

CUT & CARRY – PRAXISLEITFADEN

EIN VERFAHRENSÜBERBLICK ZUM DÜNGEN
MIT SPROSSMASSE: ERFAHRUNGEN
AUS BERATUNG UND VERSUCHSWESEN



Mit Ergebnissen aus:

Leitbetriebe
Ökologischer
Landbau
in NRW

WRRL NRW
Landwirtschaft & Gartenbau

NutriNet

Demonet
Klee
Luz
Plus

CUT & CARRY – PRAXISLEITFADEN

**Ein Verfahrensüberblick zum Düngen mit Sprossmasse:
Erfahrungen aus Beratung und Versuchswesen**

Version 1.6 vom 02.06.2026

Mitwirkende Autorinnen und Autoren:

Daniel Gärttling, Pascal Gerbaulet, Dr. Ute Perkons, Dr. Sebastian Glowacki,
Sophie Knobelsdorf, Franz-Theo Lintzen, Dr. Claudia Hof-Kautz, Dominic Baron

KONTAKT

www.oekolandbau.nrw.de

Wir danken Dr. Konrad Egenolf,
Stephan Junge, Christoph Stumm
und Klaus van Zadelhoff für
das gewissenhafte und kritische
Gegenlesen des Entwurfs.



Titelseite: Bild: Gerbaulet; Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW werden gefördert durch das Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MLV); Projekte NutriNet und DemoNet KleeLuzPlus werden gefördert durch das Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.



INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	5
2. Definition und Abgrenzung	5
2.1. Definition und Beschreibung	5
2.2. Abgrenzung zum Transfermulch-Verfahren	5
2.3. Szenarien der Nutzung	7
3. Potential des Cut & Carry-Verfahrens	8
3.1. Klee gras in der Öko-Fruchtfolge	8
3.2. Stickstoffeffizienz verschiedener Klee gras-Nutzungsarten	9
3.3. Nährstoffverhältnisse von Düngern für den Ökologischen Gemüsebau	10
4. Von der Geberfläche ...	12
4.1. Arten- und Mischungswahl	12
4.2. Aufwuchsschätzung	12
4.3. Bestimmung des Trockenmassegehalts (TM)	14
4.4. Schätzung des Stickstoff- und Kohlenstoffgehaltes	15
5. ... zur Nehmerfläche	17
5.1. Kulturwahl	17
5.2. Anrechenbarkeit von Klee grasdüngung	17
5.3. Zeitliche Synchronisierung von Aufwuchs und Düngebedarf	18
5.4. Mengenplanung im Überblick	18
5.5. Substratbergung und -ausbringung	19
5.6. Einarbeitung und Etablierung der Nehmerkultur	21

6. Pflanzenbauliche Erfahrungen und Versuchsergebnisse zum Einsatz von Cut & Carry mit Klee und Luzerne	22
6.1. Versuche aus den Leitbetrieben NRW und vom Versuchszentrum Gartenbau Köln-Auweiler	22
6.2. NutriNet NRW: Test von Kombinationsdüngung und Schnittzeitpunkt	24
6.3. Weitere wissenschaftliche Untersuchungen zum Thema	24
6.4. Weißkohl und Rosenkohl in WRRL-Modellbetrieben	25
7. Ökonomische Betrachtung	27
7.1. Düngerwert von Klee gras	27
7.2. Ökonomische Stickstoffeffizienz der Klee grasnutzung	27
7.3. Kosten verschiedener Cut & Carry-Verfahren im Vergleich	27
8. Der Weg zur betriebsindividuellen Lösung	28
8.1. Integration in die betriebliche Düngestrategie	28
8.2. Alternativen/Erweiterungen zur Cut & Carry-Nutzung	29
9. Integration von Cut & Carry in einen Beispielbetrieb	30
9.1. Ausgangssituation	30
9.2. Annahmen	30
9.3. Zuteilung	30
9.4. Bilanzierung	31
9.5. Ökonomische Bewertung	32
10. Neugierig geworden? – Unsere Beratungsangebote	33
11. Literatur	34

Die im Rahmen dieser Broschüre entwickelten Excel-Tools sind unter oekolandbau.nrw.de frei zum Download verfügbar:



C&C-Manager
([Link](#))



C&C-Ökonom
([Link](#))

1. EINLEITUNG

Der Anbau von Klee und Luzerne in Mischung mit Gras oder als Reinsaat ist ein zentrales Fruchtfolgeelement im ökologischen Landbau: Neben der Reduktion von Wurzelunkräutern, dem Aufbau organischer Substanz, Bodenruhe und vielen darauf aufbauenden Umweltleistungen bildet der über Knöllchenbakterien fixierte Stickstoff die Grundlage zur Ernährung der nachfolgenden Kulturen. Besonders in Öko-Betrieben ohne Wiederkäuer oder Biogasanlage ist eine sinnvolle Nutzung schwierig, weshalb der Klee-grasanbau oft reduziert und der Aufwuchs gemulcht wird. Da die Stickstoff-Fixierung am höchsten ist, wenn die Sprossmasse abgefahren wird, empfiehlt sich jedoch eine Nutzung des Aufwuchses. Daher kann es aus wirtschaftlicher wie auch aus Nährstoff-

kreislauf-Sicht angebracht sein, die Sprossmasse zur Düngung einer Kultur zu verwenden.

Im vorliegenden Praxisleitfaden soll diese Art der Nutzung mit ihren Potentialen, Herausforderungen und Stellschrauben dargelegt werden. Dazu wurden Erfahrungen aus eigenen Arbeiten, Praxiserfahrungen und wissenschaftlichen Publikationen miteinander verknüpft. Ziel soll sein, das System kennenzulernen und die Hemmschwelle zum Einsatz im eigenen Betrieb (z. B. zunächst auf Teil- und Restflächen) zu senken. Begleitend wurden zwei Excel-Tools zum Schnitt- und Düngungsmangement sowie zur Ökonomie entwickelt, die eine professionelle Anwendung ermöglichen (s. grüner Kasten oben).

2. DEFINITION UND ABGRENZUNG

2.1. Definition und Beschreibung

Beim System „Cut & Carry“ wird frischer Pflanzenaufwuchs auf einer „Geberfläche“ gemäht und auf einer „Nehmerfläche“ als Dünger ausgebracht¹. Futterpflanzen wie Grünroggen, Wicktriticale oder Klee- und Luzernegras sind besonders dafür geeignet.

Für die Substraternte auf der Geberfläche kommt herkömmliche Futtererntetechnik (Häckselkette, Ladewagen) zum Einsatz. Je nach Verfahren und Einsatzzweck wird das Substrat direkt ausgestreut, am Feldrand umgeladen oder zur späteren Ausbringung siliert. Die Ausbringung erfolgt meist vor der Saat/Pflanzung der „Nehmerkultur“, sodass eine Einarbeitung möglich ist.

2.2. Abgrenzung zum Transfermulch-Verfahren

Die folgende begriffliche Abgrenzung ist nicht in der gesamten Branche verbreitet und mag damit im Widerspruch zu anderer Literatur stehen. Nach Ansicht der Autorinnen und Autoren ist eine funktionelle Trennung der beiden Verfahren nötig, die so auch in der Beratung des Ökoteams der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (LWK NRW) verwendet wird.

Beim Klee-grastransfer können mit **Cut & Carry** und **Transfermulch** zwei Systeme beschrieben werden, die sich in ihrer Zielstellung grundsätzlich unterscheiden. Während bei Cut & Carry die Folgekultur auf der Nehmerfläche gedüngt werden soll, zielt

CUT & CARRY

Ziel:
Düngung mit hoher
Pflanzenverfügbarkeit
von N



- Schneller Abbau → Enges C/N-Verhältnis → Leguminosen
- Wenig Struktur
- Geringe Häcksellänge
- Direkte Einarbeitung
- Ausbringung meist vor Saat/Pflanzung

TRANSFERMULCH

Ziel:
Bodenbedeckung für
Unkrautunterdrückung,
Wassersparen, Bodentemperatur



- Langsamer Abbau → Weites C/N-Verhältnis → Grasartige
- Viel Struktur
- Lange Häcksellänge
- Keine Einarbeitung
- Ausbringung in die Kultur

Abbildung 1: Vergleich der Anforderungen von Cut & Carry und Transfermulch an das ausgebrachte Substrat.

Transfermulch darauf ab, durch eine oberflächliche Mulchschicht positive Effekte in der Kulturführung zu erreichen. Dazu gehören das Unterdrücken von Beikraut, die Verringerung der oberflächlichen Bodentemperatur und der Verdunstung. Mit dieser Veränderung des Mikroklimas werden oft positive Effekte auf Krankheits- und Schädlingsdruck verbunden.

Die grundsätzlich verschiedene Zielstellung sorgt auch für unterschiedliche Ansprüche an die Substrate (vgl. [Abbildung 1](#)): Um beim **Transfermulch** eine möglichst dauerhafte, durchlüftete Mulchschicht zu erreichen, ist ein weites C/N-Verhältnis im Substrat mit viel Struktur nötig – es sollte also auf einen hohen Gras-/Getreideanteil und eine lange Häcksellänge geachtet werden. Nach der Ausbringung erfolgt keine Einarbeitung. Am bekanntesten ist die Anwendung in Kartoffeln (Ausbringung nach Pflanzung)

und im gärtnerischen Gemüsebau (Ausbringung vor Pflanzung). Zum Transfermulch-Verfahren wurden bereits verschiedene Broschüren erstellt, beispielhaft sei hier auf den ÖKORING Schleswig-Holstein (2025)² und das DLR Rheinland-Pfalz (2024)³ verwiesen.

Bei **Cut & Carry** hingegen steht die Düngung der Nehmerkultur im Fokus; somit soll die Verfügbarkeit für Pflanze und Bodenleben möglichst hoch sein. Dafür sollte ein enges C/N-Verhältnis, z. B. durch einen hohen Leguminosenanteil im Klee gras, angestrebt werden. Der Pflanzenaufwuchs sollte strukturarm sein und eine kurze Häcksellänge aufweisen. Wie bei anderen organischen Düngern können die am schnellsten verfügbaren Stickstofffraktionen durch eine zügige Einarbeitung am Ausgasen gehindert werden. Dadurch erfolgt die Ausbringung meist vor der Saat/Pflanzung.

2.3. Szenarien der Nutzung

Die Verwertung von Klee gras stellt insbesondere für viehlose oder vieharme Ökobetriebe eine zentrale Herausforderung dar, bietet jedoch mittlerweile eine Vielzahl an praktikablen und innovativen Lösungsansätzen. Ziel muss dabei sein, den Leguminosenanteil im Klee gras bei Erhalt der Verwertbarkeit zu maximieren, um eine möglichst hohe N-Bereitstellung für die nachfolgenden Fruchtfolgeglieder zu erreichen.

Ein bloßes Mulchen des Klee grasses verringert die N-Fixierleistung und führt zu bedeutenden gasförmigen Verlusten (vgl. [Kapitel 3.2](#)), ein Abfahren des Aufwuchses ist also anzustreben. Das am weitesten verbreitete Verfahren ist eine Nährstoffkooperation mit einem Tierhalter oder einer Biogasanlage. Ist diese nicht verfügbar, stehen neben Cut & Carry weitere Alternativen bereit, die in [Kapitel 8](#) näher beschrieben werden. Häufig wählen vieharme Betriebe zur Klee grasverwertung je nach Schnitt, Ertrag, Lage der Fläche und jahreszeitlichem Düngbedarf die geeignetste Verwertung aus. Eine Entscheidungshilfe hierfür steht in [Kapitel 8.1](#) bereit.

Im Cut & Carry-Verfahren wird frisches Klee gras (ohne Samenpotential) auf andere Flächen ausge-

bracht und eingearbeitet. Es ermöglicht eine effiziente Nutzung des fixierten Stickstoffs, ist jedoch in der Anwendung vergleichsweise unflexibel. Zum einen ist Cut & Carry bei Einarbeitung auf die Anwendung vor Saat/Pflanzung beschränkt – je mehr unterschiedliche Zeitpunkte es dafür im Betrieb gibt (z. B. im Gemüse- und Hackfruchtanbau), desto flexibler wird das System. Zum anderen werden große Mengen an Aufwuchs transportiert und ausgebracht. Die räumliche Lage der Geber- und Nehmerfläche zueinander und die Wahl der Ernte- und Ausbringungstechnik gewinnen somit an Bedeutung, ebenso wie die ökonomische Verwertung des gedüngten Stickstoffs durch deckungsbeitragsstarke Kulturen. Betriebe, bei denen Cut & Carry aktuell in den Vordergrund rückt, sind daher häufig größere, ökologisch wirtschaftende, viehlose Gemüse- und Hackfruchtbetriebe.

Die Integration des Cut & Carry-Verfahrens in das Nährstoffmanagement des eigenen Betriebes erfordert Vorwissen und Planung, bietet aber auch Potentiale. Im Folgenden soll das Thema unter verschiedenen Gesichtspunkten betrachtet werden und so Praktikerinnen und Praktikern sowie Beraterinnen und Beratern fundierte Entscheidungen ermöglichen. In diesem Kontext sei auf die Möglichkeit der Beratung zu diesem Themenfeld verwiesen (s. [Kapitel 10](#)).

CUT & CARRY bedeutet, frischen Pflanzenaufwuchs (meist Klee gras) auf einer Geberfläche zu schneiden und auf einer Nehmerfläche zur Düngung auszubringen. Dabei wird auf ein enges C/N Verhältnis und eine kurze Häcksellänge geachtet.

Die Sprossmasse wird direkt eingearbeitet und bildet – im Gegensatz zum Transfermulch-System – keine oberflächliche Mulchschicht. Cut & Carry ist für vieharme und viehlose Öko-Betriebe interessant, da diese Klee gras so sinnvoll in die Fruchtfolge integrieren und den fixierten Stickstoff innerbetrieblich verwerten können.



3. POTENTIAL DES CUT & CARRY-VERFAHRENS

Ist Klee gras in modernen Ökobetrieben überhaupt noch relevant? Könnten sich Betriebe auch unter ökonomischen Gesichtspunkten für eine Verwertung des Klee grasses ohne ein Nebenprodukt (Milch, Fleisch, Biogas) entscheiden? Diesen Fragen wollen wir im folgenden Kapitel nachgehen.

3.1. Klee gras in der Öko-Fruchtfolge

Die Integration von Klee gras in Fruchtfolgen hat nachweislich positive Auswirkungen auf den Ackerbau, den Boden- und Wasserschutz, die biologische Vielfalt und das Klima. Klee grasbestände auf Geberflächen begünstigen wirbellose Tiere wie Insekten⁴, erhöhen die biologische Aktivität im Boden⁵ und fördern den Aufbau organischer Substanz⁶ („Humus“) im Boden durch langanhaltende Bodenruhe und intensive Durchwurzelung. Letztere führt außerdem zu einer Ausdünnung von Wurzelunkräutern (z. B. Ampfer, Distel)⁷, bewahrt Nährstoffe vor Auswaschung⁸ und schützt vor Bodenerosion. Die Bodenruhe und der verringerte Bedarf an Zukaufdüngern kann außerdem die Freisetzung klimarelevanter Gase aus Bodenbearbeitung und Düngung reduzieren⁴.

Auch auf der Nehmerfläche sind positive Effekte auf den Boden durch das Cut & Carry-Verfahren wahrscheinlich: Klee gras weist bei optimalem Schnittzeitpunkt ein C/N-Verhältnis von 10 – 15:1 auf. Es ist nah am dem des Bodenmikrobioms (ca. 4 – 8:1⁹) und kann von diesem daher effizient, d. h. mit verhältnismäßig geringen Atmungsverlusten, eingebaut werden. Im Unterschied dazu können Materialien mit weitem C/N-Verhältnis nur langsam ab- und in das Bodenmikrobiom eingebaut werden, die passende N-Verfügbarkeit ist also entscheidend für die effiziente Ernährung des Bodenmikrobioms.

Ein aktives und großes Bodenmikrobiom wirkt sich positiv auf die Entwicklung von organischer Substanz im Boden (Humusaufbau), aber auch auf die Nährstoffnachlieferung aus dem Boden (Humusmineralisierung) und aus organischer Düngung aus¹⁰. Im Dauerversuch überwog der letztere Effekt: Klee gras-Sprossmasse erzielte im Vergleich zu Kompost eine höhere Nährstoffausnutzung und höhere Erträge, aber keinen Aufbau organischer Substanz¹¹ – Klee gras-Sprossmasse ist also eher ein Pflanzen- als ein Bodendünger. Weitere positive Nebeneffekte auf der Nehmerfläche sind die Minderung von Erosion durch Einbringen von Pflanzenmaterial, die Förderung des Bodenlebens und besonders der Regenwurmpopulation durch die Bereitstellung von Nahrung während der Kulturzeit¹, was die Wasserinfiltration und Durchlüftung des Bodens verbessern kann.

Die Hauptbedeutung des Klee grasses im Ökolandbau liegt jedoch in der Pflanzenernährung: Leguminosen wie Klee und Luzerne fixieren Luftstickstoff dank einer Symbiose¹² mit Bodenbakterien (Rhizobien). Diesen stellen sie über den Aufwuchs oder, nach Umbruch und Einarbeitung, über die Wurzelmasse dem Betriebskreislauf zur Verfügung. Eine ertragsstarke Klee grasfläche liefert im Hauptnutzungsjahr typischerweise 250 – 400 kg N/ha^{13,14} im Aufwuchs, der zur Düngung genutzt werden kann. Abhängig vom Schnittertrag und dem Leguminosenanteil können so nennenswerte Stickstofferträge generiert werden ([Tabelle 1](#)). Je nach Klee grassmischung und Entwicklung kann diese Stickstoff-Dienstleistung über eine 2,5-jährige Standzeit bis zu 750 kg N/ha in den Betriebskreislauf einspeisen (2,5 x 100 dt TM/ha x 3 % N in TM). Der in der Wurzel gebundene Stickstoff (20 – 25 % des Gesamt-N-Ertrags¹⁵) ist dabei noch nicht berücksichtigt.

Tabelle 1: Veranschaulichung beispielhafter Klee grasserträge bei konstantem Trockenmassegehalt (18 %) und N-Gehalt (3 % N in TM). Erträge und N-Gehalte können im Einzelfall stark abweichen, der Einsatz der Schätztabelle aus dem CC-Manager wird empfohlen.

Geberfläche	Frischmasse-Ertrag [dt/ha]	Trockenmasse-Ertrag [dt/ha]	Stickstoff-Ertrag [N kg/ha]
1. Schnitt	222	40	120
2. Schnitt	167	30	90
3. Schnitt	111	20	60
4. Schnitt	56	10	30
Summe	556	100	300

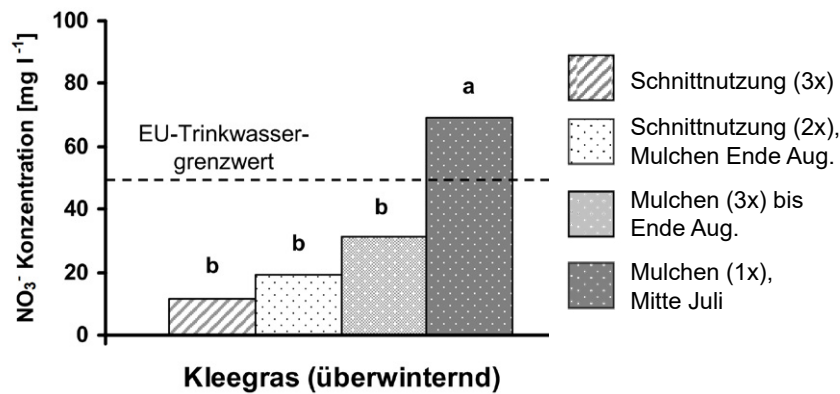


Abbildung 2: Mittlere Nitrat-Konzentration im Sickerwasser (zweijähriges Mittel) unter verschiedenen Klee gras-Nutzungsregimen (verändert nach [Dreymann et al. 2005](#))⁸.

