veränderungen ergeben:

- Die Injektortechnik ist auch außerhalb von Wasserschutzgebieten förderfähig
- Bei der Option L1 sind 100% der am Betrieb anfallenden oder durch Verträge importierte Gülle bodennah auszubringen.
- Bei der Option L2 sind mindestens 200m<sup>3</sup> im Injektor Verfahren auszubringen und die gesamte Restgülle muss bodennah (Schleppschlauch/Schuh) ausgebracht werden und wird laut L1 bezuschusst.
- Die Option L3 (Injektorverfahren mit einer Mischung von Gülle und mineralischem Flüssigdünger) sieht weder eine Mindestmenge noch die Pflicht vor, die restliche Gülle bodennah auszubringen. Für das CULTAN-Gülle-Schlitz-Verfahren und das CULTAN-Gülle-Striptill-Verfahren beträgt die Förderhöhe innerhalb von Wasserschutzgebieten 2,0 €/m<sup>3</sup> Gülle mit max. 80 €/ha. Diese Option ist mit den Optionen L1 und L2 kombinierbar. Eine Wasserschutzberatung ist bei dieser Option Pflicht.

- Bei Option L4, also dem Sternradverfahren, wird die Ausbringung nicht mehr bei jeder Überfahrt unterstützt, sondern man erhält einmal jährlich eine Zahlung von 20€/ha. Diese Option ist mit allen anderen Optionen kombinierbar. Eine Wasserschutzberatung ist bei dieser Option Pflicht.
  - Der Verpflichtungszeitraum des AUK Programm 472 beträgt 5 Jahre
- 

Die veranschlagte Datenbasis zum Nachrechnen können eingesehen werden unter [www.naturpark-sure.lu](http://www.naturpark-sure.lu), PDF Artikel **CULTAN 2019, kalkulatorische Grundlagen**. Gerne steht Ihnen Hermann-Josef Schumacher, Kontaktaufnahme unter [hermann-schumacher@gmx.net](mailto:hermann-schumacher@gmx.net), Berater der LAKU, zu Erklärungen in einem persönlichen Beratungsgespräch zur Verfügung.

In den **Verfahren 1+2** werden die **Düngung zu Winterweizen** mit einer Ertragserwartung von 75 dt/ha auf einen Boden mit 3,5 % Humus berechnet. 75 dt/ha WW haben einen N-Anspruch von 188 kg N/ha; davon werden 40 kg N/ha vom Boden geliefert, so dass 148 kg N/ha zu düngen sind.

Im **Verfahren 1, CULTAN-Gülle-Schlitz-Verfahren**, werden die 148 kg/ha in einer Gabe, Anfang März, gedüngt. Dabei werden 20 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle (x 3,6 kg N x 75 % = 54 kg N/ha) und 530 l/ha ASL plus (93 kg N/ha) in den stehenden Bestand geschlitzt.

Im **Verfahren 2**, betriebsüblich, werden **Rindergülle mit Prallteller und KAS-Düngung** mit dem Schleuderstreuer kombiniert. Der Stickstoff wird in der Gabenverteilung 70 – 30 – 38 appliziert. Zu Vegetationsbeginn werden 20 m<sup>3</sup> Rindergülle (x3,6 kg N x 50 =36 kg N/ha) mit dem Prallteller verabreicht. Diese werden ergänzt mit 1,3 dt/ha KAS mit dem Schleuderstreuer. Zum Schossen des WW werden 1,3 dt/ha KAS und in die Ähre 1,5 dt/ha KAS gestreut.

In den **Verfahren 3 + 4** werden die **Düngung zu Ackergras/Grünland** mit einer Ertragserwartung von 100 dt/ha in 4 Schnitten auf einem Boden mit 4 % Humus kalkuliert.

100 dt/ha TM Gras haben einen Stickstoffanspruch von 300 kg N/ha, wobei auf dem Standort 50 kg N/ha vom Boden im Kulturverlauf geliefert werden.