Seitens der Beratung wird beobachtet, dass der Klee grasanbau trotz der bekannten positiven Auswirkungen besonders in vieharmen Betrieben keineswegs selbstverständlich ist. Je höher die Deckungsbeiträge der angebauten Kulturen und je schlechter die ökonomische Verwertung des Aufwuchses ist, desto unattraktiver wird der Klee grasanbau – zumal er auch Schädlinge (Nematoden, Drahtwurm) fördern kann¹⁶. Die Betriebe ersetzen die positiven Leistungen des Klee grasses durch alternative Ansätze: So wird über einen hohen Hackfruchtanteil und optimierte Bodenbearbeitung der Beikrautdruck in Schach gehalten. Der Stickstoffbedarf der Kulturen wird stärker durch organische Dünger aus Kooperationen oder Zukauf gedeckt, und die Humusbilanz soll durch Kompost und intensiven Zwischenfruchtanbau ausgeglichen werden. Dies kann unter ökonomischen Gesichtspunkten sinnvoll sein. Jedoch zeigen Dauerversuche, dass die Humusgehalte bei Verzicht auf Klee grasanbau und – meist damit verbunden – geringeren Inputs organischer Substanz (z. B. durch Marktfruchtbau statt Mulchen der Sprossmasse) sinken^{17,18}. Eine endgültige Bewertung im Hinblick auf die Humuswirtschaft ist nur einzelbetrieblich möglich und hängt von der Menge und Intensität der Ausgleichsmaßnahmen ab.

3.2. Stickstoffeffizienz verschiedener Klee gras-Nutzungsarten

In vielen Betrieben mit schwachen Verwertungsmöglichkeiten für Klee gras erscheint das **Mulchen** als die naheliegendste und günstigste Variante: Tatsächlich entstehen keine Kosten für die Bergung des Aufwuchses, und zumindest im Jahr nach dem Umbruch kann die Stickstoffnachlieferung auf der Fläche höher als bei gemähtem Klee gras sein. Doch der durch das Mulchen freigesetzte Stickstoff geht zum Teil aus (u. a. als klimarelevantes Lachgas)¹⁹ oder mineralisiert noch

während der Standzeit des Klee grasses. Das verringert die Aktivität der Knöllchenbakterien im Vergleich zur Futterbergung; auf lange Sicht geht auch der Klee anteil in der Mischung zurück. Diese Effekte senken die Stickstofffixierung deutlich um ca. 30 Prozent¹⁹. Liegen durch das Mulchen massiger Aufwüchse hohe N_{min}-Werte im Oberboden vor, kann Nitrat auch unter etablierten Beständen in kritischen Mengen ausgewaschen werden (s. [Abbildung 2](#)). Somit sollte auch im viehlosen Ackerbau gerade im Sommer und Herbst für eine Abfuhr des Aufwuchses gesorgt werden. Eine Schnittnutzung wirkt sich auch positiv auf den Wiederaustrieb und damit auf den Ertrag aus.

Vieharne Betriebe stehen nun vor dem Dilemma zwischen einer teuren Schnittnutzung mit ungewisser Verwertung, dem Mulchen des Bestandes mit den erwähnten Auswirkungen auf Stickstofffixierung, Umwelt und Klima und dem Verzicht auf Klee grasanbau mit allen seinen Vorteilen.

Ein Abfahren des Klee grasaufwuchses wirkt auf den ersten Blick teurer. Wird dies aber mit den positiven Auswirkungen auf Fixierleistung und Verluste verrechnet, ergibt sich ein etwas anderes Bild. Im Rahmen des NutriNet- und des OptiKG-Projektes wurden verschiedene Klee gras-Nutzungsverfahren, darunter Mulchen und Cut & Carry, verglichen (s. [Abbildung 3](#))²⁰.

Es wurden 40 t/ha Frischmasseertrag in vier Schnitten und eine standardisierte Mechanisierung unterstellt, um die Verfahrenskosten darzustellen. Um diese dem „geernteten“ Stickstoff gegenüberstellen zu können, wurden Stoffströme mit N-Verlusten während des Prozesses berechnet. Bei den Kooperationen in Tierhaltung sowie Biogas wurde im N-Äquivalent getauscht. Wie zuvor ausgeführt, sind zwar die Kosten des gebundenen Kilogramms Stickstoff beim **Mulchen** am geringsten, aber die N-Menge reduziert sich stark. Bei der **Kompostierung** von reinem Klee gras

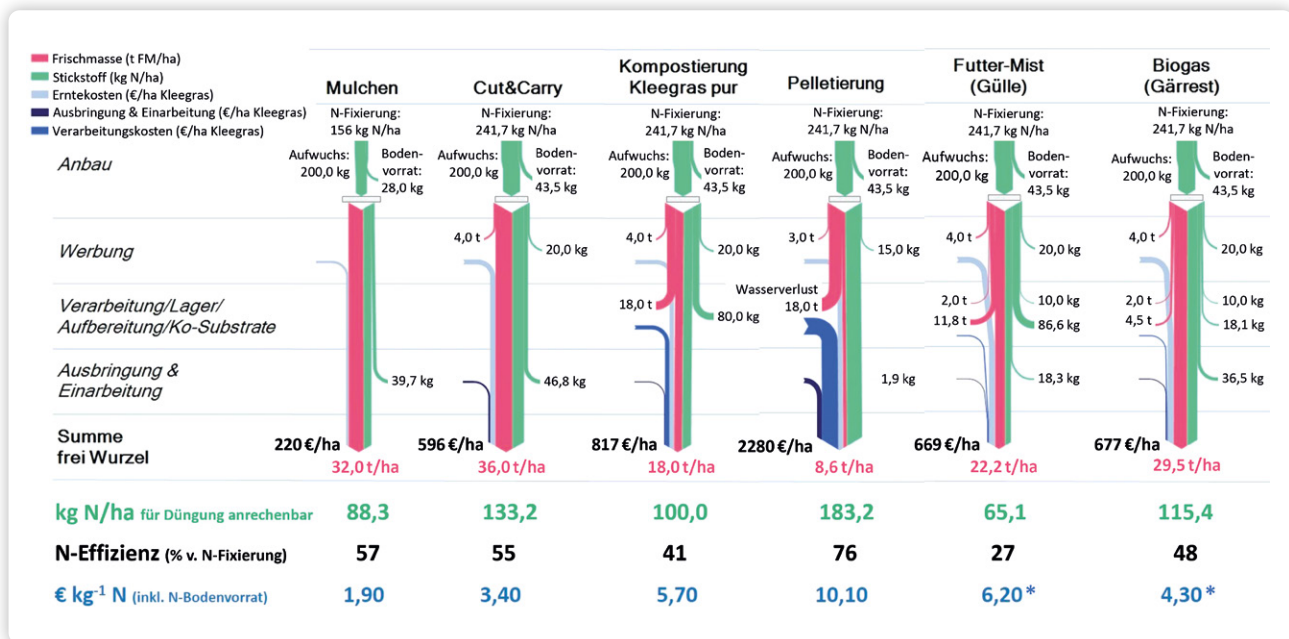


Abbildung 3: Stickstoffeffizienz verschiedener Klee-gras-Nutzungsverfahren (verändert nach Blumenstein et al. 2023)¹⁹. Dargestellt sind Frischmasse- (rot), Stickstoff- (grün) und Kostenströme vom Anbau bis zur Ausbringung auf der Nehmerfläche. *bei Kostenteilung der Werbungs- und Ausbringungskosten zwischen Tierhaltung und Ackerbau, s. Text

können N-Verluste von über 50 % entstehen. Durch Beimischung von Ko-Substraten von bis zu 75 % können die Verluste zwar auf 5 – 20 % gesenkt werden²¹, bedeuten aber gleichzeitig höhere Kosten und auch eine veränderte Wirkung aus dem dann weiteren C/N-Verhältnis. **Pelletierung** kann zwar die größten Stickstofferträge erbringen, ist aber die teuerste Möglichkeit der Düngung. Im Bereich der **Kooperationen** stellt sich die **Vergärung in der Biogasanlage als günstiger** und vor allem stickstoffeffizienter dar als die **Verwertung in der Tierhaltung**, was vorwiegend an den hohen Stall- und Lagerungsverlusten liegt. Beim Gärsubstrat können hingegen bei der Ausbringung durch den höheren Ammoniumgehalt größere Mengen gasförmig verloren gehen, was aber durch optimierte Ausbringetechnik (boden-nahe Ausbringung, Einarbeitung) vermeidbar ist. In dieser Studie wurden die Verfahrenskosten von Futterwerbung bis Ausbringung bei Gülle und Gärrest zur Hälfte dem Ackerbauern angelastet, während er in der Praxis häufig einen kleineren Teil der Kosten trägt (Transport und Ausbringung). Dadurch können sich die Kosten für beide Verfahren auf bis unter 1,60 €/kg N reduzieren. Relevant ist außerdem die Verrechnungsbasis in Kooperationen: Wird die Menge des Düngers für den viehlosen Betrieb bestimmt, indem die gleiche N-Menge wie im gelieferten Klee-gras ausgebracht wird (N-Äquivalent), bleiben die Stall- und Lagerungsverluste beim Tierhalter/Biogas-betreiber – ein für den viehlosen Betrieb vorteilhaftes Modell. Doch auch für den Viehhalter kann dieser Ansatz vorteilhaft sein, z. B. wenn er durch einen hohen Anteil zugekauften Futters ein positives N-Saldo hat.

Die in **Abbildung 3** gezeigten Stoffströme von Frischmasse, Stickstoff und Kosten entlang der Verfahrenskette zeigen klar, dass Cut & Carry im Referenz-szenario von 2023 mit 3,40 €/kg N ein günstiges Verfahren ist und vor allem einen sehr hohen Anteil des fixierten Stickstoffs dem Betriebskreislauf als Dünger zur Verfügung stellt (15 % mehr als über Vergärung, 100 % mehr als über Tierhaltung). Dies ist besonders für Betriebe relevant, die wenige Möglichkeiten haben, organische Dünger von außen einzuführen. Um betriebliche Entscheidungen treffen zu können, ist eine eigene ökonomische Betrachtung (**Kapitel 7**) hilfreich.

3.3. Nährstoffverhältnisse von Düngern für den Ökologischen Gemüsebau

In verschiedenen Versuchen und Demoanlagen (s. **Kapitel 6**) konnte gezeigt werden, dass mit reiner oder mit anderen Verfahren kombinierter Cut & Carry-Düngung gleich hohe Erträge und Qualitäten erzeugt werden konnten wie mit etablierten ökologischen Wirtschafts- oder Handelsdüngern. Die Nährstoffverhältnisse von Sprossmasse entsprechen eher dem Entzug unserer Kulturpflanzen als dies Wirtschaftsdünger tun. Diese enthalten oftmals zu viel Phosphor und schränken bei hohen P-Gehalten im Boden die gesamte Düngung nach Düngeverordnung ein. Mit Sprossmasse steht ein Dünger zur Verfügung, der gerade für den Gemüsebau mit hohem N- und K-, aber geringem P-Bedarf geeignet ist. Ein Vergleich zu anderen Düngemitteln ist **Abbildung 4** zu entnehmen.

**Phosphat und Kalium in kg/ha
bei einer Ausbringungsmenge von 100 kg Gesamt-N/ha**

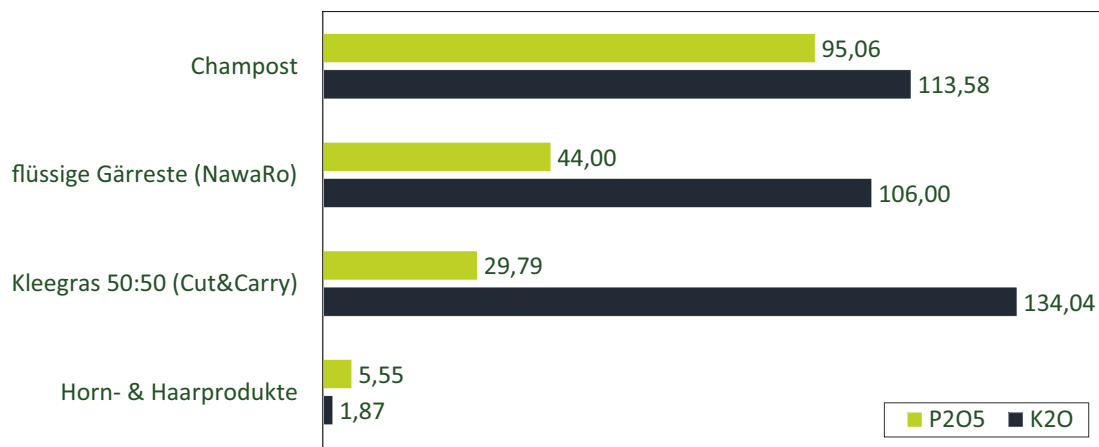


Abbildung 4: Phosphat- und Kaliummenge, die mit 100 kg N des jeweiligen Düngemittels ausgebracht wird (Werte aus KTBL²²) (Gerbaulet 2017)



KLEEGRASANBAU hat nachweislich positive Auswirkungen auf den Ackerbau, den Boden- und Wasserschutz, die biologische Vielfalt und das Klima. Auch auf der Nehmerfläche können positive Wirkungen für das Bodenleben erzeugt werden. Die Hauptbedeutung des Klee grasses im Ökolandbau liegt jedoch in der Pflanzenernährung.

Für viehlose Betriebe ist das Mulchen die günstigste Nutzung, sie senkt aber den Kleeanteil, die Stickstofffixierung und erhöht klimaschädliche, gasförmige Verluste. Diese Betriebe stehen damit vor dem Dilemma zwischen einer teuren Schnittnutzung mit ungewisser Verwertung, dem Mulchen des Bestandes mit den erwähnten negativen Auswirkungen oder dem Verzicht auf Klee grassanbau mit allen seinen Vorteilen.

Cut & Carry bietet hier eine Alternative. Mit 3,40 €/kg N (Stand: 2023) ist es ein kostengünstiges Verfahren, dass besonders viel des fixierten Stickstoffs zurück in den Betriebskreislauf bringt. (15 % mehr als über Vergärung, 100 % mehr als über Tierhaltung). Gerade für den Gemüsebau stellt Klee grass-Sprossmasse einen gut zum Nährstoffbedarf der Kulturen passenden Stickstoff- und Kaliumdünger dar.

4. VON DER GEBERFLÄCHE ...

4.1. Arten- und Mischungswahl

Für eine effektive Gewinnung stickstoffreicher Sprossmasse (hohe N-Erträge pro Hektar) sind insbesondere die kleinkörnigen Leguminosen (Kleearten und Luzerne) von großer Bedeutung. Die Wahl der geeigneten Leguminosenart hängt stark von den Standortbedingungen, der geplanten Nutzungsdauer sowie der Nutzungsintensität ab, siehe [Anhänge 1](#) und [2](#). Da mit der Sprossmasse nicht nur fixierter Luftstickstoff, sondern große Mengen an dem Boden entzogenen Nährstoffen (u. a. Phosphor, Kalium und Magnesium) transferiert werden, müssen auch die Geberfelder über die Fruchtfolge rotieren, sodass sie regelmäßig gedüngt werden. Ein dauerhafter Transfer von Grünland- auf Ackerflächen wirkt verarmend und ist auf lange Sicht nicht nachhaltig.

Ein erfolgreicher Anbau setzt einen ausreichenden pH-Wert sowie eine gute Versorgung mit Calcium voraus. Ebenso sind eine gleichmäßige Wasserversorgung und eine ausgewogene Nährstoffversorgung mit Grundnährstoffen und Schwefel entscheidend für hohe Erträge. Besonders für den mehrjährigen Anbau eignet sich Rotklee, der alle drei bis sechs Wochen geerntet werden kann. Weißklee hingegen kann zwar häufiger geschnitten werden, bringt jedoch aufgrund seines niedrigeren Wuchses geringe Erträge. Eine Beimischung von Weißklee in einer Menge von 0,5 bis 1 kg/ha kann sinnvoll sein, um Lücken zu schließen und durch seine Ausläufer die Befahrbarkeit der Fläche zu verbessern. Alexandrinerklee und Perserklee eignen sich besonders gut für den einjährigen Anbau und werden häufig als Sommerzwischenfrüchte genutzt. Sie zeichnen sich durch eine schnelle Jugendentwicklung und eine hohe Ertragsleistung in kurzer Zeit aus. Im Gegensatz dazu ist Inkarnatklee vor allem für den Anbau als Winterzwischenfrucht geeignet. Er kann im Frühjahr einmal genutzt werden; bei früher Aussaat im Spätsommer ist unter günstigen Bedingungen auch eine zusätzliche Nutzung im Herbst möglich. Luzerne hingegen entfaltet volles Ertragspotenzial erst im mehrjährigen Anbau, stellt allerdings höhere Ansprüche an den Standort als die genannten Kleearten. Für alle Kleearten und Luzerne ist es empfehlenswert, auf Sorten zurückzugreifen, die von unabhängiger Stelle empfohlen werden ([Übersicht](#)). Diese Sorten wurden u. a. hinsichtlich ihrer Ertragsleistung und Krankheitsresistenz geprüft. Zudem können bei in der [Bundessortenliste](#) geführten Sorten Informationen zum Rohproteingehalt nachgeschlagen werden.

Die Kombination von Leguminosen mit Gräsern bietet zahlreiche Vorteile. Zum einen kann der Gesamtertrag gesteigert werden^{23,24} und die Pflanzen profitieren von einer besseren Durchwurzelung verschiedener Bodenschichten²⁵. Zum anderen erfolgt nach dem Umbruch der Fläche die Umsetzung der organischen Substanz im Boden bei Mischungen langsamer als bei Leguminosen-Reinsaaten, da das C/N-Verhältnis in den Wurzeln weiter ist²⁶. Einerseits können so durch den Mischanbau Nährstoffverluste reduziert werden, andererseits wird den Kulturen der Stickstoff unter Umständen zu langsam bereitgestellt. Des Weiteren wird die Flexibilität gesteigert: sollte eine innerbetriebliche Verwertung nicht möglich sein, sind Tierhalter und Biogasanlagen eher an Mischungen als an Reinsaaten interessiert. Nachteil von Mischungen für die Cut & Carry-Verwendung ist die geringere Stickstoffkonzentration im Aufwuchs bei weiterem C/N-Verhältnis im Vergleich zu reinen Leguminosenbeständen.

4.2. Aufwuchsschätzung

Für eine präzise Düngeplanung ist die Ertragschätzung auf der Geberfläche ein zentraler Baustein. Zum einen eröffnet moderne Erntetechnik die Möglichkeit einer direkten Ertragserfassung am Feldhäcksler. Zum anderen stehen die klassische Ertragserhebung mit Probeschnitten und, darauf aufbauend, die Schätzung über die komprimierte Bestandeshöhe zur Verfügung.

4.2.1. Ertragsermittlung am Feldhäcksler

Die Erfassung des FM-Ertrags erfolgt über Sensoren an den Vorpresswalzen des Feldhäckslers, die den Volumenstrom messen. Für genaue Ergebnisse ist eine regelmäßige Kalibrierung erforderlich, bei der ein beladener Wagen gewogen und der Wert in den Bordrechner eingegeben wird. Die Genauigkeit der FM-Ertragsmessung steigt mit der Häufigkeit der Kalibrierung.

Der TM-Gehalt wird herstellerabhängig am Auswurfkrümmer ermittelt, meist durch Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) oder Leitfähigkeitssensoren. NIRS liefert die genauesten Werte. Die Genauigkeit hängt von Maschinenauslastung, Technik, Kalibration, Homogenität des Ernteguts und TM-Gehalt ab. Die besten Ergebnisse werden meist zwischen 30 und 40 % TM erzielt²⁷. Der TM-Ertrag wird durch Kombination von FM-Ertrag und TM-Gehalt berechnet.

4.2.2. Ertragsschätzung mit Probeschnitten

Die klassische Methode ist die Ertragsschätzung mit Probeschnitten. Dabei werden an repräsentativen Stellen im Feld Probeschnitte durchgeführt und damit auf den Ertrag pro Hektar hochgerechnet.



Abbildung 5: Ernterahmen aus Aluminium
(Bild: Glowacki)

Vorbereitung und Material:

- **Probenahmerahmen vorbereiten:** Ein offener Rahmen (z. B. $0,5 \text{ m}^2 = 90 \text{ cm} \times 55,56 \text{ cm}$, min. 6 cm hoch) erleichtert das Einschieben in den Bestand und simuliert die Schnitthöhe (Abbildung 5).
- **Weitere Materialien:** Eimer, Hängewaage, Rasenkantenschere, Stab/Zollstock, Probenüte, Notizzmöglichkeit (Papier/Smartphone).
- **Repräsentative Fläche wählen:** Entweder gezielt eine Teilfläche auswählen oder entlang einer Diagonale der Fläche mehrere Proben nehmen.

Probenahme (Vordruck im C&C-Manager zu finden):

- Bestand entlang einer Säreihe scheiteln
- Rahmen einschieben und mit Stab/Zollstock hinten schließen
- Aufwuchs innerhalb des Rahmens auf Rahmenhöhe abschneiden
- Schnittgut im Eimer wiegen (Brutto- und Leergewicht notieren)
- Teilprobe in Probenüte füllen
- Vorgang an mindestens zwei weiteren Stellen wiederholen

Berechnung:

Für die Berechnung des FM-Ertrages kann der C&C-Manager verwendet werden.

4.2.3. Ertragsschätzung über die komprimierte Bestandeshöhe

Bei der Ertragsschätzung über die komprimierte Bestandeshöhe wird über die Höhe des Aufwuchses der Ertrag geschätzt. Diese Methode ist ungenauer als die vorherige, nach einer Kalibrierung aber leichter und schneller umzusetzen, da keine Probeschnitte mehr benötigt werden.



Abbildung 6: Selbstbauvariante zur Messung der komprimierten Bestandeshöhe (Bild: Alkemper)

Vorbereitung und Material:

- Handelsübliche Herbometer ermöglichen bis zu einer bestimmten Bestandeshöhe eine zuverlässige Höhenmessung. In hochwüchsigen Luzernebeständen geraten sie an ihre Grenzen.
- Als einfache Selbstbauvariante kann ein Herbometer aus einem Kunststoffdeckel oder einer Holzscheibe ($\varnothing$ ca. 30 cm) hergestellt werden (Abbildung 6). Hierzu wird mittig eine Öffnung ausgeschnitten, durch die zur Höhenmessung ein Zollstock geführt wird.
- Für die Kalibrierung der Schätzung auf Basis der komprimierten Bestandeshöhe ist zusätzlich das im vorigen Kapitel „Ertragsschätzung mit Probeschnitten“ beschriebene Probeschnitt-Material notwendig.

Vorgehen:

- **Kalibrierung:** Wie im vorigen Kapitel beschrieben werden Probeschnitte durchgeführt, jedoch wird vor dem Schneiden zusätzlich die komprimierte Bestandeshöhe gemessen. Dazu wird der Deckel innerhalb des Rahmens 3 – 4 mal auf den Bestand gelegt, der Zollstock durch das Loch bis zum Boden geführt und die Höhe abgelesen und notiert.

- **Formel erstellen:** Im [C&C-Manager](#) (Blatt D) den Zusammenhang zwischen TM-Ertrag und komprimierter Höhe berechnen. Dies soll am Beispiel von Luzernegras veranschaulicht werden:

Bei ca. 1000 Messungen der komprimierten Bestandeshöhe mit einem runden Teller mit 35 cm Durchmesser und einem Gewicht von 295 g ergab sich folgende Berechnung ([Abbildung 7](#)):

$$\text{TM-Ertrag (dt/ha)} = \text{komprimierte Höhe (cm)} \times 1,318 - 1,29$$

Beispiel: Bei 30 cm Höhe ergibt sich ein TM-Ertrag von ca. 38 dt/ha ($\pm 15\%$ Unsicherheit)

- In der Praxis reichen in der Regel 15 bis 30 Messungen aus, um den Zusammenhang zwischen der komprimierten Bestandeshöhe und dem Ertrag zuverlässig zu erfassen. Bei uneinheitlichen Flächen sind eher mehr Messungen nötig als bei homogenen Flächen, um eine sichere Ertragsschätzung zu gewährleisten.
- Ist der Zusammenhang für das eigene Klee gras und eigene Messmaterial einmal erstellt, kann der Ertrag über die komprimierte Bestandeshöhe einfach und zeitsparend geschätzt werden, ein Quadratmeter schnitt ist nur noch gelegentlich zur Kontrolle nötig.

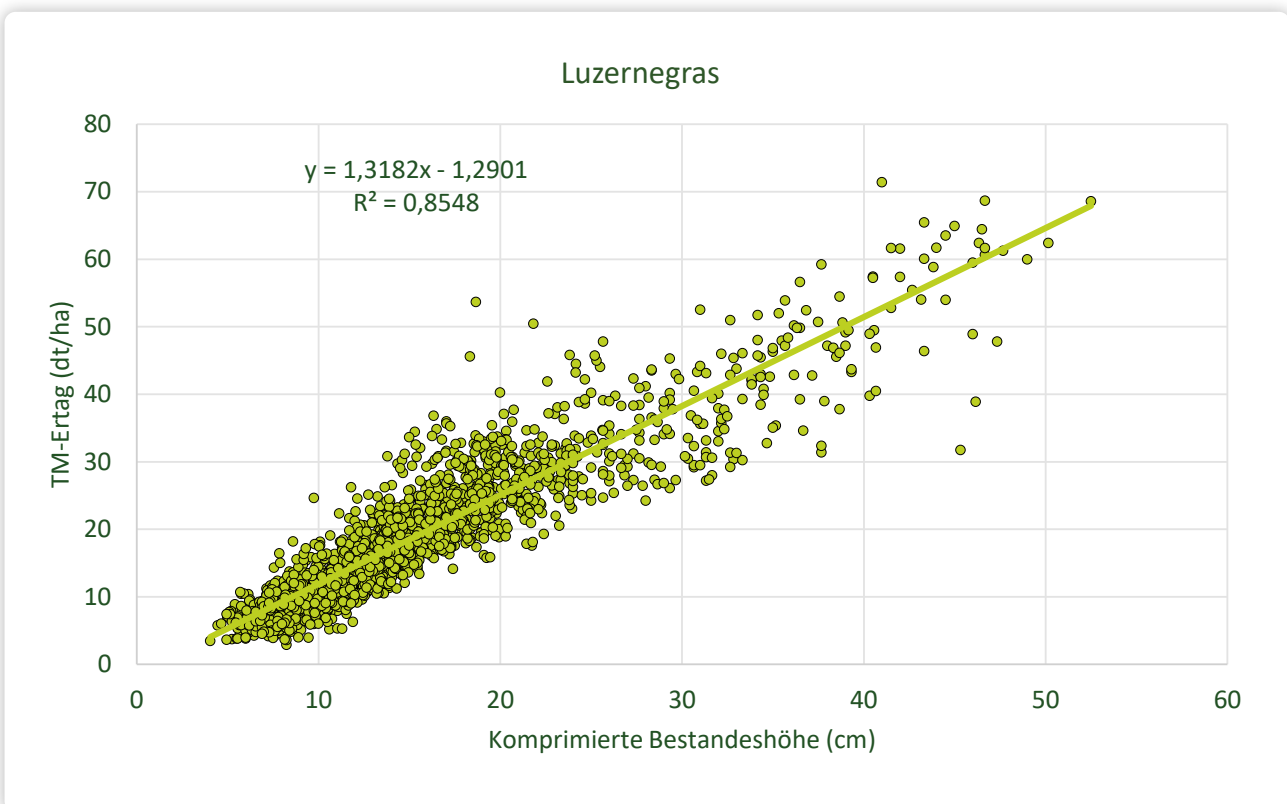


Abbildung 7: Zusammenhang aus komprimierter Bestandeshöhe und Trockenmasse (TM)-Ertrag bei Luzernegras von vier Standorten über zwei Jahre (Glowacki 2026)

4.3. Bestimmung des Trockenmassegehalts (TM)

Für die Ermittlung der genauen N-Menge von der Geberfläche ist der TM-Ertrag von entscheidender Bedeutung. Denn je nach Schnitttermin, Wetterbedingungen (Trockenheit, Tau) unterscheidet sich der TM-Gehalt und damit der Ertrag erheblich ([Abbildung 8](#)). So würde ein Frischmasseertrag von 200 dt/ha bei 12 % TM einen Trockenmasseertrag von 24 dt/ha ergeben, während es bei 24 % TM das Doppelte wäre. Dies beeinflusst im gleichen Umfang die Berechnung der zur Düngung verwendbaren

N-Menge. Für eine gute Düngplanung ist daher die Ertragsabschätzung und eine Analyse von Trockenmasse und Stickstoff unerlässlich.

Wenn der TM-Gehalt, wie im Folgenden beschrieben, am Betrieb ermittelt wird, kann anschließend mithilfe des C&C-Managers annäherungsweise der N-Ertrag abgeschätzt werden (s. [Kapitel 4.4](#)).

Vorbereitung und Material:

Benötigt wird eine repräsentative Probe von ca. 100 – 200 g, eine Waage, eine Heißluftfritteuse oder ein Backofen und etwas zum Notieren.

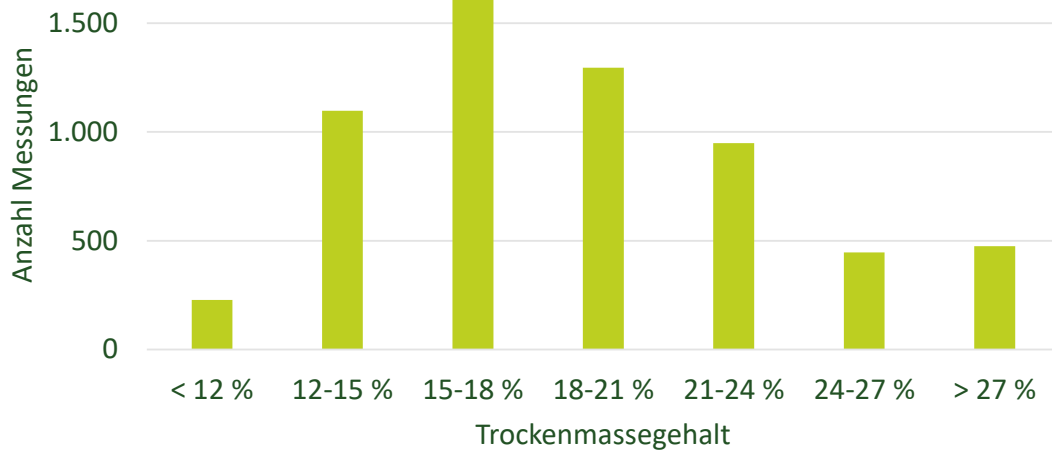


Abbildung 8: Verteilung von Trockenmassengehalten von mehreren Standorten und Jahren (Glowacki 2026)

Vorgehen:

1. **Leeren Frittierkorb wiegen:** Gewicht notieren.
2. **Probe einwiegen:** Ca. 100 g der Probe in den Frittierkorb geben und das genaue Gewicht notieren.
3. **Trocknung starten:** Die Probe ca. 20 min bei 140 °C trocknen. Je nach Feuchtigkeit und Probenmenge kann die benötigte Zeit variieren.
- ⚠ **Achtung: Zu lange Trocknung kann Brandgefahr verursachen!**
- ⚠ **Trocknungsvorgang nur in Anwesenheit durchführen!**
4. **Zwischenwiegen:** Nach Ablauf der Trocknungszeit den Frittierkorb aus dem Gerät nehmen, wiegen und das Gewicht notieren. Anschließend die Probe weitere ca. 5 min trocknen.
5. **Trocknungsgrad überprüfen:** Frittierkorb mit Probe erneut wiegen:
 - **Konstantes Gewicht:** Wenn sich das Gewicht nach den zusätzlichen 5 min nicht oder nur minimal verändert hat, kann dieses Gewicht als Endgewicht verwendet werden.
 - **Gewichtsänderung:** Wenn sich das Gewicht noch merklich verändert hat, die Probe jeweils weitere 5 min nachtrocknen und erneut wiegen, bis das Gewicht stabil bleibt.
6. **Endgewicht notieren:** Das endgültige Gewicht des Frittierkorbes inkl. Probe festhalten.

Berechnung: Für die Berechnung des TM-Gehaltes kann der [C&C-Manager](#) verwendet werden.

4.4. Schätzung des Stickstoff- und Kohlenstoffgehaltes

Die Einschätzung des Stickstoffgehaltes eines Bestandes hängt zum großen Teil vom Anteil der Leguminosen im Aufwuchs ab. Da Leguminosen höhere N-Gehalte aufweisen als Gräser, ist ihre genaue Einschätzung entscheidend, insbesondere wenn keine Analyse vorliegt. Der Kohlenstoffgehalt unterliegt wesentlich geringeren Schwankungen. Laboranalysen liefern zwar die verlässlichsten Ergebnisse, benötigen aber mehr Zeit, in der sich der Bestand schon wieder verändert haben kann. Soll die Sprossmasse zeitnah geschnitten und gedüngt werden, wird eine Schätzung empfohlen, die zum eigenen Lernen von einer Laboranalyse begleitet werden kann.

4.4.1. Einschätzung des Stickstoffgehaltes anhand des Leguminosenanteils

Die Schätzung wird immer dann benötigt, wenn keine Analysewerte vorliegen.

Hilfsmittel: Leguminosen-Schätzhilfe des ZALF zum Trainieren/Eichen ([Link](#))

Vorgehen:

- Mehrere Stellen im Feld begutachten, idealerweise in Verbindung mit den Probenahmestellen für die Aufwuchsmessung.

Tabelle 2: Schätztabelle des C&C-Managers zur N-Menge im Klee gras-Aufwuchs in Abhängigkeit von Ertrag und N-Gehalt/Leguminosenanteil (* angenommener TM-Gehalt: 18 %).

Schätztablette zur N-Menge im Aufwuchs* [kg N/ha]			Frischmasse auf dem Geberfeld										
			dt/ha	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
			kg/m²	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
überständig, grasreich	Prozent Stickstoff in der Trockenmasse [% N in TM]	1,5	14	27	41	54	68	81	95	108	122	135	
		2	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	
2,5		23	45	68	90	113	135	158	180	203	225		
3		27	54	81	108	135	162	189	216	243	270		
3,5		32	63	95	126	158	189	221	252	284	315		
4		36	72	108	144	180	216	252	288	324	360		
optimaler Bestand, reich an Leguminosen													

- Gedanklich Leguminosen und andere Arten trennen und deren Flächenanteile abschätzen. Es kann helfen, die betrachtete Fläche durch einen Rahmen oder geknickten Meterstab zu begrenzen.
- **Alternative:** An mehreren Stellen Pflanzenmaterial per Hand aufnehmen, in Leguminosen und Nicht-Leguminosen sortieren und die Masseanteile schätzen.
- **Hinweis:** Leguminosen wirken durch große Blätter oft optisch dominanter, weisen jedoch geringere TM-Gehalte auf als Gräser (z. B. Gräser ~20 % TM, Leguminosen ~18 % TM).
- **Leguminosenanteil:** Höhere Anteile führen zu höheren N-Gehalten.
- **Schnitthöhe:** Höherer Schnitt bedeutet höherer Blattanteil und damit höherer N-Gehalt.
- **Entwicklungsstadium:** Mit zunehmender Reife (vegetativ → Knospe → Blüte) sinkt der N-Gehalt.
- **Schnittzeitpunkt:** Tendenziell niedrigere N-Gehalte im Frühjahr, höhere im Herbst.

Wird eine Laboranalyse beauftragt, kann auch diese in den C&C-Manager eingetragen und die Abweichung zur vorherigen Schätzung bestimmt werden.

Mit dem C&C-Manager kann auf Basis des geschätzten Leguminosenanteils der N-Gehalt annäherungsweise geschätzt werden (Tabelle 2).

Dennoch sind Laboranalysen grundsätzlich zu empfehlen, da zahlreiche Faktoren den N-Gehalt beeinflussen, darunter:

4.4.2. Schätzung des C- Gehalts

Der Kohlenstoffgehalt von Leguminosen und Leguminosen-Gras-Gemengen liegt näherungsweise zwischen 43 und 45 % der Trockenmasse. Wenn keine Laborwerte vorliegen, kann dieser Bereich zur Abschätzung des C/N-Verhältnisses verwendet werden.



LEGUMINOSEN wie diverse Kleearten und Luzerne sind entscheidend für einen hohen Stickstoffgehalt der Aufwüchse. Die Kulturwahl hängt von Standort, Nutzungsdauer und Bewirtschaftungsintensität ab. Erträge können durch Feldhäcksler-Sensorik, Probeschnitte oder die komprimierte Bestandeshöhe geschätzt werden. Der Trockenmassegehalt muss betrieblich bestimmt werden, da er den tatsächlichen N-Ertrag stark beeinflusst. Der Stickstoffgehalt lässt sich grob über den Leguminosenanteil abschätzen, während der Kohlenstoffgehalt relativ konstant bei etwa 43 – 45 % der Trockenmasse liegt.

5. ... ZUR NEHMERFLÄCHE

5.1. Kulturwahl

Das Cut & Carry-Verfahren ist im Vergleich zu den meisten anderen Wirtschaftsdüngern – wenn verfügbar – teurer ([Kapitel 3.2](#)) und wird deshalb vor allem in deckungsbeitragsstarken Kulturen eingesetzt, die diese Kosten tragen können. Bisher sind dies in der Praxis vor allem Gemüsekulturen.