Die 250 kg N/ha zu düngende Stickstoffmenge wird zu den 4 Schnitten in der Verteilung 100 – 70 – 50 – 30 Kg N/ha aufgeteilt.

Im **Verfahren 3** werden im zeitigen Frühjahr zur Verabreichung der 100 kg N/ha zum 1. Schnitt 20 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle (x 3,6 x75 % = 54 kg N/ha) und 260 l/ha ASL plus, 46 kg N/ha, im **CULTAN-Gülle-Schlitz-Verfahren** vom Lohnunternehmer in den Boden injiziert. Zum 2. Schnitt werden mit gleicher Düngetechnik 15 m<sup>3</sup>/ha Rindergülle (x 3,6 x 75 % =32 kg N/ha) und 220 l/ha ASL plus, 39 kg N/ha, in der Summe 71 kg N/ha, gedüngt. Zum 3. Schnitt werden 280 Liter/ha ASL plus, entspricht 50 kg N/ha und zum 4. Schnitt 180 l/ha ASL plus, entspricht 31 kg N/ha; mit dem **CULTAN-Sternrad-Verfahren** durch den Lohnunternehmer ausgebracht. Im Verfahren 3, CULTAN-Gülle-Schlitz-, kombiniert mit dem CULTAN-Sternrad-Verfahren werden in der Summe 252 kg N/ha in den Boden injiziert.

Im Verfahren 4, betriebsüblich, werden Rindergülle mit Prallteller, und KAS-Düngung mit dem Schleuderstreuer kombiniert. Zum 1. Schnitt werden  $30 \text{ m}^3/\text{ha}$  Rindergülle ( $\times 3,6 \times 40 \% = 44 \text{ kg N/ha}$ ) mit Prallteller, ergänzt durch  $2 \text{ dt/ha}$  KAS,  $54 \text{ kg N/ha}$ , mit Schleuderstreuer, gedüngt. Der Stickstoff-Anspruch von  $70 \text{ kg N/ha}$  zum 2.Schnitt und  $50 \text{ kg N/ha}$  zum 3. Schnitt wird mit  $2,5 \text{ dt KAS/ha}$ ,  $68 \text{ kg N/ha}$ , bzw. mit  $2 \text{ dt/ha}$  KAS,  $54 \text{ kg N/ha}$ , gedeckt. Zum 4. Schnitt werden  $20 \text{ m}^3/\text{ha}$  Rindergülle mit dem Prallteller ( $\times 3,6 \times 40 \% = 25 \text{ kg N/ha}$ ) gedüngt. Somit werden im Verfahren 4, betriebsüblich, für  $100 \text{ dt TM/ha}$   $254 \text{ kg N/ha}$  appliziert.

In den Verfahren 5 + 6 werden die Düngung zu Silomais mit einer Ertragserwartung von  $450 \text{ dt/ha}$  Frischmasse, bzw.  $135 \text{ dt TM/ha}$  auf einem Boden mit  $3,5 \%$  Humus berechnet. Vor Silomais wird eine Zwischenfrucht zur Nährstoffkonservierung angebaut. Die  $135 \text{ dt/ha}$  Silomais-TM haben einen Stickstoffanspruch von  $190 \text{ kg N/ha}$ ;  $40 \text{ kg N/ha}$  liefert der Boden nach und  $20 \text{ kg N/ha}$  konserviert die Zwischenfrucht. Somit verbleibt ein zu düngender Stickstoffanspruch von  $130 \text{ kg N/ha}$ .