Bei Kulturen mit hohem N-Bedarf und großen Mengen an auszubringender Klee-Sprossmasse sollten die Anforderungen an Logistik, Bodenbelastung und Einarbeitung berücksichtigt werden (siehe [Kapitel 5.6](#)). In solchen Fällen ist eine kombinierte Düngung oft sinnvoll. Insbesondere im Gemüsebau kann die Klee-Sprossmasse gut eingesetzt werden, da die übliche intensive Bodenbearbeitung die Einarbeitung größerer Ausbringungsmengen erleichtert.

5.2. Anrechenbarkeit von Klee-Grasdüngung

5.2.1. Fachliche Aspekte

Die Standdauer der Kultur ist ein wichtiger Faktor für die Anrechenbarkeit der Cut & Carry-Düngung: Je länger die Kultur steht, desto höher ist der Anteil, der aus der Mineralisierung genutzt werden kann. Hohe N-Ausnutzungen von 80 % sind nur bei Kulturauern von mehr als 120 Tagen zu erwarten. Stehen Kulturen vergleichsweise kurz und benötigen in dieser Zeit hohe Stickstoffmengen, bietet es

sich an, eine Kombination aus Cut & Carry-Düngung und schneller verfügbaren Wirtschafts- oder organischen Handelsdüngern (z. B. Keratindüngern) einzuplanen. Je früher im Jahr die Kultur etabliert wird, desto wichtiger wird dies, da der Boden noch kalt ist und ansonsten zu wenig Stickstoff mineralisiert wird. Die größte Wirkung hat dabei die direkte Verfügbarkeit von Ammonium im Wurzelbereich, indem z. B. Gärrest oder Haarmehlpellets als wurzelnahe Düngung gegeben wird. Anhand von Netto-Mineralisierungsverläufen aus Brutversuchen²⁸ kann bei einem leguminosenreichen Material mit C/N-Verhältnis < 15 eine grobe Empfehlung für die gängigen Kulturen im Land- & Gartenbau abgeleitet werden ([Tabelle 3](#)).

Das hat direkte Konsequenzen für den Anteil der Gesamtdüngung, der durch das Cut & Carry-Verfahren gedeckt werden soll: Je geringer die Anrechenbarkeit ist, desto mehr Gesamt-N wird zur Deckung desselben Düngebedarfs ausgebracht. Der langsamere mineralisierende Anteil wird nicht selten zur oder nach der Ernte verfügbar und sollte durch gut etablierte Zwischenfrüchte genutzt werden. Daraus ergibt sich, dass mit einer geringen Anrechenbarkeit auch ein geringerer Anteil der Gesamt-Düngermenge mit Cut & Carry geplant werden sollte. Zur Vereinfachung werden ähnliche Zahlen wie zur Anrechenbarkeit empfohlen ([Tabelle 3](#)). Wird das C/N-Verhältnis in der Sprossmasse weiter als 15, sollten bei Anrechenbarkeit und Anteil an der Düngung Abschlüsse gemacht werden.

Tabelle 3: Ungefähre Anrechenbarkeit und empfohlener Anteil der Cut & Carry-Düngung in Abhängigkeit von der Kulturdauer, unter Voraussetzung eines Düngebedarfs > 100 kg N/ha und eines C/N-Verhältnisses < 15.

Düngebedarf	Kulturdauer	Anrechenbarkeit der Cut & Carry-Düngung	Empfohlener Anteil von Cut & Carry an der Gesamtdüngung
> 100 kg N/ha	30 – 60 Tage	ca. 50 %	ca. 40 %
	60 – 90 Tage	ca. 60 %	ca. 60 %
	90 – 120 Tage	ca. 70 %	ca. 80 %
	> 120 Tage	ca. 80 %	bis 100 %

5.2.2. Rechtlicher Rahmen

Die Ausbringung von Sprossmasse nach dem Cut & Carry-Verfahren stellt eine **Düngung nach der deutschlandweit gültigen Düngeverordnung** in der aktuellen Fassung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305) dar. Eine genauere Regelung wird durch die landesrechtlichen Stellen in den Landesdüngeverordnungen getroffen. Da Sprossmasse als **pflanzlicher**

Dünger wie auch andere Handelsdüngemittel im ökologischen Land- und Gartenbau keine Erwähnung in der Bundes-Düngeverordnung finden, entscheidet die landesrechtliche Stelle (in Nordrhein-Westfalen die LWK NRW), wie hiermit im Detail verfahren wird. Das Sprossmaterial ist laut deren Stellungnahme als fester pflanzlicher Handelsdünger einzustufen und mit 40 % Mindestwirksamkeit im Anwendungsjahr anzurechnen (weitere Düngemittel siehe [Anhang 3](#)).

Wir empfehlen für Regelungen, die über die Bundes-Düngeverordnung hinaus gehen, die Kontaktaufnahme mit der vor Ort zuständigen Stelle. Für Nordrhein-Westfalen gelten die folgenden Regelungen für die Düngung mit Sprossmasse (Stand: April 2026):

Wie bei allen Düngemitteln muss ein Düngbedarf nachgewiesen werden; dieser wird mit der Düngbedarfsermittlung ermittelt. Bei der Sprossmasse wird von einer **Mindestanrechenbarkeit von 40 % des Gesamt-N** ausgegangen, bei einem Düngbedarf von 100 kg N/ha dürften so theoretisch max. 250 kg Gesamt-N/ha über die Sprossmasse ausgebracht werden, ohne die Begrenzungen in der Phosphorbilanz und der 170 kg N_{org}-Regelung zu berücksichtigen. Zur Ermittlung der N-Gehalte im Substrat können Richtwerte verwendet werden, genauer sind jährliche Analysen. Wird der Aufwuchs zur Düngung in einen anderen Betrieb verbracht, so ist er nach Düngemittelverordnung zu deklarieren. Die Agrar-Labore bieten hierzu entsprechende Hilfestellungen und Analysepakete an.

Die Anfertigung der Düngbedarfsermittlung und die Dokumentation der Düngung sind ebenso verpflichtend wie das **Einhalten der Sperrfristen** für die Cut & Carry-Düngung: Grundsätzlich gilt diese auf Ackerland ab Ernte der Hauptfrucht bis zum 31. Januar. Darüber hinaus gilt das Verbot einer Ausbringung bei überschwemmten, wassergesättigten, gefrorenen oder schneebedeckten Böden. Die vorgezogene Düngung im Herbst zur Sommerung des Folgejahres ist nur für Mist von Huf- und Klauentieren sowie Komposte zugelassen. Eine Düngung von Sprossmasse nach Hauptfruchternte ist somit nur bei Düngbedarf im Herbst in bestimmten Fällen und Höhen möglich, die in [Anhang 4](#) erläutert sind.

5.3. Zeitliche Synchronisierung von Aufwuchs und Düngbedarf

Um Vorfrucht, Bodenbearbeitung und eine ggf. bereits erfolgte organische Düngung zu berücksichtigen, sollte der Düngbedarf gerade bei späten Frühjahrsdüngungen durch das Ziehen einer N_{min}-Probe angepasst werden. Zeitnah (max. eine Woche) vor dem Mähen kann die Bestimmung von Aufwuchs und Nährstoffgehalten geschehen ([Kapitel 4.2 bis 4.4](#)), mit groben Schätzwerten ohne Feldbegang sollte nur zur Grobplanung im Vorhinein gearbeitet werden. Aus dem Düngbedarf der Nehmerflächen und dem Aufwuchs der Geberflächen kann nun ein Konzept zur Ernte und Düngung erarbeitet werden. Hierfür empfiehlt die LWK NRW den C&C-Manager. Im Programm können Geber- und Nehmerflächen

charakterisiert und passend zugeordnet werden, um den angestrebten Düngbedarf zu decken. Nähere Informationen sind unter [Kapitel 5.4](#) zu finden.

Eine Zuordnung der verschiedenen Kleeegrasschnitte zu eigentlich punktuell auftretenden Düngedarf ist meist die größte Herausforderung im Praxisbetrieb. Kann der erste Schnitt (Mitte April – Mitte Mai) noch gut zu späten Sommerungen wie Mais, Kürbis oder Gemüsekulturen gedüngt werden, ist der zweite Schnitt (Mitte Juni) nur noch zu Satzkulturen oder späten Feldgemüsekulturen möglich. Die ersten 2 – 3 Schnitte können mit 100 – 200 kg N/ha im Zeitraum Mai bis Juli zu verschiedenen Stark- und Mittelzehren eingeplant werden. Hierzu zählen alle Pflanzkulturen sowie Säukulturen mit erhöhtem Bedarf (z. B. Spinat, Rote Beete) und ausreichender Kulturzeit (s. [Kapitel 5.2.1](#)).

Für spätere Schnitte ab August gibt es wenige Kulturen, die sich anbieten. Das Einsilieren und spätere Ausbringen von Sprossmasse ist prinzipiell möglich, verteuert das Verfahren jedoch. Da eine Düngung zu Winterungen nur bei Winterraps und Wintergerste erlaubt ist (s. [Kapitel 5.2.2](#)), kann die Sprossmasse alternativ zum Mulchen vor der Bodenbearbeitung mit bis zu 60 kg N/ha zur Zwischenfrucht ausgebracht werden. Soll die Zwischenfrucht bei geringen Rest-N_{min}-gehalten nach Hauptfruchternte tatsächlich angegedüngt werden, muss die Sprossmasse ein enges C/N-Verhältnis aufweisen (< 20), damit der Stickstoff in der kurzen Wachstumszeit der Zwischenfrucht aufgenommen und so vor Auswaschung geschützt wird. Soll die N-Mineralisierung im Herbst eher gebremst werden und die Zielrichtung auf Nachfrucht und Bodenvorrat liegen, sollte das C/N-Verhältnis weiter sein (> 25). **Im Gegensatz zu anderen Düngemitteln können wir beim Cut & Carry-Verfahren selbst die N-Wirkung durch den Schnitttermin beeinflussen und sollten dies besonders bei der Herbstdüngung bewusst tun.**

Viel attraktiver und flexibler als die Zuordnung aller Kleeegrasschnitte zu Cut & Carry-Nehmerflächen ist jedoch die Kombination des Verfahrens mit anderen zur Verfügung stehenden Düngern, worauf in [Kapitel 8.1](#) eingegangen wird.

5.4. Mengenplanung im Überblick

Soll eine Kultur ausschließlich über Cut & Carry ernährt werden, ist eine Zuteilung von Geber- zu Nehmerfläche abhängig vom Aufwuchs und kann erst relativ kurz vor dem Schnitt der Substrate endgültig geplant werden. Wird die Pflanzenernährung kombiniert geplant, kann Cut & Carry „starrer“ vorgeplant und Mengenanpassungen in der nachfolgenden Düngung berücksichtigt werden.

In der Excel-Anwendung „C&C-Manager“ hat die LWK NRW alle wesentlichen Bausteine der Planung zusammengefasst. Diese sollen im Folgenden kurz dargestellt werden; eine ausführlichere Beschreibung des Vorgehens findet sich im Programm selbst. Der C&C-Manager ist auf oekolandbau.nrw.de zum Download erhältlich ([Link](#), QR-Code auf [Seite 5](#)).

Im ersten Schritt werden dort Geberflächen, bzw. bei Klee gras einzelne Schnitte einer Fläche, angelegt. Wird eine Ertragsmessung nach einer der in [Kapitel 4.2](#) und [4.3](#) beschriebenen Methoden eingetragen, kann der Trockenmasseertrag ermittelt werden. Mit einer im Programm integrierten Schätztabelle für den Stickstoffgehalt (s. auch [Kapitel 4.4](#)) wird der N-Ertrag geschätzt.

Im zweiten Schritt können Nehmerflächen geplant werden, indem der Düngbedarf und der Anteil, der davon durch Cut & Carry gedüngt werden soll, festgelegt wird. Nun wird jede Geberfläche einer oder – je nach Größe und Aufwuchs – mehreren Nehmerflächen zugeteilt. Der restliche Aufwuchs wird auf die nächste geplante Fläche ausgebracht. Am Ende steht eine Planung mit den flächenspezifischen Ausbringungsmengen für den Miststreuer, je nach Düngbedarf, und einer Empfehlung zur verbleibenden Ergänzungsdüngung.

Wird im letzten Schritt, also nach Ausbringung, eine Analyse des Schnittguts eingetragen, kann die vorab geschätzte mit der tatsächlich ausgebrachten N-Menge verglichen werden, um daraus das eigene Gespür Schritt für Schritt zu schulen.

Beispiel: Landwirtin Arendsen hat zwei Teilflächen derselben Klee grasmischung (2 und 5 ha), die sie im Cut & Carry-Verfahren als Dünger nutzen will. Sie entscheidet sich am 25.04. für Quadratmeterschnitte zur Ertragsaufnahme und trägt diese anschließend in die Tabelle ein – zur Vereinfachung nehmen wir für jede der vier Proben 2 kg/m² an, was 200 dt/ha Frischmasse-Ertrag entspricht. Im C&C-Manager wird der Wert pauschal um 10 % reduziert, um Vorgewende- und Randeffekte zu berücksichtigen, also bleiben 180 dt/ha Frischmasse-Ertrag. Sie wiegt 285 g des Klee grases in die Heißluftfritteuse ein und erhält eine Trockenmasse von 16,9 %. Dies ergibt einen Trockenmasse-Ertrag von 30 dt/ha. Da sie einen Leguminosenanteil von 70 % im Klee gras angibt und zum Knospen schneiden will, erhält sie aus der Schätztabelle einen N-Ertrag von 89 kg N/ha.

Arendsen hat eine Kürbisfläche (6 ha) als Nehmerfläche ausgewählt, die Anfang Juni bestellt werden soll, und kommt nach Abzug des $N_{\min}$ -Wertes (30 kg $N_{\min}$ /ha) auf einen Düngbedarf von 110 kg N/ha. Dieser soll zur Hälfte (55 kg N/ha) aus Klee gras gedeckt werden, der Rest wird mit Gärrest aus einer Kooperation

nachgedüngt. Da Kürbis eine lange stehende Kultur ist und das Klee gras noch recht jung, nimmt sie eine Anrechenbarkeit von 80 % an. Nachdem sie die erste Klee grasfläche zugeteilt hat, ist der Düngbedarf aus Klee gras noch nicht voll gedeckt (31 kg N/ha fehlen). Sie teilt daraufhin auch die zweite Klee grasfläche dem Kürbisschlag zu. Nun reicht es, mit einem Rest von 2,4 ha. Sie entscheidet sich, diese Teilfläche den Flächen, die für die ursprünglich für die Futtermist-Kooperation vorgesehen waren, zuzuschlagen. Anfang Mai wird das Cut & Carry-Verfahren durchgeführt: 4,6 ha der Geberfläche werden gemäht, mit dem Ladewagen geborgen und mit dem Großflächenstreuer zu 14 t/ha auf die künftige Kürbisfläche ausgebracht. Eine Woche nach Ausbringung trifft auch die Futtermittelanalyse ein, mit höheren N-Gehalten als über die Schätzmethode angenommen. Als sie die Zahlen in den C&C-Manager eingibt, erhält sie einen um 10 % höheren N-Ertrag. Folgerichtig reduziert sie die Menge Gärrest von geplanten 55 auf nun 47 kg N/ha. Überzeugt von der Praktikabilität des Verfahrens nimmt sich Arendsen vor, die Kosten dieses und der nächsten Schnitte, die an die Biogasanlage gehen sollen, mit der Excel Anwendung „C&C-Ökonom“ auszuwerten.

Die im C&C-Manager ausgefüllten Zeilen des Beispiels sind in [Anhang 5](#) abgebildet.

5.5. Substratbergung und -ausbringung

Um Erfahrungen mit dem Cut & Carry-Verfahren zu sammeln, ist ein Verwenden von bestehender oder geliehener Technik empfehlenswert, im Idealfall kann auf örtliche Lohnunternehmen zurückgegriffen werden.

Bei der Futterwerbungs- und Ausbringtechnik scheint die Kombination eines selbstfahrenden Feldhäckslers und mehrerer Miststreuer-Gespanne am naheliegendsten, ist jedoch nur bei ausreichender Dimensionierung und kleiner Entfernung von Geber- und Nehmerfläche zu empfehlen. Muss der Feldhäckslers auf die Gespanne warten, steigen die Kosten der Ausbringung an. Zudem ist das im Vergleich zu Silo-transportgespannen geringere Ladevolumen und die ggf. eingeschränkte Verfügbarkeit einer ausreichenden Zahl von Miststreuern zu beachten.

Aus diesem Grund empfiehlt sich ein absätziges Verfahren (s. [Abbildung 9](#)): Die Futterbergung findet mit Feldhäckslers und Transportgespannen oder mit einem Kurzschnittladewagen statt, auf der Nehmerfläche wird das Häckselgut auf eine Feldmiete gekippt. Von dort wird es auf einen Miststreuer aufgeladen und ausgebracht. So können Substratbergung und -ausbringung auch in Lohnarbeit jeweils mit maximaler Effizienz geschehen.

Praxis-Tipps: Um Verluste durch Nacherwärmung zu vermeiden, sollte das Häckselgut nicht länger als einen Tag auf der Feldmiete liegen. Bei kleinem Flächenumfang, niedrigen Erträgen oder großer Feldentfernung ist der Kurzschnittladewagen ausreichend schlagkräftig und kostengünstiger. Die direkte, beetweise Ausbringung über die Dosierwalzen des Ladewagens ist zeitaufwändig, nicht gleichmäßig genug und nicht bodenschonend, ein absätziges Verfahren ist sinnvoller. Die Häcksellänge kann bei beiden Verfahren im jeweiligen Rahmen dem Verwendungszweck angepasst werden: Mit kürzerer Schnittlänge und der damit verbundenen größeren Oberfläche ist von einer schnelleren Mineralisierung auszugehen. Bei der Ausbringung mit dem Miststreuer sollte eine geringe Arbeitsbreite (z. B. 6 – max. 15 m) und eine ausreichende Überlappung gewählt werden, um bei hohen Ausbringungsmengen bis zum Ende des Schlages zu kommen und um trotz ungünstiger Flugeigenschaften des Materials ein gleichmäßiges Streubild zu bekommen. Mit zunehmendem Anwelkgrad und Trockensubstanzgehalt verschlechtert sich das Flugverhalten

des Materials, somit sollte es möglichst windstill sein und mit möglichst geringen Arbeitsbreiten gearbeitet werden. Hierbei kann die Grenzstreueinrichtung am Großflächenstreuer von Vorteil sein, mit der die Wurfweite reguliert wird. Die dann größere Menge muss durch schnelleres Fahren kompensiert werden.

Um die mit dem C&C-Manager oder händisch ermittelte Menge auf der Nehmerfläche auszubringen, bedarf es einer Wiegung des Materials. Zunächst sollte der Streuer einmal leer und voll gewogen werden, um bei definierter Ausbringmenge und Arbeitsbreite abschätzen zu können, wie weit der Streuerinhalt reichen sollte. Es empfiehlt sich, vor Ausbringung mittig in der Fahrgasse eine Plane definierter Fläche auszulegen und ggf. mit Heringen zu befestigen. Nach dem Überfahren mit dem Streuer kann das Substrat verwogen und somit die Ausbringmenge pro Hektar ermittelt werden ($1 \text{ kg FM/m}^2 = 10 \text{ t FM/ha}$). Dann können Geschwindigkeit und/oder Vorschub nachjustiert werden, um die gewünschte Ausbringmenge möglichst genau zu erreichen.