Im Verfahren 5 wird die CULTAN-Gülle- Striptill-Düngung kalkuliert. Dabei werden in einem Arbeitsgang in den Zwischenfruchtbestand Streifenbodenbearbeitung zur Saatgutablage und CULTAN-Gülle- Stickstoffdüngung, RTK-unterstützt, durchgeführt. Bei der Maisaussaat werden  $1,5 \text{ dt/ha}$  DAP-Unterfuss-Düngung mit  $27 \text{ kg N/ha}$  appliziert. Die verbleibenden, notwendigen  $103 \text{ kg N/ha}$  werden mit  $25 \text{ m}^3/\text{ha}$  Rindergülle ( $\times 3,6 \times 75 \% = 68 \text{ kg N/ha}$ ) und  $200 \text{ Liter/ha}$  ASL plus,  $35 \text{ kg N/ha}$ , gedeckt. Neben den neuen CULTAN – und bekannten Zwischenfrucht-Fördermöglichkeiten sind bei diesem Verfahren noch Förderungen für Reduzierte Bodenbearbeitung,  $100 \text{ €/ha}$ , reduzierte N-Düngung,  $225 \text{ €/ha}$ , und Herbizid als Bandspritzung,  $175 \text{ €/ha}$  möglich, sind aber in diese Berechnungen nicht eingeflossen.

Im Verfahren 6, betriebsüblich, werden  $35 \text{ m}^3/\text{ha}$  Rindergülle per Prallteller ( $\times 3,6 \times 50 \% = 63 \text{ kg N/ha}$ ),  $27 \text{ kg N/ha}$  mit der Unterfußdüngung und  $41 \text{ kg N/ha}$  mit  $1,5 \text{ dt KAS/ha}$  gedüngt.

In der Abb. 6 sind die Kostenvergleiche übersichtlich dargestellt. Sie zeigen, dass die Verfahren der CULTAN- Düngung im Weizen- und Silomais -Anbau gegenüber „Betriebsüblich“ erheblich kostengünstiger, Wasser und Klima schonend sind. Lediglich außerhalb von Wasserschutzgebieten ist das Verfahren CULTAN-Düngung um  $4 \text{ Cent/kg N}$ , frei Krume teuren als das betriebsübliche Stickstoff-Düngeverfahren. Innerhalb von Wasserschutzgebieten ist es aber wieder um  $7 \text{ Cent/kg N}$  kostengünstiger. Die Wasser- und Klimavorteile, auch in diesem Verfahren, sind mit der Einsparung von  $24 \text{ kg Nitrat – Mineraldünger – Stickstoff}$ , durch die erheblich bessere Gülle-Stickstoff-Ausnutzung, liegen klar auf der Hand.

Wenn man das auf der betrieblichen Ebene betrachtet, –  $70 \text{ ha LF}$ ,  $100$  Stück Milchvieh mit Nachzucht,  $2 \text{ GV}$ ,  $20 \text{ ha}$  Getreide,  $30 \text{ ha}$  Grünland/Ackergras,  $20 \text{ ha}$  Silomais - spart der Landwirt, der die CULTAN – Gülle – Verfahren einsetzt,  $2500 \text{ €/Jahr}$  an Düngungskosten ein und kann gleichzeitig erhebliche betriebliche Arbeitskapazität für seinen Hauptbetriebszweig „Milchvieh-Haltung freisetzen.

**Abb. 6 – Kostenvergleich betriebsübliche N-Düngung mit AUK  
geförderte CULTAN-Düngung inner- u. außerhalb von Wasserschutz-  
Gebieten zu W-Weizen, Grünland/Ackergras und Silomais**

Verfahren	1 AUK	2 bü	3 AUK	4 bü	5 AUK	6 bü
<hr/>						
Euro/kg N frei Krume						
außerhalb WG	0,95	1,40	1,40	1,36	1,08	1,43
Innerhalb WG	0,93	1,40	1,29	1,36	1,04	1,43
<hr/>						
anrechenbare kg N/ha	148	147	252	254	130	131
Gülle-N in kg N/ha	54	36	86	64	68	63
Mineraldünger-N kg N/ha	94	111	166	190	62	68
<b>Einspar. min.-N in kg N/ha</b>						
<b>Verfah. 1-&gt;2; 3-&gt;4; 5-&gt;6</b>	<b>-17</b>		<b>-24</b>		<b>-6</b>	

Bezüglich des Wasserschutzes werden im Beispielsunternehmen 1150 kg stark auswaschungsgefährdetes Nitrat-Dünger - Stickstoff/Jahr, bzw. z.B. 4.250 kg/ Jahr Kalkammonsalpeter eingespart.