Mahd & Bergung



Evtl. kurze Zwischenlagerung



- ⊕ Schlagkraft
- ⚠ Erwärmung

Ausbringung & Einarbeitung



Abbildung 9: Schematischer Ablauf des absätzigen Cut & Carry-Verfahrens (Bilder Oben: WFranz/Pixabay.de, Bilder Mitte und Unten: Gärtling)

5.6. Einarbeitung und Etablierung der Nehmerkultur

Beim Cut & Carry-Verfahren sollen die Nährstoffe, maßgeblich Stickstoff, zu einem großen Teil in der Nehmerkultur genutzt werden. Hierfür ist es nötig, die Sprossmasse gut einzumischen, damit das Bodenmikrobiom eine große Angriffsfläche hat und die Mineralisierung schnell einsetzt. Zudem können die gasförmigen Verluste nur mit einer Einarbeitung auf ein Minimum beschränkt werden. Die Einarbeitung mit Grubber oder Scheibenegge kann bei hohen Schichtdicken erschwert sein, oft kommen dann Fräsen zum Einsatz. Das Einpflügen der Sprossmasse sollte nur erfolgen, wenn sie gut zerkleinert eingemischt wurde und möglichst flach auf 15 – 20 cm gepflügt wird, um die Umsetzung hauptsächlich im Wurzelraum stattfinden zu lassen und anaerobe Bedingungen zu vermeiden.

Trotz teils hoher geernteter N-Mengen pro Schnitt ist die Nährstoffkonzentration im Dünger meist geringer als in klassischen Wirtschaftsdüngern, idealerweise im Bereich von Rindermist (3 – 4 kg N/t FM). Bei Kulturen mit hohem N-Bedarf, der aus einer Cut & Carry-Düngung gedeckt werden soll, entstehen dadurch sehr hohe Ausbringmengen, die praktische Nachteile mit sich bringen: neben hohen Logistikkosten bereits bei mittleren Feldentfernungen müssen Spuren bei normaler Feldlänge mit dem Großflächen-

streuer mehrmals befahren werden (Bodenverdichtung). Wird nach dem Pflügen gedüngt, müssen die Fahrspuren wieder aufwändig gelockert werden.

Je früher und je kürzer die Kultur, desto früher vor der Etablierung der Kultur sollte die Ausbringung und Einarbeitung erfolgen, um einen Vorsprung in der N-Bereitstellung zu haben. Dieser Punkt bezieht sich hauptsächlich auf die Starkzehrer. Im Ackerbau, z. B. bei Getreide oder Mais, sind die Entzüge zu Beginn nur gering, sodass eine Einarbeitung unmittelbar vor der Aussaat ausreicht.

Während bei Pflanzkulturen keine negativen Effekte des frisch eingearbeiteten Pflanzenmaterials bekannt sind, wurden bei Säukulturen vereinzelt negative Effekte beobachtet²⁹. Ob dies an verringerter Lagerungsdichte, flüchtigen keimhemmenden Stoffen oder veränderter Feuchte im Boden lag, kann aus diesen Beobachtungen nicht abgeleitet werden. Sicherheitshalber sollte ähnlich wie bei Ausbringung von Frischmist etwa eine Woche bis zur Saat gewartet werden. Dies gilt insbesondere bei Silagedüngung, wo in Säukulturen bei kurzer Wartezeit Keimhemmung beobachtet wurde³⁰. Auch Pflanzenschäden (Verätzung durch Ammoniakausgasung) sind aus dem Gewächshausanbau und von Kartoffeln (ohne Einarbeitung) bekannt. Bei großen Substratmengen kann auch über eine Rückverdichtung (Walzen) nach Saat nachgedacht werden.



Das **CUT & CARRY-VERFAHREN** wird vor allem in deckungsbeitragsstarken Kulturen wie Gemüse eingesetzt und bedarf wegen variabler N-Freisetzung und logistischen Herausforderungen einer sorgfältigen Planung. Die Anrechenbarkeit des Stickstoffs hängt stark von der Kulturdauer und dem C/N-Verhältnis ab. Bei kurzen Kulturstandzeiten oder kalten Böden ist eine Kombination mit schnell wirksamen Düngern sinnvoll. Rechtlich gilt die Ausbringung als eine Düngung nach Düngeverordnung, mit entsprechenden Mindestwirksamkeiten, Dokumentationspflichten und Sperrfristen. Für die Praxis sind eine zeitliche Synchronisierung von Aufwuchs und Bedarf, eine sorgfältige Mengenplanung sowie eine effiziente Bergung, Ausbringung und Einarbeitung entscheidend, um N-Verluste zu vermeiden und die Kultur optimal zu versorgen. Der C&C-Manager der Landwirtschaftskammer NRW unterstützt bei der Berechnung von Erträgen, N-Mengen und Düngebedarf und ordnet Geber- zu Nehmerflächen zu ([Link](#)).

6. PFLANZENBAULICHE ERFAHRUNGEN UND VERSUCHSERGEBNISSE ZUM EINSATZ VON CUT & CARRY MIT KLEE UND LUZERNE

Eine Vielzahl von Projekten und Studien hat sich bereits mit dem Potential von Klee-grastransfer zur Pflanzenernährung beschäftigt. Ergebnisse daraus stellen wir im folgenden Kapitel dar – dabei können widersprüchliche Aussagen Erwähnung finden. **Zentrale Aussagen sind, dass das Material ein eher enges C/N-Verhältnis haben und auf der Fläche eingearbeitet werden sollte.** Durch die Wahl der Geberkultur und des Schnitttermins (C/N-Verhältnis) kann die Geschwindigkeit der N-Mineralisierung gesteuert werden.

6.1. Versuche aus den Leitbetrieben NRW und vom Versuchszentrum Gartenbau Köln-Auweiler

In einer Reihe von Versuchen auf unterschiedlichen Standorten erwies sich die Düngewirkung von Schnitten aus Futterleguminosen bzw. Futterleguminosen-Gras-Gemengen im Cut & Carry-Verfahren als gleichwertig zu einer Düngung mit Haarmehlpellets.

6.1.1. Leitbetriebe NRW

Auf Praxisflächen der Leitbetriebe in NRW sowie auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut der Universität Bonn wurde die Cut & Carry-Düngung in acker- und gemüsebaulichen Kulturen untersucht. Insbesondere auf nährstoffärmeren Standorten erzielte die Einarbeitung von Düngern aus Klee-gras zum Teil signifikante Ertragseffekte in stark zehrenden Kulturen wie Winterraps, Blumenkohl und Romanesco¹⁹. Zwar lagen die Erträge in der mit Haarmehlpellets gedüngten Zukaufdüngervariante in allen Versuchen tendenziell am höchsten, Varianten mit Klee-gras oder konservierten Klee-grasprodukten waren jedoch meist mit ihnen vergleichbar. Entscheidend für die Wirksamkeit in allen Versuchen waren eine sorgfältige Einarbeitung (Pflug oder Fräse) sowie ein enges C/N-Verhältnis der eingesetzten Sprossmasse von unter 20.

Umweltaspekte: Die Lachgasemissionen bei der Umsetzung der Sprossmasse wurden von der Geber- auf die Nehmerfläche verlagert; im Vergleich zu „Mulchen plus Zukaufdünger“ wurden sie halbiert^{19,32}. Eine ineffiziente Düngung (schlechte Ausnutzung durch geringe Nährstofffreisetzung aus dem Sprossmaterial, ungünstige Saisonbedingungen, geringe Erträge) führt zu erheblichen Restmengen an mineralischem Stickstoff im Herbst, welche besonders bei später/keiner Winterbegrünung und auf leichten

oder flachgründigen Standorten auswaschungsgefährdet sind³¹.

6.1.2. Düngungsstrategieversuch Köln-Auweiler

Am Versuchszentrum Gartenbau der Landwirtschaftskammer NRW lief von 2013 bis 2022 ein Düngungsstrategieversuch über zwei aufeinanderfolgende fünfjährige Rotationen einer intensiven Gemüse-Fruchtfolge (Porree, Brokkoli und Spinat, Knollensellerie, Eissalat und Fenchel, Mangold und Endivie). Der Versuch war als randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen auf sandigem Lehm angelegt und die Fläche seit 1991 Bioland-zertifiziert.

Verglichen wurden fünf Düngungsvarianten: Cut & Carry (betriebseigene Luzerne, frisch oder siliert, C/N 10 bis 20), verschiedene Kompostvarianten, Haarmehlpellets als Referenz sowie eine ungedüngte Kontrolle. Im Folgenden liegt der Fokus auf dem Vergleich von Cut & Carry, Haarmehlpellets und ungedüngter Kontrolle.

Alle Dünger wurden vor der Pflanzung zügig und flach eingearbeitet. Der Stickstoffgehalt der Luzerne-Sprossmasse wurde bei der Düngeplanung zu 100 % angerechnet. Nach zehn Versuchsjahren liegt eine belastbare Datengrundlage zu Ertrag, N-Aufnahme, N_{min} -Verlauf und Bodenkohlenstoff vor.

Ertrag ist gleichwertig zu Haarmehlpellets: In beiden Rotationen erzielte die Cut-&-Carry-Variante Erträge, die statistisch auf dem Niveau der Haarmehlpellet-Düngung lagen. Die ungedüngte Kontrolle blieb deutlich darunter ([Abbildung 10](#)). Damit zeigt sich über zehn Versuchsjahre, dass die Düngung mit betriebseigener Luzerne-Sprossmasse in einer intensiven Gemüsefruchtfolge ein vergleichbares Ertragsniveau wie Haarmehlpellets erreicht.

Düngeeffekt entwickelt sich im Zeitverlauf: Bei kurzen Kulturen fielen die Cut & Carry-Erträge in der ersten Rotation teils etwas niedriger aus als bei Haarmehlpellets. Beim Eissalat wurden 2016 mit Cut & Carry 330 dt/ha marktfähiger Ertrag erzielt, mit Haarmehlpellets 396 dt/ha³². In der zweiten Rotation 2021 war dieser Unterschied nicht mehr nachweisbar: Cut & Carry erreichte 417 dt/ha marktfähigen Ertrag, Haarmehlpellets 421 dt/ha. Hier deutet sich an, dass die Düngewirkung des Cut & Carry-Verfahrens über die Jahre zunimmt, vermutlich durch den Auf-

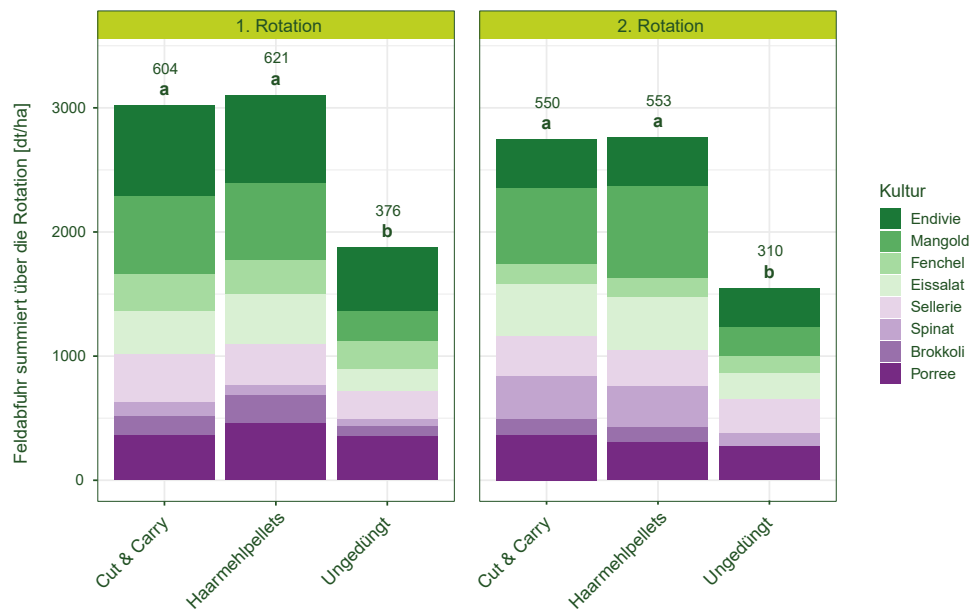


Abbildung 10: Feldabfuhr-Ertrag im Düngungsstrategieversuch Köln-Auweiler, summiert über die jeweils fünfjährige Rotation 2013 – 2017 bzw. 2018 – 2022. Gestapelt dargestellt sind die Beiträge der acht Kulturen der Fruchtfolge. Buchstaben über den Balken kennzeichnen signifikante Unterschiede der Rotationssummen (Tukey, $p < 0,05$; $n = 4$); die Zahlen darüber geben den daraus berechneten mittleren Jahresertrag in dt/ha an. (Perkons 2026)

bau eines aktiven Bodenmikrobioms und eines mobilisierbaren N-Pools aus den Vorjahresdüngungen.

N_{min} -Daten bestätigen Praxisempfehlung zur Kombinationsdüngung: In der Cut & Carry-Variante wurden in den Versuchsjahren 2018 bis 2021 im Mittel 269 kg N/ha gedüngt, während die Haarmehlpellets-Variante mit 230 kg N/ha den gleichen Ertrag erzielte¹¹. Die im Versuch angenommene Anrechen-

barkeit des zugeführten Stickstoffs von 100 % für die LuzerneSprossmasse war also etwas optimistisch, vor allem bei kurz stehenden Kulturen. Der Grund wird in den N_{min} -Verläufen im Oberboden sichtbar: Haarmehlpellets führten nach der Düngung zu deutlich höheren N_{min} -Spitzen in der durchwurzelter Zone als Cut & Carry, das den Stickstoff moderater und über einen längeren Zeitraum freisetzte (Abbildung 11). In tieferen Bodenschichten und nach Winter waren zwischen

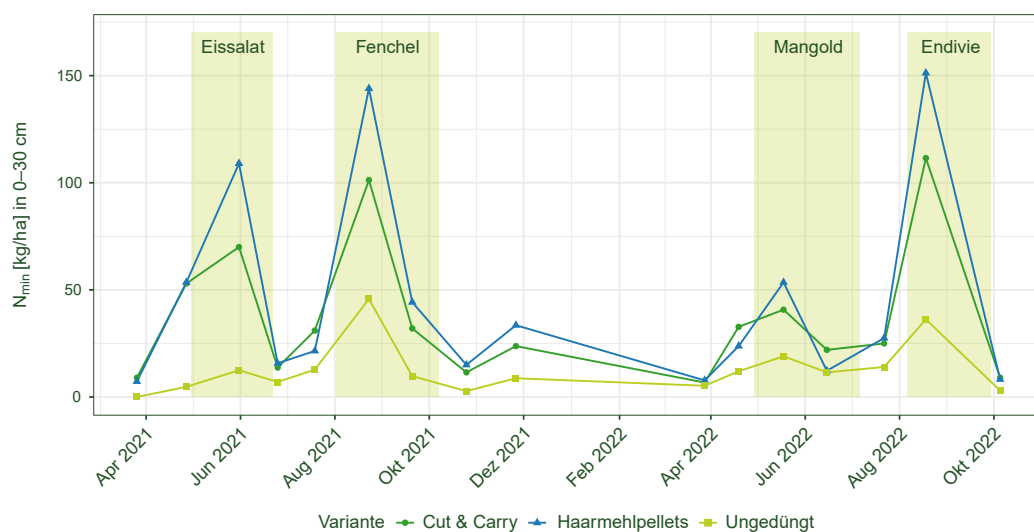


Abbildung 11: N_{min} -Verlauf im Oberboden (0 – 30 cm) in den Versuchsjahren 2021 und 2022 für drei ausgewählte Varianten des Düngungsstrategieversuchs Köln-Auweiler. Graue Bereiche kennzeichnen die Standzeit der jeweiligen Kultur. (Perkons 2026).

den Varianten dagegen kaum Unterschiede messbar, sodass sich keine erhöhte Auswaschungsgefahr im Cut & Carry-Verfahren abzeichnet. Für lang stehende Kulturen ist die moderatere Mineralisierung aus der Luzerne-Sprossmasse genau richtig. Bei Kulturen mit kurzer Standdauer und hohem N-Bedarf wie Eissalat ist eine Kombination mit einem schneller wirksamen Dünger sinnvoll, wie in [Kapitel 5.2](#) näher beschrieben.

6.2. NutriNet NRW: Test von Kombinationsdüngung und Schnittzeitpunkt

Im NutriNet-Projekt setzen Praxis, Beratung und Wissenschaft gemeinsam Nährstoffmanagement-Versuche um. Die Versuchsfragen stammen von den Projektlandwirtinnen und -landwirten, die die Versuche auf ihren Betrieben durchführen.

Mit frühen Schnittzeitpunkten kann die N-Verfügbarkeit (enges C/N-Verhältnis) aus Klee gras erhöht werden, jedoch unter Verzicht auf Massebildung. In insgesamt drei Versuchen in zwei Jahren sollte bei einem festen Verhältnis von Geber- und Nehmerfläche untersucht werden, ob ein im Vergleich zum Futterbau verfrühter Schnittzeitpunkt von Klee gras die Düngewirkung des Schnittguts auf Weißkohl/ Kürbis verbessern und dadurch den geringeren Massenaufwuchs überkompensieren kann. Auf drei Praxisbetrieben wurden Streifen- oder Parzellenanlagen angelegt, in denen der Düngbedarf ganz oder teilweise mit früh geschnittenem Klee gras im Cut & Carry-Verfahren gedeckt wurde. Ein genauso großer Teil der Geberfläche, wie er für diese Düngung verwendet wurde, wurde stehengelassen und 2 – 3 Wochen später zur Düngung verwendet. So wurden Mengenzuwachs und schlechtere Verfügbarkeit praxisnah abgebildet.

Kombinationsdüngung ist überlegen: Der Ersatz von 35 – 50 % des N-Düngebedarfs durch Klee gras-schnitt ist ohne negative Einflüsse auf Ertrag oder Qualität möglich und mit Blick auf die Bodenbelastung und den logistischen Aufwand ein empfehlenswerter Umfang. Wird ein schnell verfügbarer Dünger in einer lange stehenden Kultur ersetzt, kann die Pflanzenversorgung durch die Kombinationswirkung beider Dünger verbessert und der Ertrag tendenziell gesteigert werden.

(Moderat) früher Schnitt ist zu bevorzugen: Ein früher Schnittzeitpunkt erzielt auf der Geberfläche höhere N-Gehalte bei geringerem logistischem Aufwand (weniger Frischmasse), auch wenn die produzierten N-Mengen gleich bis geringer sind. Eine bessere Verfügbarkeit des Düngers, oft angezeigt durch ein enges C/N-Verhältnis, führt zu einer schnelleren Umsetzung im Boden und einer verbesserten Pflan-

zenaufnahme, die sich in tendenziell höheren N-Gehalten im Kürbis ausdrückt. Ist die Verfügbarkeit hingegen verringert, wie oft beim späten Schnittzeitpunkt beobachtet, verbleiben höhere Rest-N-Mengen im Boden, die die Auswaschungsgefahr erhöhen. Eine starke Verfrühung des Schnittzeitpunkts vor das standortspezifische Futterbau-Optimum stellte sich in der Praxis als schwer umsetzbar heraus, da entweder Befahrbarkeit oder Aufwuchs nicht zufriedenstellend waren.

C/N-Verhältnisse und Anrechenbarkeit optimistischer interpretieren: Engere C/N-Verhältnisse sind generell erstrebenswert, aber nur innerhalb der Materialien und nicht als absolute Zahlen mit anderen Düngemitteln vergleichbar: Auch weite C/N-Verhältnisse von 25 oder höher erzielten noch eine zufriedenstellende Düngewirkung, wahrscheinlich aufgrund der hohen Feuchte, großer Angriffsflächen (kurze Häcksellänge) und dem im Vergleich zu anderen Düngern hohen Zuckergehalt. Dabei kann eine Anrechenbarkeit von 50 % als ausreichend konservativ angenommen werden, mit rechnerischen Anrechenbarkeiten von bis zu 70 % unter guten Jahresbedingungen.

6.3. Weitere wissenschaftliche Untersuchungen zum Thema

Heuwinkel et al. (2007)³³ führten an drei Standorten in Bayern Feldversuche durch, bei denen Aufwandmengen von Weißklee-Sprossmasse mit einer ungedüngten und einer gedüngten Kontrolle (Maltaflor) verglichen wurde. Die Sprossmasse wurde bei der Beikrautregulierung eingearbeitet. Der in Sellerie ausgebrachte Weißklee hemmte zunächst die N-Mineralisierung, konnte aber bis in den Herbst ausreichend Stickstoff nachliefern. Die Autorinnen und Autoren schlussfolgern, dass Weißklee-Sprossmasse den organischen Handelsdünger Maltaflor bei Sellerie vollwertig ersetzen kann, wenn die Gesamt-N-Ausbringmenge im Vergleich zur Referenz verdoppelt wird (Anrechenbarkeit folglich 50 %). Trotz der hohen Aufwandmenge wurden im Herbst Nitratwerte unter 50 kg N_{min}/ha gefunden.

Die Universität Hohenheim führte im Projekt Bravö 2018 und 2019 in Kartoffeln einen Düngungsversuch mit Klee grassilage, Klee graspellets, frischem Klee gras und weiteren Düngemitteln unter ökologischen Bedingungen durch³⁴. Klee grassilage wurde entweder im Herbst oder im Frühjahr vor dem Legen ausgebracht. Auch die Klee graspellets wurden im Frühjahr vor dem Legen ausgebracht, während das frische Klee gras auf die Dämme ausgebracht und eingearbeitet wurde. Die Ergebnisse ließen sich nicht über beide Jahre gleich statistisch absichern.

In Einzeljahren hingegen zeigte sich, dass frisches Klee gras in Markt- und Gesamtertrag mit Gärrest vergleichbar und besser als die Nullkontrolle war. Klee grassilage hingegen fiel etwas ab, der positive Ertragseffekt auf den nachfolgenden Sommerweizen wies auf eine verzögerte Mineralisierung im Ausbringungsjahr hin.

Katroschan und Hirthe (2024)³⁵ untersuchten die N-Versorgung einer Gemüsekultur und deren Getreide-Nachfrucht durch Cut & Carry-Düngung von Klee gras-Sprossmasse und -Silage. Dabei war der Düngeeffekt von Silage deutlich geringer als erwartet. Eine hohe N-Verfügbarkeit in der Sprossmasse (enges C/N-Verhältnis) ist verknüpft mit einer hohen N-Effizienz über die Saison, weil die Mineralisierung besser mit der Pflanzenaufnahme übereinstimmt als bei spät mineralisierenden Materialien. Zur Düngung ist die Einarbeitung der Sprossmasse klar zu bevorzugen. Während Porree besser auf Cut & Carry-Düngungen reagierte, erzielten Haarmehlpellets bei Fenchel eine durchgehend höhere N-Aufnahme. Die Düngewirkung auf die Getreide-Nachfrucht war gering, aber vorhanden.

6.4. Weißkohl und Rosenkohl in WRRL-Modellbetrieben

Das Ziel der auf den Modellbetrieben angelegten Demoanlagen war es, die Ergebnisse aus dem Versuchswesen in die Praxis zu tragen und großflächig anzulegen. Damit wurde gezeigt, dass dies einerseits technisch umsetzbar ist und andererseits ertraglich mit üblichen Düngemitteln mithalten und somit eine echte Alternative sein kann.

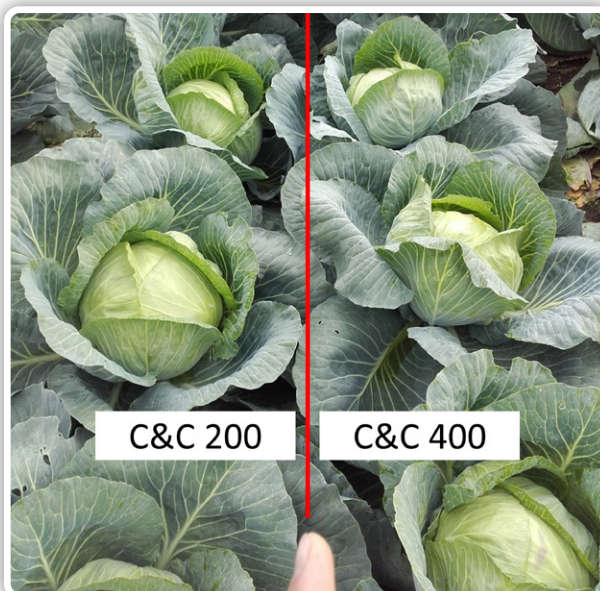


Abbildung 12: Kopfkohl am 15.08.2017 in den Cut & Carry-Varianten mit 200 und 400 kg N/ha, Pflanzung und Düngung am 27.05.2017 (Bild: Gerbaulet)

Weißkohl (2017): Rotklee-Sprossmasse wurde mit 140 kg N/ha (entspricht 37 t/ha), 200 kg N/ha (54 t/ha) und 400 kg N/ha (108 t/ha) ausgebracht und mit der Umkehrfräse eingearbeitet. Der Ertrag aller Varianten war vergleichbar zu den betriebsüblich gedüngten Parzellen mit 100 t Kopfertrag. Die junge Klee-Sprossmasse mit einem engen C/N-Verhältnis von 17 war gut pflanzenverfügbar: Die über Cut & Carry gedüngten Varianten nahmen mindestens die gleichen N-Mengen auf wie die über Gärsubstrat und Haarmehlpellets gedüngte Variante. Die qualitativ optimale Kopfgröße war schon bei 200 kg N/ha erreicht (s. [Abbildung 12](#)), die 400 kg N waren somit nicht nötig. Auch bei den N_{min} -Werten in [Abbildung 13](#) zeigte

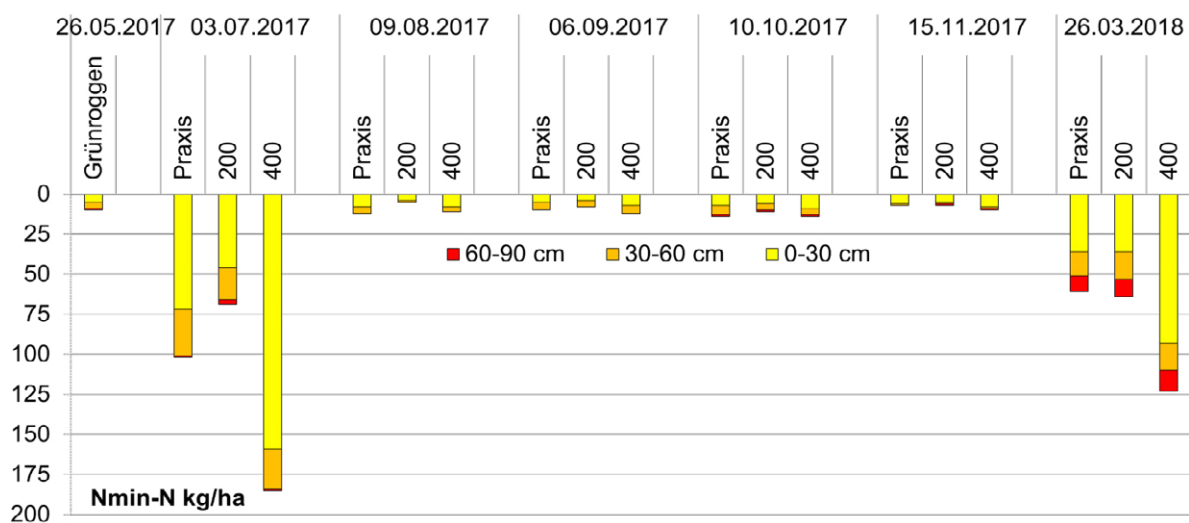


Abbildung 13: N_{min} -Wert (kg N_{min} /ha) in 0 – 90 cm von Mai 2017 bis März 2018 in den Varianten Praxis (Gärsubstrat + Haarmehlpellets), 200 kg N/ha über Cut & Carry und 400 kg N/ha über Cut & Carry (Gerbaulet 2018)

sich, dass 400 kg N/ha zu viel waren: Zwar lebte der Weißkohl während der Saison direkt aus der Mineralisierung und hinterließ den Boden leer. Über Winter mineralisierten jedoch im Oberboden (0 – 30 cm) in der hoch gedüngten Variante 100 kg N/ha, im Vergleich zu 40 kg N/ha in den anderen Varianten. Dies zeigt, wie wichtig es auch bei diesem Verfahren ist, so nah wie möglich am Entzug zu düngen, um geringe Rest-N_{min}-Werte zur Sickerwasserperiode zu haben und Nachmineralisierung zu verhindern. Auswaschungen werden dann auf ein Minimum reduziert.

Rosenkohl (2022/2023): Rosenkohl besitzt ein hohes Nährstoffaneignungsvermögen, steht von allen Gemüsekulturen am längsten auf der Fläche und benötigt über den gesamten Zeitraum ausreichend Stickstoff. Nachmineralisierter Stickstoff im Herbst wird bis in den Winter hinein entzogen und somit vor Auswaschung geschützt. Eine stetige N-Nachlieferung aus Cut & Carry wäre ideal, um eine späte, technisch schwierige Nachdüngung überflüssig zu machen. Im Jahr **2022** erzielte der mit Rotklee-Sprossmasse (160 kg N/ha, 40 t FM/ha, C/N 15) und Haarmehlpellets (120 kg N/ha) ernährte Rosenkohl deutlich größeren Röschen zum Ende der Saison als der ausschließlich über Haarmehlpellets (280 kg N/ha) gedüngte Rosenkohl ([Abbildung 14](#)). Obwohl die Abschlussdüngung im August mit 80 kg N/ha aus Haarmehlpellets bei beiden Varianten gleich war, zeigte sich der Cut & Carry-Rosenkohl bis zum Schluss besser ernährt mit einer 20 % höheren N-Aufnahme, was auf eine anhaltende Stickstoffnachlieferung aus der Rotklee-Sprossmasse

im Herbst schließen lässt. Der über Sprossmasse ernährte Kohl bildete im oberen Bereich (Endwachstum) größere und gleichmäßigere Röschen. Im Jahr **2023** konnte dies so nicht bestätigt werden, da durch die hohen Niederschlagsmengen viele Nährstoffe auf den leichten Böden verloren gingen. Die Nachdüngung war somit höher als vorgesehen und verfälschte die Ergebnisse. Die mit 220 kg N/ha aus Inkarnatklee-schnitt gedüngte Cut & Carry-Variante erzielte mit deutlich geringeren Stickstoffgehalten in der Pflanze mehr Ertrag als die Haarmehlpellet-Kontrolle, weil sie möglicherweise besser durch Nachmineralisierung aus dem Kleeschnitt versorgt war.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die mit Sprossmasse gedüngten Varianten besser und länger mit Nährstoffen versorgt waren, die Auswaschungsgefahr während der Saison reduziert war und die Erträge mit der Kontrolle mithalten konnten. Das System ist für Teilflächen bzw. bestimmte Düngungstermine interessant, praktikabel und mit dem Wasserschutz vereinbar. Voraussetzung ist, dass Kulturen angebaut werden, die bis zur Sickerwasserperiode sicher alle N-Mengen entziehen (lange stehende Kopfkohlarten, Rosenkohl) oder dass nur ein Teil der Düngung über Sprossmasse gedeckt und mit Handelsdüngemitteln ergänzt wird. Überschüsse nach kürzer stehenden Kulturen können über Begrünung gehalten werden, sodass es zu minimaler Nachmineralisierung und Verlagerung über Winter kommt – Voraussetzung ist die Ausbringung und Einarbeitung der Sprossmasse bis Ende Juni.



Abbildung 14: Rosenkohlpflanzen aus C&C (160 kg N/ha aus C&C + 120 kg N/ha aus Haarmehlpellets) und Kontrolle (280 kg N/ha aus Haarmehlpellets) (Bild: Gerbaulet)

VERSUCHE

der Leitbetriebe NRW haben positive Effekte des Cut & Carry Verfahrens auf Ertrag und Qualität verschiedener Gemüsekulturen gezeigt. Ein kombinierter Einsatz von Cut & Carry und einem schnell verfügbaren Dünger hat sich in Praxisversuchen des NutriNet-Projektes als ideal für Ertrag und Praktikabilität gezeigt. Versuche anderer Forschungseinrichtung mit Silagedüngung zeigten gemischte Ergebnisse. Am Beispiel von Weiß- und Rosenkohl wurde auf Modellbetrieben der Wasserrahmenrichtlinie demonstriert, dass Erträge nach Cut & Carry Düngung mit denen mit betriebsüblicher Düngung mithalten können. Aus Sicht des Wasserschutzes sollte auf eine hohe N-Ausnutzung in der Saison geachtet werden, um hohe Restmengen vor Winter zu vermeiden. Das C/N-Verhältnis in der Sprossmasse sollte gering sein (< 15), jedoch führten vereinzelt auch Düngungen mit weiteren C/N-Verhältnissen in lang stehenden Kulturen zu einer überraschend hohen Düngewirkung.



7. ÖKONOMISCHE BETRACHTUNG

7.1. Düngerwert von Klee gras

Da Klee gras kein handelsübliches Produkt mit einem Marktpreis ist, kann eine ökonomische Bewertung nur über den Ansatz von Reinnährstoffpreisen aus Zukaufsdüngern erfolgen.

Mit dem Einzelnährstoffvergleich wird aus den gängigen organischen Handelsdüngern der preiswerteste für jeden Nährstoff ermittelt. Aus den Einzelnährstoffpreisen für Stickstoff, Phosphor und Kalium kann ein Preis für Wirtschaftsdünger abgeleitet werden. Da die meisten organischen Handelsdünger mehrere Nährstoffe enthalten, ist ein Errechnen von Einzelnährstoffpreisen mit Kompromissen verbunden.

In [Anhang 6](#) sind typische organische Handelsdünger nach dominanten Einzelnährstoffen zusammengestellt und mit eigens eingeholten Preisen versehen. Da alle organischen Handelsdünger Mehrnährstoffdünger sind, werden sie anhand der aus [Anhang 6](#) ermittelten günstigsten Einzelnährstoffpreise für Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium bewertet.

Werden diese Einzelnährstoffpreise auf die Hauptnährstoffe (N, P, K und Mg) im Klee gras angewendet, ergibt sich für einen Klee grasschnitt mit 20 % TM ein Nährstoffwert von ca. 30 €/t FM ([Tabelle 4](#)). Bei einem Frischmasseertrag von 40 t/ha errechnet sich ein Nährstoffwert von 1200 €/ha für den Klee grassanbau auf der Geberfläche.

Tabelle 4: Düngerwert von Klee gras mit unterschiedlichen Kleeanteilen, berechnet auf Basis der Einzelnährstoffpreise (Nettopreise) aus [Anhang 6](#).

Nährstoffpreise:	N	4,13 €/kg
Stand: 10/2025	P₂O₅	1,43 €/kg
Nettopreise	K₂O	0,62 €/kg
	MgO	1,40 €/kg

Felderzeugnisse (20 % TM)	Gehalte in..	Nährstoffgehalte in der FM			
		Gesamt-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Klee gras (Kleeanteil 30 %)	kg/t FM	5,60	1,50	6,70	0,80
Klee gras (Kleeanteil 50 %)	kg/t FM	5,80	1,40	6,50	0,90
Klee gras (Kleeanteil 70 %)	kg/t FM	6,10	1,40	6,50	0,90

7.2. Ökonomische Stickstoffeffizienz der Klee grasnutzung

Ausgehend von der in [Kapitel 3.2](#) dargestellten Stickstoffeffizienz lässt sich unter Einbeziehung der Kosten der jeweiligen Verfahren auch eine ökonomische Stickstoffeffizienz ableiten, also die Kosten

der verschiedenen Klee gras-Nutzungsformen in €/kg N (s. [Abbildung 3](#) in [Kapitel 3.2](#)).

Wie dort bereits erörtert, wäre das Cut-&-Carry-Verfahren ökonomisch günstiger als eine Kooperation mit einem Tierhalter oder einer Biogasanlage, wenn gasförmige Verluste und Verfahrenskosten hälftig zwischen Tierhaltung und Ackerbau aufgeteilt würden. Dies ist in der Praxis jedoch häufig nicht der Fall: Der anfallende Dünger wird durch Tierhaltung oder Biogasanlage meist quersubventioniert und ist dadurch pro kg N oft günstiger als beim Cut & Carry-Verfahren.

Mulchen stellt zwar die kostengünstigste verfügbare Option dar – auch bezogen auf €/kg N –, reduziert jedoch die Stickstofffixierung und damit die im Betrieb umlaufende N-Menge. In der Praxis bleibt das Mulchen daher vor allem eine Notlösung für einzelne Termine.

Das Cut-&-Carry-Verfahren wird insbesondere dadurch attraktiv, dass den vergleichsweise hohen Kosten auch hohe N-Erträge und -Effizienzen gegenüberstehen. Das Klee gras muss daher gut bewirtschaftet werden (abgesetztes, feinkrümeliges Saatbett, sorgfältige Aussaat, Kalk- und Schwefelversorgung, etc.).

7.3. Kosten verschiedener Cut & Carry-Verfahren im Vergleich

Mit dem Excel-Rechner „C&C-Ökonom“ können die Kosten für die Stickstoffbereitstellung der einzelnen Cut & Carry-Varianten (z. B. mit Feldhäcksler/Ladewagen, frisch/einsiliert, ...) ermittelt werden. Hierzu können Eingaben zum Gesamtertrag oder, wenn es genauer sein soll, zu den einzelnen Schnitten gemacht werden. Neben dem Sprossmasse-Aufwuchs in t FM/ha kann die Trockenmasse und der N-Gehalt für den Gesamtertrag oder die einzelnen Schnitte eingegeben werden. Liegen für die Trockenmasse und den N-Gehalt keine Werte vor, rechnet das Programm mit Standardwerten. Zusammen mit der Anzahl der Schnitte und einigen Angaben zu den für jeden Schnitt ausgewählten Nutzungsverfahren berechnet das Programm die Verfahrenskosten pro kg N für jeden Schnitt und in der Summe aller Schnitte.