Bezüglich des Klimaschutzes wird dadurch die Entstehung von 20,8 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent eingespart. Geht man davon aus, dass ein Mittelklasse-PKW mit 6 Liter Dieserverbrauch pro 100 km und einer Fahrleistung von jährlich 15.000 km 2,385 t CO<sub>2</sub>/Jahr ausstößt, vergl. Sustainable agriculture and soil conservation – SoCo 2009, wird auf dem Betrieb das CO<sub>2</sub>-Äquivalent von 9 PKW jährlich eingespart.

Rechnet man das Ganze auf das LAKU-Gebiet mit 6850 ha LF hoch, davon 2000 ha Getreide, 3900 ha Grünland/Ackergras und 620 ha Mais, spart die Landwirte der Region, der die CULTAN – Gülle – Verfahren einsetzen, rund 275.000 €/Jahr an Düngungskosten ein.

Es werden im Vergleich der hier berechneten CULTAN-Düngungsverfahren (1.273 t CO<sub>2</sub> - Äquivalent/Jahr ) zu den dargestellten betriebsüblichen Düngungsverfahren ( 3.530 t CO<sub>2</sub> – Äquivalent/Jahr ) 2.258 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr, oder der CO<sub>2</sub> Ausstoß von 946 PKW jährlich eingespart, berechnet i.A. Hoxha, A. u. Christenden, B., IFS, 2019.

## Fazit

Mit Hilfe der in diesem Artikel dargestellten Düngeverfahren CULTAN-Gülle-Schlitzen, CULTAN-Gülle-Striptill und CULTAN-Sternrad-Verfahren lassen sich in jedem landwirtschaftlichen Unternehmen die Stickstoff-Effizienz der eigenen oder zugekauften Gülle/Gärreste erheblich steigern und Umwelt verträglich die Stickstoffkosten je kg N frei Krume senken. Die aus der Viehhaltung anfallenden organischen Dünger können ökonomisch, sowie aus der Sicht des Wasser- und Klimaschutzes Umwelt verträglich angewendet und ggf. umverteilt werden. Die Nitrat haltigen Mineraldünger –

Anwendungen werden erheblich eingeschränkt und so deren Umweltnachteile aus ihren Herstellungsprozessen und ihren pflanzenbaulichen Anwendungen verhindert.

CULTAN – Düngung ist somit ein wichtiger Weg zu einem bezahlbaren Wasser- und Klimaschutz mit der Landwirtschaft und sie ist preiswerter als die herkömmlichen Düngungsverfahren. Deshalb sollten alle Landwirte, innerhalb und außerhalb der Wasserschutzgebiete, die neuen Fördermöglichkeiten, AUK 472, in Anspruch nehmen. Die Anträge für 2020 können noch bis Ende Januar 2020 beim SER gestellt werden.

Mit den dargestellten Düngungsverfahren Erfahrungen zu sammeln wird um so wichtiger, wenn man weiß, dass die Gülle-Prallteller-Ausbringung in ganz Luxembourg 2025 verboten wird.

Die dargestellten CULTAN-Gülle-Verfahren sind kostengünstiger als die bisherigen betriebsüblichen Düngeverfahren, wenn sie im überbetrieblichen Maschineneinsatz über Dienstleister/ Lohnunternehmer oder Maschinengemeinschaften angewendet werden. Deshalb ist es zu empfehlen frühzeitig auf Lohnunternehmern der eigenen Wahl zuzugehen und z.B. über vertragliche Vereinbarungen die zukünftige Düngerausbringung - eine Eigenmechanisierung dieser Düngungsverfahren ist zu teuer - , abzusichern. Dadurch können Lohnunternehmer, aber auch Maschinengemeinschaften, die notwendige Maschinenausstattung planen und mit guter ökonomischer und Maschinen-Einsatz-Effizienz investieren und die Landwirte sicher sein, dass ihre betriebsspezifische Düngung Frist und Fach gerecht durchgeführt wird.

## Literatur

- Hoxha A. and Christensen B. IFS 2019, The carbon footprint of fertilizer production
- Brentrup F., u.a.2018, Update carbon footprint values for mineral fertilizer ...
- Klimaschutzbericht, D, 2016
- Umweltschutzbericht, D, 2014
- Döhler,2002, NH3 Minderungspotential unterschiedlicher Gülle-Applikationstech.
- Sustainable agriculture and soil conservation – SoCo 2009  
Factsheet 3: Rückgang der organischen Substanz im Boden  
Factsheet 5: konservierende Bodenbearbeitung
- Sommer, K. 2005 , CULTAN-Düngung, Verlag: Th. Mann, 45894 Gelsenkirchen-Buir

Hermann-Josef Schumacher

Uerdinger Str. 13

D 47441 Moers

Tel: 0049 170 73 15 483

[Hermann-schumacher@gmx.net](mailto:Hermann-schumacher@gmx.net) , [www.pv-pm.de](http://www.pv-pm.de)

## Datenbasis betriebliche Ausgangssituation, Gülleanfall, variable Maschinenkosten, Lohnunternehmerkosten, Düngerkosten, Faktoren zur Berechnung von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten von Mineraldüngern, Beschreibung der Verfahren 1-6,

- Betrieb 70 ha, 2 GV; FF 20 ha Getreide, 20 ha Silomais, 30 ha Grünland/Ackergras
- Es fallen jährlich 2.100 m<sup>3</sup> RG an ( 100 kühe x 21 m<sup>3</sup>/Kuh)- Ausbringung siehe Verfahrensbeschreibung
- 40 GV Jungviehaufzucht steht auf Tretmist wird zur Zwischenfrucht und Grünland platziert, ist im betrieblichen System bei der Nährstoff-Konservierung „Zw.fr. vor Mais berücksichtigt, ist im Vergleich in beiden Varianten LU/bü gleich angesetzt.
  
- Schlepper, 102 kw, 820 Betriebsstd
  - ✓ Jährl. Fixkosten -> 6800 €
  - ✓ Jährl- variable Kosten -> 7442 € : 820 Sh = 9 €/h
  - ✓ Jährl. Gesamtkosten -> 13.942 €/a
  - ✓ Dieserverbrauch 13,5 l/ha X 1€/l = 13,50 €/ha
- Personalkosten -> 20 €/Akh
- Schleuderstreuer + Schlepper -> 3.000 l auf 180 ha
  - ✓ AKh/ha = 0,3 Akh
  - ✓ Variable Kosten ->135 €/a : 180 ha = 0,75 €/ha
  - ✓ 0,3 SH X 9 €/Sh = 2,70 €/ha
  - ✓ Var. Kosten des Verfahrens 3,45 €/ha
- Güllefass + Schlepper, 12 m<sup>3</sup>, Tandem, 5 km Hof-Feld-Entfernung, 100 ha/a
  - ✓ 1 Akh/ha
  - ✓ Variable MK Güllefass -> 1.200 €/a -> : 100 ha = 12 €/ha
  - ✓ Akh = 20 €/ha
  - ✓ Var. SK/ha = 9 €/ha
  - ✓ Var. Gesamtkosten des Verfahrens = 41 €/ha
- Eigenmechanisierung Schleuderstreuer vergl. Maschinenring -> 16 €/ha
- Eigenmechanisierung Güllefass, vergl Maschinenring -> 2,50 €/m<sup>3</sup>
- Sternrad-Verfahren LU -> 40 €/ha
- Transport ASL/ Gülle zum Feldrand -> 50 €/ha
- Gülle-Schlitz-Verfahren Holmer -> 63,30 €/ha
- Gülleinjektion je m<sup>3</sup> -> 1,36 €/m<sup>3</sup>
- Dosierpumpe komplett incl. Bedienung ->1,37 €/m<sup>3</sup>
- Schwefelkosten,
  - Vergleichspreis. abgeleitet aus Ammonsulfatsalpeter -> 0,34 €/kg S
- Mineraldüngerkosten KAS/DAP -> 0,83 €/kg N
- Mineraldüngerkosten ASL Plus , 6,5 % S -> 0,64 €/kg N
- Fördergelder im Wasserschutz Bodeninjektion -> 2 €/m<sup>3</sup>, max.80 €/ha