Damit soll dem Anwender in einfacher und schneller Weise eine Übersicht zu den Kosten der Stickstoffbereitstellung mit den unterschiedlichen Cut & Carry-Verfahren aufgezeigt werden. Neben der klassischen Verwertung über Geber- und Nehmerfläche kann

auch die Verwertung in einer Futter-Mist-Kooperation oder der Einsatz in einer Biogasanlage dargestellt werden. Kann ein Aufwuchs nicht direkt auf einer Nehmerfläche ausgebracht werden, kann die Konservierung als Silage (Ballen oder Fahrsilo) einge-rechnet werden.

Bei einer Verwertung über eine Futter-Mist-Koope-ration oder eine Biogasanlage sind die Transport-entfernungen und die Ausbringkosten für Mist bzw. Gärsubstrat nicht unerheblich. Deshalb gibt das Pro-gramm eine Kostenübersicht in Abhängigkeit der

Entfernung und der aufgenommenen Mengen von Stallmist und Gärsubstrat aus.

Der C&C-Ökonom kann so für die Vielzahl der Nut-zungen zur Verwertung von Kleegrasschnitten einen ausführlichen Kostenvergleich für den einzelnen Pra-xisbetrieb erstellen. Die Auswertung kann einfach mit Faustzahlen oder genauer mit der Verwendung betrieblicher Daten erfolgen. [Kapitel 9.5](#) stellt eine praxisnahe Anwendung des Programms dar. Der C&C-Ökonom ist kostenfrei auf oekolandbau.nrw.de zum Download erhältlich ([Link](#) oder QR-Code auf [Seite 5](#))

Der **DÜNGEWERT** von Klee gras wird aus Einzelnährstoffpreisen errechnet und liegt im Beispiel bei 30 – 32 €/t Sprossmasse. Das Cut & Carry-Verfahren verwertet den im Klee gras enthaltenen Stickstoff deutlich effizienter als Koope-rationen mit Tierhaltung oder Biogas und ist damit auch ohne zusätzliche Wertschöpfung noch relativ günstig (3 – 4 €/kg N). Der C&C-Ökonom kann helfen, die Kosten einzelbetrieblicher Verfahrenskombinationen zu bewerten und bietet damit eine gute Hilfestellung zur praktischen Entscheidungsfindung.



8. DER WEG ZUR BETRIEBSINDIVIDUELLEN LÖSUNG

8.1. Integration in die betriebliche Dünge-strategie

Wie in [Kapitel 5.3](#) beschrieben, ist ein betriebliches Nährstoffmanagement ausschließlich über das Cut & Carry-Verfahren auch bei vielen zur Verfügung stehenden Düngefenstern aufwändig und gerade in trockenen Jahren (geringe Erträge auf der Geberfläche) riskant. **Es bietet sich daher an, das Verfahren mit der herkömmlichen Düngung über Wirtschaftsdünger und organische Handelsdünger und mit alternativen Klee grasverwertungen zu kombinieren.** Dies hat verschiedene Vorteile:

Höhere Erträge/ bessere Qualität: Viele Studien in [Kapitel 6](#) zeigen ebenso wie eigene Erfahrungen, dass eine Kombination von Düngern unterschiedlicher Ver-fügbarekeit die Phasen des Nährstoffbedarfs der Kultur-pflanzen über die Saison vollständiger decken kann, was sich in höheren Erträgen und Qualitäten ausdrückt.

Alternativen in trockenen Jahren: Auch wenn die (Gemüse-)Kulturen auf dem Betrieb beregnungsfähig sein sollten – die Klee grasflächen werden in aller Regel nicht beregnet. In trockenen Jahren mit geringen Klee-graserträgen steht also zum einen weniger Dünger zur Verfügung, zum anderen findet die Umsetzung in

trockenen Böden langsamer statt. Eine Kombination mit anderen Düngern und auch ein kurzfristiger Zukauf kann dann eine wichtige Absicherung sein.

Zeitliche Flexibilität und gesteigerte Rentabilität: Für Cut & Carry besonders schwierige Düngungen (früh im Jahr, hoher Nährstoffbedarf oder Nachdüngungen) könnten aus Wirtschafts- oder organischen Handels-düngern mit höheren Ammoniumgehalten gedeckt werden. Der erste und der zweite Schnitt könnten gut im Cut & Carry-Verfahren genutzt werden: Sie haben durch hohe Erträge besonders geringe Futterwer-bungskosten, sodass sie den Deckungsbeitrag der Nehmerkultur weniger stark belasten. Durch ihre Aus-bringung bei späteren Saat-/Pflanzterminen (höhere Mineralisierungsrate) und Kulturen mit langer Stand-dauer können sie einen hohen Anteil des Stickstoff-bedarfs der Nehmerkultur decken. Die Folgeschnitte würden dann besonders sinnvoll in Futter-Mist-Kooperationen verwertet werden, wo der Stickstoff über Winter gelagert werden kann und im Frühjahr in Form von Gülle oder Gärrest als attraktiver Dünger zur Verfügung steht. Zwar ist auch die Tierhaltung an den ersten Schnitten interessiert, kann jedoch aufgrund der zusätzlichen Wertschöpfung auch höhere Futter-werkungskosten leichter tragen als das Cut & Carry-Verfahren.

So kann aus einer vermeintlichen Schwäche des Verfahrens eine Bereicherung im Nährstoff-Werkzeugkasten des Betriebs werden: Kann nicht die gesamte Fläche in eine Futter-Mist- oder Biogas-Kooperation gegeben werden, ließe sich der gut verwertbare erste Schnitt als Cut & Carry nutzen, während Folgeschnitte abgegeben werden. Ist der dritte Schnitt wegen Trockenheit zu spärlich, ist Cut & Carry unwirtschaftlich – vielleicht muss dann doch als Kompromiss einmal gemulcht werden. Zeigen die Erfahrungen, dass die Düngung des vierten Schnitts vor (bedürftigen) Winterungen eine zu hohe Bodenbelastung oder hohe Auswaschungsgefahr mit sich bringt, kann auch dieser entweder als Futter oder als Frühjahrs-Dünger einsiliert werden.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass der mit dieser Broschüre publizierte [C&C-Ökonom](#) auch derartige Mischkonzepte überschlagsweise berechnen kann.

8.2. Alternativen/Erweiterungen zur Cut & Carry-Nutzung

Die naheliegendste Alternative ist die Nutzung über Tierhaltung oder Biogasanlagen. In beiden Fällen wird der Aufwuchs verwertet und der Betrieb erhält wertvollen organischen Dünger, sei es in Form von Mist, Gülle oder Gärresten zurück. Diese Varianten bieten zu allen Jahreszeiten eine sinnvolle Nutzung des Aufwuchses, bieten eine hohe Düngewirkung und nutzen in der Regel bereits vorhandene Technik. Voraussetzung ist allerdings eine funktionierende Kooperation mit einem nahegelegenen Partnerbetrieb.

Mehr Flexibilität in der Anwendung bietet die Silage-düngung. Hierbei wird das Klee gras siliert und später als organischer Dünger eingesetzt. Diese Variante erlaubt eine zeitlich versetzte Ausbringung, ist jedoch technisch anspruchsvoller, da eine geeignete Lagerinfrastruktur – idealerweise eine befestigte Silo-platte notwendig ist. Zudem wird Silage rechtlich wie Klee gras-Sprossmasse behandelt, was die gleichen Einschränkungen bei Ausbringungszeitraum und

-mengen mit sich bringt (s. [Kapitel 5.2.2](#)). Nähere Informationen zur erfolgreichen Silierung kleereicher Bestände finden Sie auf der Website des Projektes [KleeLuzPlus](#).

Speziell für den Gemüsebau gibt es Ansätze, das Klee-gras in einem Futtertrocknungswerk trocknen und pelletieren zu lassen. Das entstehende Produkt kann entweder in der Fütterung eingesetzt (Futter-Mist-Kooperation oder Verkauf) oder als Alternative zu pelletierten Keratindüngern eingesetzt werden. Bei Verfügbarkeit der Trocknungs-Prozesskette in annehmbarer Hofnähe ist das Verfahren im Lohn durchführbar, jedoch sind die Pellets weniger stickstoffreich und teurer als bspw. Haarmehlpellets. Erste Düngeversuche zeigten eine große Variabilität in der Düngewirkung, die meist den Keratindüngern unterlegen war³⁶. Im von der LWK NRW geleiteten EIP-Projekt KleeValue (Laufzeit: 2025 – 2028) werden die Potentiale von Klee graspellets als hofeigenes Düngemittel (keine Zukaufgrenzen, verbesserte Kreislaufwirtschaft) untersucht. Einen Schwerpunkt bildet dabei die Trocknung und Pelletierung geeigneter Klee gras-mischungen mit Abwärme und Strom einer betrieblichen Biogasanlage – eine nachhaltige Alternative zu großen, nur in einigen Regionen Deutschlands verfügbaren Heißluft-Trocknungswerken. Im Verlauf des Projektes werden entsprechende Veröffentlichungen verfügbar sein.

Ein weiterer Weg ist die Kompostierung von Klee gras, entweder aerob oder anaerob (Mikrobielle Carbonisierung, kurz MC-Kompost). Diese Methode ist zwar besonders arbeits- und kostenintensiv, bietet jedoch klare Vorteile in Bezug auf Lagerfähigkeit, Hygienisierung und rechtliche Handhabung. Der Kompost lässt sich flexibel ausbringen und unterliegt keinen so strengen Regelungen wie Gülle oder Silage. Allerdings können die Nährstoffverluste beim Kompostieren stark schwanken, abhängig von Prozessführung und Begleitmaterialien.

Etwas ausführlicher sind die genannten Alternativen in einem Artikel beschrieben, der im Kontext des KleeLuzPlus-Projektes entstand ([Link](#)).

Bei der **INTEGRATION** in den eigenen Betrieb bietet es sich an, das Cut & Carry Verfahren mit üblichen Handels- und Wirtschaftsdüngern, sowie alternativer Klee grasverwertung zu kombinieren (z. B. Futter-Mist-Kooperationen oder Kooperation mit Biogasanlage). Weitere Optionen liegen in der Konservierung des Aufwuchses durch Silierung, Pelletierung oder Kompostierung. Jede Methode hat ihre spezifischen Vor- und Nachteile, wobei vor allem die Flexibilität und Effizienz der Nährstoffrückführung entscheidende Kriterien darstellen. Mischkonzepte der Verfahren können mit dem C&C-Ökonom ([Link](#)) gerechnet und bewertet werden.



9. INTEGRATION VON CUT & CARRY IN EINEN BEISPIELBETRIEB

9.1. Ausgangssituation

In diesem Kapitel soll eine mögliche Umsetzung des Cut & Carry-Systems in einem modellhaften, viehlosen Ackerbaubetrieb mit Gemüseanbau dargestellt werden.

Landwirt Hardenbrock führt im Rheinland einen viehlosen Biobetrieb, der einem Bio-Anbauverband angehört (120 ha, sandiger Lehm, Ackerzahl 65, Versorgungstufe Phosphor, Kalium und Magnesium: C). Er hat eine sechsgliedrige Fruchtfolge (20 ha je Fruchtfolgeglied):

Da er in seiner Region keine Futter-Mist-Kooperationen mehr etablieren kann und möglichst wenige Zukaufdünger verwenden will, integriert er das Cut & Carry-Verfahren in seinen Betrieb. Das Rotklee-Gras wird im September angesät, sodass im Hauptnutzungsjahr vier Schnitte zur Verfügung stehen (40, 30, 20 und 10 dt TM/ha). Der erste Schnitt wird durch eine Beisaat mit Inkarnatklee aufgewertet. Im Folgejahr wird das Klee gras bereits Ende Februar zu Brokkoli umgebrochen, ohne dass nennenswerter Aufwuchs entsteht.



Abbildung 15: Hardenbrocks sechsgliedrige Modellfruchtfolge (Bild: Gärttling)

9.2. Annahmen

Bei der Berechnung der Düngedarfsermittlung für Hardenbrocks Kulturen wurden die im Düngportal NRW hinterlegten, ertragsabhängigen N-Bedarfswerte und -Abzüge (z. B. Vorfrucht, $N_{\min}$ -Richtwerte, ...) angenommen. Für die Nachlieferung aus der Düngung des Vorjahres wurden im Rechner des Düngportals NRW 10 % des Gesamtstickstoffs der Vorjahresdüngung veranschlagt. In der Beratung des Ökoteams wird bei langjährig ökologisch wirtschaftenden Gemüsebaubetrieben von einer deutlich höheren Mindestwirksamkeit von organischen Handelsdüngern ausgegangen (höhere Bodennachlieferung), weshalb die Hardenbrock zur Verfügung stehenden Zukaufdüngemittel Kartoffelfruchtwasser-Konzentrat (PPL) und Haarmehlpellets (HMP) im Beispiel zu 100 % angerechnet werden. Hühnertrockenkot wurde mit 60 % angerechnet. Die Anrechenbarkeit der Klee gras-Sprossmasse wurde im Beispiel für alle Schnitte auf 80 % festgelegt, auch wenn sie zu Blumenkohl (ca. 90 Tage Kulturdauer) eigentlich niedriger läge (Tabelle 3). Die Werte können einzelbetrieblich und schlagspezifisch abweichen, dürfen aber nie die Mindestanrechenbarkeit laut Düngeverordnung (siehe Anhang 3) unterschreiten.

9.3. Zuteilung

Hardenbrock entscheidet sich für folgendes Verwendungs-Schema: Der erste Schnitt (Mitte April – Anfang Mai) wird vor dem Dämmeziehen für Kartoffeln ausgebracht und eingearbeitet. Der zweite Schnitt (Mitte Juni – Anfang Juli) wird vor dem Nachbau-Blumenkohl gestreut, nachdem der $N_{\min}$ -Wert ermittelt wurde. Der dritte Schnitt (August) wird zur Zwischenfrucht nach Winterweizen ausgebracht und vor der Saat eingearbeitet. Für den vierten Schnitt ergibt sich keine sinnvolle Nutzung, sodass er einsiliert wird und zum Brokkoli gedüngt werden soll.

Hardenbrock geht zunächst davon aus, dass er jede Kultur zur Hälfte über Cut & Carry ernähren will. Als er diese Zahlen in den C&C-Manager einträgt, zeigt sich beim Brokkoli eine Unterdeckung der Fläche, bei allen anderen Flächen könnte der Anteil gesteigert werden. Da die Ausbringmenge der Silage für **Brokkoli** gering ist (hohe Nachdüngung nötig), wird auf diese Düngung verzichtet. Stattdessen wird der Brokkoli komplett aus Handelsdüngern ernährt und die Silage zum Kürbis gestreut, der sie aufgrund des dann wärmeren Bodens und der längeren Kulturzeit besser

Tabelle 5: Düngebedarf (nach Abzug von $N_{\min}$, Vorfrucht, Vorjahresdüngung), Aufteilung der Cut & Carry-Düngungen und resultierende Ergänzungsdüngungen für Hardenbrocks Kulturen. Details der Berechnung sind dem [Anhang](#) zu entnehmen: Anhang 7 enthält Details zur Düngebedarfsermittlung im Düngeportal NRW, während in Anhang 8 alle Düngungen dokumentiert sind. Anhang 9 enthält die Berechnungen zur Geberflächen-Zuteilung.

Kultur	Zielertrag	Dünge- bedarf nach DüV	aus Cut & Carry			aus Ergänzungsdüngung		
			Schnitt	kg N_{ges} /ha	kg N_{verf} /ha	Düngemittel	kg N_{ges} /ha	kg N_{verf} /ha
Kleegras	555 dt/ha	82	–	–	–	–	–	–
Brokkoli	150 dt/ha	250	–	–	–	4 t PPL	90	90
			–	–	–	1,2 t HMP	160	160
Blumenkohl	250 dt/ha	105	2	88	70	0,25 t HMP	35	35
Kartoffeln	400 dt/ha	52	1	125	100	Nur K_2O -Dünger	–	–
Winterweizen	50 dt/ha	106	–	–	–	3 t HTK	77	46
Zwischenfrucht (vor Kürbis)		60	3 (zur ZF)	59	47	Nur K_2O -Dünger	–	–
Kürbis (Hokkaido)	400 dt/ha	52	4 (Silage)	29	23	–	–	–
Winterroggen	40 dt/ha	77	–	–	–	–	–	–

nutzen kann. Durch die geringen Erträge und die Konservierungskosten ist die Silage ein teurer Dünger und wäre das erste Substrat, das bei möglichen Futter-Mist-Kooperationen abgegeben werden könnte.

Beim **Blumenkohl** deckt der zweite Schnitt etwa 70 % des N-Bedarfs ab. Der Rest wird, wenn nötig, über Haarmehlpellets ergänzt, nachdem der $N_{\min}$ -Wert mittels Schnelltest im Blumenkohl gemessen wurde.

Aus dem für die **Kartoffel** vorgesehenen ersten Schnitt stehen ca. 100 kg $N_{\text{anrechenbar}}$ /ha (ca. 120 kg Gesamt-N/ha) zur Verfügung. Da im Vorjahr große N-Mengen in der Doppelbelegung Kohl gedüngt wurden, weist die Düngebedarfsermittlung jedoch lediglich einen Bedarf von 52 kg N/ha aus. Bei der gesetzlichen Mindestwirksamkeit von 40 % wären 48 kg N/ha anrechenbar, sodass die Düngermenge im Rahmen bleibt. Überschüsse aus dem ersten Schnitt wären alternativ vor Blumenkohl oder Kürbis verwendbar. Da über Cut & Carry etwa 140 kg K_2O /ha gedüngt wurden, ist eine Ergänzung von 100 kg K_2O /ha über einen mineralischen Kaliumdünger empfehlenswert.

Der **Winterweizen** profitiert von der Kartoffel-Vorfrucht und der hohen Cut & Carry-Ausbringmenge im Vorjahr, sodass eine moderate Zudüngung ausreicht. Hardenbrock kauft hierfür Hühnertrockenkot (HTK) zu. Langfristig strebt er eine Futter-Mist-Kooperation zur Verwertung seines Futterweizens an.

Der dritte Schnitt wird zur winterharten Zwischenfrucht gedüngt. Kurz bevor diese im Frühjahr umgebrochen

wird, wird die Silage des vierten Schnitts ausgebracht. Das so geschaffene Mineralisationspotential sollte den **Kürbis** über die Saison ernähren, die tatsächliche Mineralisation sollte aber in der Saison mittels Schnelltest (z. B. Nitrachek) beobachtet werden, um ggf. einzugreifen, wenn Stickstoff fehlt. Auch hier empfiehlt sich eine mineralische Kalium-Ergänzung (100 kg K_2O /ha), da der Betrieb sich in Versorgungsstufe C befindet.

Der **Winterroggen** kann sich wahrscheinlich aus der Mineralisierung des Bodens ernähren. Das Stroh bleibt auf dem Acker, sodass beste Voraussetzungen für eine maximale Fixierleistung des nachfolgenden Klee-grases (in Blank- oder Untersaat) geschaffen werden.

9.4. Bilanzierung

Die Anbauverteilung bildet über die Zeit auch die Fruchtfolge ab, die in diesem Kapitel mit Standardwerten bilanziert werden soll. Beim Vergleich der Nährstoffentzüge ([Tabelle 6](#)) mit den Nährstoffzufuhren ([Tabelle 7](#)) ergeben sich folgende Bilanzwerte ([Tabelle 8](#)):

Stickstoff: -153,1 kg N/ha
Phosphor: -133,6 kg P_2O_5 /ha
Kalium: -126,77 kg K_2O /ha

Tabelle 6: Makronährstoff-Abfuhr in Hardenbrocks Fruchtfolge (alle Abfuhr in kg/ha).