- Fördergelder außerhalb Wasserschutz Bodeninj. -> 1,80 €/m<sup>3</sup>, max. 72 €/ha
- Fördergelder Sternrad, nur im Wasserschutz -> 1 X pro Jahr 20 €/ha

### Faktoren zur Berechnung von CO<sub>2</sub>-Äquivalenten

- Zu Kalkammonsalpeter -> 0,95
- Zum AHL-Anteil im ASL plus -> 0,78

### Verfahren 1 – W. Weizen – CULTAN-Gülle-Schlitzen,

75 dt/ha Ertrag, 3,5 % Humus.

-> eine CULTAN-Gülle-Gabe

-> 20 m<sup>3</sup> RG -> x 3,6 kg N x 0,75 = 54 kg N/ha  
 530 l/ha ASL + = 94 kg N/ha

148 kg N/ha

- **Maschinenkosten**
  - ✓ Holmer = 63,30 €/ha
  - ✓ Transport Gülle+ASL = 50 €/ha
  - ✓ Injektor , 20 m<sup>3</sup> X 1,36 €/m<sup>3</sup> = 27,20 €/ha
  - ✓ Dosierpumpe 20 m<sup>3</sup> x 1,37 €/m<sup>3</sup> = 27,40 €/ha
  - ✓ Gesamt-MK = 168 €/ha
- **Kosten min. Dünger -> 94 kg/ha ASL-N = 60 €/ha**
- **Gesamtkosten Verfahren 1 228 €/ha**

Innerhalb Wasserschutz	außerhalb Wasserschutz
abzü. Förd. 20 m <sup>3</sup> /ha x 2€/ha = - 40 €	20 m <sup>3</sup> /ha x 1,8 € = -36 €/ha
abzü. Var MK Gülle - 41 €	dito - 41 €/ha
abzü. var MK Schleuderstr. - 10 €	dito - 10 €/ha
- 91 €/ha	- 87 €/ha
• <u>berein. Gesamtk. Verf. 1 137 €/ha</u>	<u>141 €/ha</u>
• <u>dividiert 148 kg N/ha 0,93 €/kg N</u>	<u>0,95 €/kg N</u>

Verfahren 2 – W.Weizen – betriebsüblich,

75 dt/ha Ertrag, 3,5 % Humus

Stickstoff-Gaben-Aufteilung 70 – 30 – 38 kg N/ha

- 1. Gabe  $20 \text{ m}^3/\text{ha}$  RG  $\rightarrow 3,6 \text{ kgN/m}^3 \times 0,5 = 36 \text{ kg N/ha}$   
+ 1,3 dt/ha KAS = 35 kg N/ha  
71 kg N/ha
- 2. Gabe  $\rightarrow 1,3 \text{ dt/ha}$  KAS 35 kg N/ha
- 3. Gabe  $\rightarrow 1,5 \text{ dt/ha}$  KAS 41 kg N/ha
- Gesamtmenge N/ha 147 kg N/ha

Maschinenkosten

- $20 \text{ m}^3$  Gülle, Eigenmech.  $\times 2,50 \text{ €/m}^3 = 50 \text{ €/ha}$
- 3 X Schleuderstr, Eigenm.  $\times 16 \text{ €/ha} = \underline{48 \text{ €/ha}}$   
98 €/ha

Düngerkosten

- $111 \text{ kg N/ha}$  aus KAS  $\times 0,83 \text{ €/ha} = 92 \text{ €/ha}$
- Schwefelausgleich,  $43 \text{ kg S/ha} \times 0,34 \text{ €/kg} = \underline{15 \text{ €/ha}}$   
107 €/ha
- Gesamtkosten Verfahren 2 205 €/ha
- Dividiert durch  $147 \text{ kg N/ha}$  1,40 €/kg N

### Verfahren 3 – Ackergras/Grünl., 100 dt/ha TM in 4 Schnitten,

CULTAN-Gülle-Schlitzen + Sternrad, Boden 4 % Humus

Stickstoff-Entzug -> 300 kg N/ha minus 50 kg N/ha aus Boden = zu Düngen 250 kg N/ha

Aufteilung zu 4 Schnitten -> 100 – 70 – 50 – 30 kgN/ha

- 1. Schitt -> 20 m<sup>3</sup>/ha RG -> x 3,6 kg N/m<sup>3</sup> x 0,75 = 54 kg N/ha  
->+ 260 l/ha ASL + = 46 kg N/ha  
100 kg N/ha
- 2. Schnitt -> 15 m<sup>3</sup>/ha RG -> x 3,6 kg N/ha x 0,75 = 32 kg N/ha  
->+ 220 l/ha ASL + = 39 kg N/ha  
71 kg N/ha
- 3. Schnitt -> Sternrad, 280 l/ha ASL+ = 50 kg N/ha
- 4. Schnitt -> Sternrad, 220 l/ha ASL+ = 31 kg N/ha
- Gesamt Stickstoff = 252 kg N/ha  
=====

#### Maschinenkosten

- 1. Schnitt -> Gülle – Schlitz-Technik = 168 €/ha
- 2.Schnitt -> Gülle – Schlitz-Technik = 154 €/ha
- 3.Schnitt -> Sternrad –Technik = 40 €/ha
- 4.Schnitt -> Sternrad –Technik = 40 €/ha  
402 €/ha

#### Düngerkosten

- 166 kg N/ha aus ASL+ X 0,64 €/ha = 106 €/ha
- Gesamtkosten Verfahren 2 = 508 €/ha

#### Innerhalb Wasserschutz

#### außerhalb Wasserschutz

abzü. Förd. 35 m<sup>3</sup>/ha x 2€/ha = - 70 €

35 m<sup>3</sup>/ha x 1,8 € = -63 €/ha

Sternrad 1 x 20 €/ha = - 20 €/ha

abzü. Var MK Gülle 2 x 41 €/ha - 82 €

dito -82 €/ha

Schleuderstr. 3 x 3,45€/ha-10 €

dito - 10 €/ha

- 182 €/ha

- 155 €/ha

- berein. Gesamtk. Verf. 3 326 €/ha

353 €/ha

- dividiert 252 kg N/ha 1,29 €/kg N

1,40 €/kg N

## Verfahren 4 – Ackergras/Grünl., 100 dt/ha TM in 4 Schnitten,

betriebsüblich, Boden 4 % Humus

Stickstoff-Entzug -> 300 kg N/ha minus 50 kg N/ha aus Boden = zu Düngen 250 kg N/ha

Aufteilung zu 4 Schnitten -> 100 – 70 – 50 – 30 kgN/ha

- |  |   |                   |
|--|---|-------------------|
| • 1. Schitt -> 27 m <sup>3</sup> /ha RG -> x 3,6 kg N/m <sup>3</sup> x 0,4 | = | 39 kg N/ha        |
| > 2,5 dt/ha KAS  | = | <u>68 kg N/ha</u> |
|  |   | 107 kg N/ha       |
| • 2. Schnitt -> 2,5 dt/ha KAS  | = | 68kg N/ha         |
| • 3. Schnitt -> 2,0 dt/ha KAS  | = | 54 kg N/ha        |
| • 4. Schnitt -> 20 m <sup>3</sup> RG -> x 3,6 m <sup>3</sup> x 0,4         | = | <u>25 kg N/ha</u> |
| • Gesamt Stickstoff  | = | 254 kg N/ha       |
|  |   | =====             |

### Maschinenkosten

- |   |   |                |
|---|---|----------------|
| • 47 m <sup>3</sup> Gülle, Eigenmech. X 2,50 €/m <sup>3</sup> | = | 118 €/ha       |
| • 3 X Schleuderstr, Eigenm. X 16 €/ha                         | = | <u>48 €/ha</u> |
|   |   | 166 €/ha       |