Kultur	Ertrag [dt/ha]	N-Abfuhr	P ₂ O ₅ -Abfuhr	K ₂ O-Abfuhr
Kleegras	555	288,6	77,7	360,75
Brokkoli	150	67,5	22,35	69
Blumenkohl	250	70	25,75	90
Kartoffeln	400	140	56	240
Winterweizen	50	90,5	40	27,5
Kürbis	400	100	82,4	220
Winterroggen	40	60,4	32	24
Summe Abfuhr		817,0	336,2	1031,25

Tabelle 7: Makronährstoff-Zufuhr durch die Düngungen über Hardenbrocks Fruchtfolge (alle Zufuhren in kg/ha, HMP: Haarmehlpellets, HTK: Hühnertrockenkot, PPL: Kartoffelpresssaft, ZF: Zwischenfrucht).

Düngung (Nehmerkultur)	Menge [t/ha]	N-Zufuhr	P ₂ O ₅ -Zufuhr	K ₂ O-Zufuhr
1. Schnitt (Kartoffeln)	23,7	123,24	33,18	154,05
2. Schnitt (Blumenkohl)	16,6	86,32	23,24	107,9
3. Schnitt (ZF vor Kürbis)	11,1	57,72	15,54	72,15
4. Schnitt (Kürbis)	5,6	29,12	7,84	36,4
PPL (Brokkoli)	4	88	48	280
HMP (Brokkoli)	1,2	168	12	2,88
HMP (Blumenkohl)	0,25	35	2,5	0,6
Patentkali (Kartoffeln)	0,33	0	0	99
HTK (Winterweizen)	3	76,5	60,3	52,5
Patentkali (Kürbis)	0,33	0	0	99
Summe Düngungen		663,9	202,6	904,48

Tabelle 8: Makronährstoff-Bilanz von Hardenbrocks Fruchtfolge (in kg/ha)

		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Bilanz/Saldo	kg/ha	-153,1	-133,6	-126,77

Auf die **Stickstoffbilanz** soll hier nicht weiter eingegangen werden, da diese Bilanzierungsform ohne atmosphärische Einträge, Auswaschung, Ausbringverluste der Düngemittel, N-Fixierung der Leguminosen usw. zu ungenau ist, um überhaupt Aussagen treffen zu können.

Die negative **Phosphorbilanz** entsteht vor allem im Kürbis und Winterroggen und durch die Entzüge des Kleegrases. Häufig wird in Öko-Gemüsebaubetrieben eine möglichst geringe Phosphorbilanz angestrebt, um leichter phosphorhaltige Düngemittel einsetzen zu können- in diesem Fall wäre das Ergebnis positiv; ein Bezug günstigerer, phosphorhaltiger Düngemittel wie HTK könnte ausgedehnt werden. Der Phosphorentzug des Kleegrases könnte durch eine Kompostgabe vor Etablierung ausgeglichen werden, was auch der Humusbilanz zugutekäme.

Auch die **Kaliumbilanz** ist negativ, obwohl die Entzüge der kaliumsensiblen Gemüsekulturen durch Ausgleichsdüngungen vollständig ausgeglichen wurden. Die Bilanz wird daher vor allem durch die Kaliumentzüge des Kleegrases beeinflusst. Diese könnten anteilig

durch Kompostdüngung oder mineralische Düngungen ausgeglichen werden, oder es werden häufiger kaliumreiche Düngemittel eingesetzt (z. B. PPL).

Die **Summe des zugekauften Stickstoffs** beträgt 61,25 kg N_{gesamt}/ha. Der Bio-Anbauverband, dem Hardenbrock angehört, legt eine Zukaufsbegrenzung von 110 kg N/ha Gemüsefläche und 40 kg N/ha Ackerfläche fest. Daraus ergibt sich betriebsindividuelle maximale Zukaufsmenge von 7600 kg N (63,3 kg N/ha). Diese Grenze hält er vor allem deshalb ein, weil er seinen betriebseigenen Stickstoff aus Kleegras nun so effizient innerbetrieblich verwertet.

9.5. Ökonomische Bewertung

Hardenbrock verwendete für die ersten beiden Schnitte den Feldhäcksler und für die letzten beiden Schnitte den Ladewagen. Die Silierung des letzten Schnitts geschah auf einer am Betrieb vorhandenen Siloplatte. Als Ergebnis aus der Bilanzierung in [Kapitel 9.4](#) werden 12 t/ha Grüngutkompost zum Kleegras

Tabelle 9: Stickstoffkosten des Cut & Carry-Verfahrens von Landwirt Hardenbrock. Details der Berechnung sind [Anhang 10](#) zu entnehmen

	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	4. Schnitt	Mittelwert
N-Kosten	3,02 €/kg N	3,64 €/kg N	4,47 €/kg N	9,35 €/kg N	4,13 €/kg N

gedüngt, die in Bezug auf die Kosten auf alle Schnitte aufgeteilt werden. Hardenbrocks Flächen liegen im Schnitt 2 km auseinander. Mit diesen Daten ergeben sich mittlere Stickstoffkosten für die Cut & Carry-Düngungen von 4,13 €/kg N ([Tabelle 9](#)).

Aus [Tabelle 9](#) ist klar ersichtlich, dass der Kleeergrasertrag, der über die Saison abnimmt, die Kosten der Cut & Carry-Düngung maßgeblich beeinflusst. Eine gewissenhafte Etablierung und ggf. Kompost- oder Schwefeldüngung sind daher anzuraten. Gerade für den vierten Schnitt, der zudem einsiliert werden muss, sollte Landwirt Hardenbrock mittelfristig eine alternative Verwertung (Biogasanlage, Futter-Mist-Kooperation, eigene Mutterkühe) finden. So ließe sich ein Düngerkontingent aufbauen, das auch in einem

trockenen Folgejahr mit geringerem Kleeergras-Aufwuchs abrufbar ist und die Zukaufgrenze nicht belastet.

Im Mittel liegen die Stickstoffkosten, obwohl keine weitere Wertschöpfung aus dem Kleeergras erfolgte, deutlich niedriger als die Stickstoffkosten der meisten organischen Handelsdüngemittel. Auch ökonomisch bietet das Cut & Carry-Verfahren für Hardenbrock eine Alternative, die Zukaufkontingente schont, fixierten Stickstoff effizient nutzt und das Phosphorkonto der Fruchtfolge entlastet. Natürlich wird Landwirt Hardenbrock auch weiterhin nach Futter-Mist-Kooperationen und anderen Lösungen suchen, er integriert das Cut & Carry-Verfahren aber fest in sein Betriebskonzept.

Sie vielleicht ja auch?



Wie kann das Cut & Carry-Verfahren auf einem viehlosen Biobetrieb in der Praxis umgesetzt werden?

Die vier Kleeergrasschnitte des Beispielbetriebes von Landwirt Hardenbrock werden gezielt den angebauten Kulturen zugeteilt. Die Nährstoffbilanzen zeigen Defizite bei Phosphor und Kalium, die durch Kompost oder mineralische Ergänzungen ausgeglichen werden können. Ökonomisch liegen die Stickstoffkosten des Verfahrens unter denen vieler Handelsdünger, besonders bei hohen Kleeergraserträgen. Insgesamt stellt Cut & Carry für Hardenbrock eine Ergänzung seines Betriebskonzepts dar, das ihm erlaubt, sein Kleeergras auch ohne eigene oder kooperative Verwertung innerbetrieblich zu nutzen und seine Marktfrüchte bei Einhaltung der Düngemittel-Zukaufgrenzen optimal zu ernähren.

10. NEUGIERIG GEWORDEN? – UNSERE BERATUNGSANGEBOTE

Das Ökoteam der Landwirtschaftskammer NRW unterstützt Sie gerne bei der betriebsindividuellen Integration des Cut & Carry-Verfahrens, u. a. bei:

- **Integration in die Fruchtfolge:** Wie lassen sich Schnitt- und Düngezeitpunkte optimal synchronisieren?
- **Futterwerbung:** Welche technischen Möglichkeiten gibt es und wie stellen sich diese betriebswirtschaftlich dar? Wie lassen sich Nährstoffe verlustarm und kostengünstig konservieren?
- **Düngeverordnung:** Welche Mengenbegrenzungen und Sperrzeiten gilt es zu beachten?
- **Düngeplanung:** Welche Kultur profitiert wann von welchem Düngemittel? Wo wird der Dünger am ökonomischsten verwertet? Wie kann ich das

Cut & Carry-Verfahren in meine bisherige Düngeplanung integrieren?

- **Mischungen planen:** Die Ansprüche an die Nutzung im Cut & Carry-Verfahren unterscheiden sich teilweise von denen der Tierernährung. Was gilt es hier zu beachten? Wie schaffe ich es, Feinleguminosen standortangepasst bei zunehmenden Wetterextremen erfolgreich anzubauen?

Kontaktieren Sie uns gerne bei Rückfragen! Ihre Ansprechpersonen des Ökoteams NRW finden Sie unter:

OEKOLANDBAU.NRW.DE



11. LITERATUR

Das (mehrfach verwendete) Glühbirnen-Symbol „gruene-energie“ wurde durch Icongeek26 von www.flaticon.com entworfen. Eine kommerzielle Nutzung in digitalen und gedruckten Medien ist dort ausdrücklich gestattet.

- 1 Stumm (2024): Cut & Carry. <https://www.oekolandbau.de/bio-in-der-praxis/oekologische-landwirtschaft/oekologischer-pflanzenbau/duengung-und-naehrstoffmanagement/mulchen-fuer-einen-fruchtbaren-boden/was-ist-transfermulch/>
- 2 Strüber (2025): Mulchen im Gemüsebau. Die Mulchwirtschaft im gärtnerischen Gemüsebau – Betrachtung eines Pionierbetriebes im Norden. <https://oekoring.bio/projekte/mulchgemuese-im-norden>
- 3 Leonhard (2024): Praxisanleitung Mulchsysteme im Freilandgemüsebau. [https://www.oekolandbau.rlp.de/Internet/global/Themen.nsf/\(Web_P_KOEL_Erzeugung_Gemuese\)/1233FDD349FE9344C1258AF9003E7494/\\$FILE/PB_Mulch_Mulchanbau-im-Freilandgem%C3%BCse_Merkblatt_DLR-RP_2024.pdf](https://www.oekolandbau.rlp.de/Internet/global/Themen.nsf/(Web_P_KOEL_Erzeugung_Gemuese)/1233FDD349FE9344C1258AF9003E7494/$FILE/PB_Mulch_Mulchanbau-im-Freilandgem%C3%BCse_Merkblatt_DLR-RP_2024.pdf)
- 4 Spiegel, Gronle, Arncken, Bernhardt, Heß, Schmack, Schmid, Spory & Wilbois (2014): Leguminosen nutzen. Naturverträgliche Anbaumethoden aus der Praxis. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1655-leguminosen.pdf>
- 5 Köpke, Athmann, Han & Kautz (2015): Optimising Cropping Techniques for Nutrient and Environmental Management in Organic Agriculture. <http://dx.doi.org/10.5539/sar.v4n3p15>
- 6 Jensen, Beucher & Eriksen (2022): Soil organic C and N stock changes in grass-clover leys: Effect of grassland proportion and organic fertilizer. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116022>
- 7 Chongtham, Bergkvist, Watson, Sandström, Bengtsson & Öborn (2017): Factors influencing crop rotation strategies on organic farms with different time periods since conversion to organic production. *Biological Agriculture & Horticulture*, 33(1): S. 14 – 27. <https://doi.org/10.1080/01448765.2016.1174884>
- 8 Dreyman, Loges & Taube (2005): Schnittgutabfuhr oder Gründüngung? Auswirkung der Klee gras-Nutzung auf Nitrat im Sickerwasser und Folgefrüchte. <https://orgprints.org/id/eprint/3700/>
- 9 Kögel-Knabner, Just, Mayer, Sümmerer & Wiesmayer (2024): Grundlagen und Maßnahmen zur Kohlenstoffbindung in landwirtschaftlich genutzten Böden. <https://www.bonares.de/uploads/attachments/cly5t1yxm07gn0jnva53d5pbe-bonares-lehrmaterialien-kohlenstoffbindung-auflage1-druck.pdf>
- 10 Egenolf (2022): Die neue Humustheorie und was wir daraus für die Landwirtschaft ableiten können. <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/boden/humus/humustheorie.htm>
- 11 Perkons (2023): Düngungsstrategien im ökologischen Gemüsebau – Auswirkung auf den Kohlenstoffgehalt im Boden. https://orgprints.org/id/eprint/50755/1/Beitrag_384_final_b.pdf
- 12 Kolbe & Köhler (2008): BEFU – Teil ökologischer Landbau. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Heft 36/2008: S. 55 – 56. Hrsg.: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen, Dresden. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14911/documents/17842>
- 13 Jacob, Weiß & Heilmeier (2022): Viehloser Ökoackerbau: Mit Klee gras Nährstoffe optimal managen. *BIOTOPP 1/2022*: 20-23. https://www.demonet-kleeluzplus.de/mam/cms15/dateien/2022-1_biotopp_kleegrasverwertung.pdf
- 14 Wurth (2021): Leguminosen und Klee gras mischungen als N-Quelle nutzen – dem Klimawandel anpassen. https://ibla.la/_res/uploads/2021/04/3_Leguminosen-und-Klee-gras-mischungen-als-N-Quelle-nutzen_dem-Klimawandel-anpassen-_Wurth.pdf
- 15 Pinto, Rubio, Gutiérrez, Sawchik, Arana & Piñeiro (2021): Variable root:shoot ratios and plant nitrogen concentrations discourage using just aboveground biomass to select legume service crops. <https://www.jstor.org/stable/27293292>
- 16 Schepl, Paffrath & Kempkens (2010): Regulierungskonzepte zur Reduktion von Drahtwurmschäden. <https://orgprints.org/id/eprint/17537/>
- 17 Castell, Heiles, Salzeder, Schmidt, Beck, Schätzl, Schneider & Urbatzka (2014): Vergleich der Fruchtfolgewardung von Klee gras mit Mulchnutzung und Soja – Ergebnisse zweier Dauerversuche. <https://orgprints.org/id/eprint/27355/>

- 18 Kolbe, Model, Schenke, Rikabi & Slesaczek (2022): Berichte aus dem Ökolandbau 2022 Möglichkeiten und Grenzen der Intensivierung. <https://slub.qucosa.de/en/api/qucosa%3A78485/attachment/ATT-0/>
- 19 Stumm & Köpke (2016): Ertragswirkung und Klimarelevanz alternativer Nutzungsformen von Futterleguminosen im viehlosen Acker- und Gemüsebau. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 28: 72 – 73. https://gpw-online.de/wp-content/uploads/2024/12/tagungsband_2016.pdf
- 20 Blumenstein, Jalane, Bruns & Möller (2023): Stickstoff-Effizienz und Stickstoff-Bereitstellungskosten von Klee-gras-Transferdüngern. <https://orgprints.dk/id/eprint/50530/>
- 21 Bruns (2025): Professionelle Klee-gras-Kompostierung. <https://www.oekolandbau.de/forschung/oeko-forschungsergebnisse/boel-forschungsergebnisse/forschungsergebnisse-im-bereich-pflanzenbau/professionelle-klee-gras-kompostierung/>
- 22 Möller & Schultheiß (2014): Organische Handelsdüngemittel im ökologischen Landbau. Charakterisierung und Empfehlungen für die Praxis. <https://www.ktbl.de/fileadmin/produkte/leseprobe/11499excerpt.pdf>
- 23 Komainda, Küchenmeister, Küchenmeister, Kayser, Wrage-Mönnig & Isselstein (2020): Drought tolerance is determined by species identity and functional group diversity rather than by species diversity within multi-species swards. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2020.126116>
- 24 Haughey, Suter, Hofer, Hoekstra, McElwain, Lüscher & Finn (2018): Higher species richness enhances yield stability in intensively managed grasslands with experimental disturbance. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33262-9>
- 25 Haas, Hoekstra, Schoot, Visser, Kroon & Eekeren (2019): Combining agro-ecological functions in grass-clover mixtures. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2019.3.547>
- 26 van Eekeren, Bokhorst, & Brussaard (2010): Roots and earthworms under grass, clover and a grass-clover mixture. <https://www.old.iuss.org/19th%20WCSS/Symposium/pdf/2066.pdf>
- 27 Thurner, Diepolder, Köhler & Spieker (2013): Ertrag und Feuchte beim Silieren messen. https://www.elite-magazin.de/img/4/b/c/4/2/c/90660585_8a0da345ab.pdf
- 28 Laber (2016): N- und S-Mineralisation von Luzerne(silage), Mistkompost und Champost. Versuche im deutschen Gartenbau 2017. <https://www.hortigate.de/publikation/72460/N-und-S-Mineralisation-von-Luzerne%28silage%29%2C-Mistkompost-und-Champost/>
- 29 Gärttling (2025): Bedeutung des Schnittzeitpunkts von Klee-gras im Cut & Carry Verfahren für die Düngewirkung im Kürbis. <https://www.nutrinet.agrarpraxisforschung.de/praxisforschung/praxisversuche/regionnetzwerk-nordrhein-westfalen/bedeutung-des-schnittzeitpunkts-von-klee-gras-im-cut-carry-verfahren-fuer-die-duengewirkung-im-kuerbis>
- 30 Stumm (2019): Mähen und Düngen: Futterleguminosen im viehlosen Betrieb effektiv nutzen. Lebendige Erde 2: 12 – 15
- 31 Stumm & Köpke (2017): Düngung mit Sprossmasse von Futterleguminosen: Lachgasemissionen und Nitratverluste. <https://orgprints.org/id/eprint/31875/>
- 32 Perkons & Herbener (2018): Düngungsstrategien im ökologischen Gemüsebau. <https://orgprints.org/id/eprint/36088/>
- 33 Heuwinkel (2007): Synchronisation der N-Mineralisierung aus Mulch mit der N-Aufnahme von Freilandgemüse durch optimiertes Management einer Leguminosengründung. https://orgprints.org/id/eprint/19345/1/19345-03OE102-wzw_tum-heuwinkel-2007-N_mineralisierung.pdf
- 34 Francksen, Sana & Zikeli (2020): EIP Projekt Bravö: Düngeversuch. https://oeko.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/oeko/Forschung_Berichte/Endbericht_EIP_BRAVOE_Duengeversuch_Final.pdf
- 35 Katroschan & Hirthe (2024): Nitrogen supply by cut-and-carry biomass for vegetable crops and subsequent cereals. <https://doi.org/10.1007/s10705-024-10357-6>
- 36 Laber (2018): Bodenbedingte Unterschiede bei der N- und S-Mineralisation von Hornmehl. Versuche im deutschen Gartenbau 2018. <https://www.hortigate.de/publikation/80187/Bodenbedingte-Unterschiede-bei-der-N-und-S-Mineralisation-von-Hornmehl/>

Herausgeber:

Fachbereich 53 der Landwirtschaftskammer NRW
www.oekolandbau.nrw.de
www.landwirtschaftskammer.de

Stand: Februar 2026