### Düngerkosten

- |   |   |                    |
|---|---|--------------------|
| • 190 kg N/ha aus KAS X 0,83 €/ha           | = | 158 €/ha           |
| • Schwefelausgleich, 62 kg S/ha x 0,34 €/kg |   | <u>21 €/ha</u>     |
|   |   | 179 €/ha           |
| • Gesamtkosten Verfahren 2                  |   | <u>345 €/ha</u>    |
| • Dividiert durch 254 kg N/ha               |   | <u>1,36 €/kg N</u> |

## Verfahren 5 –Silomais mit CULTAN-Gülle-Striptill u. Unterfußd. mit vorgelagerter Zwischenfrucht

450 dt/ha FM, entspr. 135 dt/ha TM, Boden mit 3,5 % Humus

190 kg/ha N-Entzug – 40 kg N/ha aus Boden, - 20 kg N/ha konserv. Über Zw-Fr.

Düngerbedarf = 130 kg N/ha

### CULTAN – Gülle –Striptill

25 m <sup>3</sup> /ha RG x 3,6 kg N/m <sup>3</sup> x 0,75	=	68 kg N/ha
+ 200 l/ha ASLplus		35 kg N/ha
UF, 1,5 dt/ha DAP		<u>27 kg N/ha</u>
		<b>130 kg N/ha</b>

### Maschinen kosten

Striptill		135 €/ha
Gülle- ASL-Transport zum Feldrand		<u>50 €/ha</u>
		<b>185 €/ha</b>

### Düngerkosten

35 kg N/ha x 0,64 €/kg N	=	22 €/ha
27 kg N/ha x 0,83 €/kg N		<u>22 €/ha</u>
		<b>44 €/ha</b>

**Gesamtkosten Verfahren 5** **229 €/ha**

### Innerhalb Wasserschutz

### außerhalb Wasserschutz

abzü. Förd. 25 m <sup>3</sup> /ha x 2€/ha = - 50 €		25 m <sup>3</sup> /ha x 1,8 € = - 45 €/ha
abzü. Var MK Gülle 1 x 41 €/ha - 41 €		dito - 41 €/ha
Schleuderstr. 1x 3,45€/ha - 3 €		dito - 3 €/ha

94 €/ha

89 €/ha

- berein. Gesamtk. Verf. 3 140 €/ha
- dividiert 252 kg N/ha 1,08 €/kg N

## Verfahren 6 –Silomais, betriebsüblich u. Unterfußd. mit vorgelagerter Hauptfrucht mäßig bestellt Zwischenfrucht

450 dt/ha FM, entspr. 135 dt/ha TM, Boden mit 3,5 % Humus  
190 kg/ha N-Entzug – 40 kg N/ha aus Boden, - 20 kg N/ha konserv. Über Zw-Fr.  
Düngerbedarf = 130 kg N/ha

### CULTAN – Gülle –Striptill

35 m <sup>3</sup> /ha RG x 3,6 kg N/m <sup>3</sup> x 0,5	= 63 kg N/ha
UF, 1,5 dt/ha DAP	27 kg N/ha
1,5 dt/ha KAS	<u>41 kg N/ha</u>
	131 kg N/ha

### Maschinen kosten, Eigenmechanisierung

35 m <sup>3</sup> Gülle x 2,50 €/m <sup>3</sup>	89 €/ha
1 x KAS streuen	<u>16 €/ha</u>
	95 €/ha

### Düngerkosten

UF, 27 kg N/ha + 41 kg N/ha KAS-N x 0,83 €/kg N	56 €/ha
Schwefelausgleich 16 kg/ha x 0,34 €/kg	<u>6 €/ha</u>
	62 €/ha

### Mehrkosten Bodenbearbeitung

Saatbettbereitung	30 €/ha
-------------------	---------

Gesamtkosten Verfahren 6 187 €/ha

Dividiert durch 131 kg N/ha

Kosten /kg N frei Krume **1,43 €/kg N**