

Praxisbeispiele zur Verwertung von Grüngut aus der Landschaftspflege

- Steckbriefe -

Fördermittelgeber

Bayerischer Naturschutzfonds
Stiftung des Öffentlichen Rechts



Projektpartner



Deutscher Verband für
Landschaftspflege



KBM
Kuratorium Bayerischer Maschinen-
und Betriebshilfsringe e.V.

Deutscher Verband für Landschaftspflege e. V.
Promenade 9
91522 Ansbach

Kuratorium Bayerischer Maschinen- und
Betriebshilfsringe e. V.
Am Maschinenring 1
86633 Neuburg a. d. Donau

Inhalt

1	Beweidung.....	2
1.1	Beweidung im Naturschutzgebiet Regentalaue mit dem Roten Höhenvieh.....	2
2	Einstreu.....	5
2.1	Lohnunternehmer im Ampermoos.....	5
2.2	Einstreubetrieb und Landschaftspfleger im Ampermoos.....	7
2.3	Einstreubetrieb und Landschaftspfleger im Alpenvorland	9
2.4	Einstreubetrieb und Landschaftspfleger am Inn	12
2.5	Einstreuverwertung mit Hilfe des Maschinenring Oberland	14
2.6	Gemeinschaftliche Landschaftspflege im Tuffenmoos.....	17
3	Kompost	19
3.1	Dezentrale landwirtschaftliche Kompostierung im Landkreis Ebersberg.....	19
3.2	Dezentrale Kompostieranlage der Gemeinde Heidenheim.....	22
3.3	Wurmkompostierung in der Kompostbox.....	26
4	Biogas.....	28
4.1	Biogasanlage mit Pferdemist und LPG	28
4.2	Zerkleinerung von LPG mit dem Feldhäcksler	31
4.3	Zerkleinerung von LPG mit der Strohühle	33
4.4	Biogas mit 50% LPG	36
4.5	Trockenfermentation im Garagen-(Batch-)Verfahren.....	38

Abkürzung

LPG = Landschaftspflegegras

1 Beweidung

1.1 Beweidung im Naturschutzgebiet Regentaläue mit dem Roten Höhenvieh

Eckdaten

Projektstart	2018
Betriebsdaten	85 ha (42 ha Beweidung, 43 ha Futtergewinnung), ca. 55 Tiere, Bio-Betrieb
Rasse	Rotes Höhenvieh
Besatz	0,7 GV/ha Weidefläche
Vorherige Nutzung	Vor der Beweidung langjährige Mahd zur Futtergewinnung
Vegetation	Nasse Magerwiese mit einzelnen Gehölzen und Binsenbeständen
Haltungsform	Mutterkuhhaltung

Der Prozess im Detail

Hintergrund	<p>Das FFH- und Vogelschutzgebiet Regentaläue beherbergt zahlreiche schutzwürdige Tier- und Pflanzenarten, u. a. diverse Wiesenbrüter.</p> <p>Im Rahmen des Naturschutzgroßprojekts Regentaläue (1989 – 2003) wurden durch den Freistaat Bayern und den Landkreis Cham als Projektträger zahlreiche Flächen aufgekauft, die bislang intensiv bewirtschaftet wurden.</p> <p>Die Flächen wurden nach Abschluss des Projekts unter der Auflage einer extensiven Bewirtschaftung wieder an Landwirte verpachtet. Ein Teil dieser Ankaufsflächen wird seit 2018 im Rahmen des Beweidungsprojektes bewirtschaftet.</p>
Entscheidung für Beweidung	<p>Aufgrund des feuchten Standorts und einer langjährigen extensiven Grünlandnutzung bringt der Aufwuchs nur noch einen geringen Ertrag mit niedrigem Futterwert. Die Mahd der Flächen mit anschließender Futterverwertung lohnte sich nicht mehr. So entstand die Idee einer extensiven Beweidung mit einer Mutterkuhherde.</p> <p>Die Vorteile der Beweidung gegenüber der Mahd in der Regentaläue sind vielfältig:</p> <ul style="list-style-type: none">• Bessere Wertschöpfung für den Landwirt• Vielfältiger Grünlandbestand durch selektives Fraßverhalten, somit positive Auswirkung auf die Biodiversität• Höhere soziale Akzeptanz im Vergleich zu maschineller Pflege (wichtig, da die Flächen Teil eines Naherholungsgebietes sind)• Befahrbarkeit der Fläche spielt keine Rolle mehr

Wahl der Rasse	<p>Folgende Aspekte waren für die Entscheidung für das Rotes Höhenvieh relevant:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gefährdete Nutzierrasse, in der Region heimisch • Kleine Körpergröße und geringes Gewicht. Dadurch sinken sie auf nassen Flächen weniger stark ein - die Grasnarbe wird geschont • Ruhiges Gemüt, vorteilhaft bei hoher Besucherfrequenz im Naherholungsgebiet • Witterungsunempfindlich und keine hohen Ansprüche an Futterqualität
Etablierung und Durchführung der Beweidung	<p>Da der Landwirt bisher keine Erfahrung mit Weidetierhaltung hatte, fand eine intensive Beratung durch das AELF Regensburg-Schwandorf ¹, das betreuende Planungsbüro sowie die untere und höhere Naturschutzbehörde statt. Die Maßnahme wird über das VNP-Weide (H31)² finanziell gefördert.</p> <p>Die Tiere sind von April bis November auf der Weide und werden dabei nicht zugefüttert. Im Winter werden sie im Stall gehalten und mit Heu und Grasilage gefüttert.</p> <p>Floristisch besonders wertvolle Bereiche werden ausgezäunt.</p>
Vermarktung	Aufgrund der hohen Nachfrage ist die Direktvermarktung erfolgreich.
Probleme	<p>Selektiver Fraß führt zu großflächigen Rasenschmielen- und Binsenbeständen (Abbildung 1). Dadurch ist die Übersichtlichkeit der Fläche eingeschränkt, was sich negativ auf die Brutplätze des Brachvogels (Zielart) und anderen Wiesenbrütern auswirkt, die auf der Weide Futter suchen. Durch den selektiven Fraß steigt der Beweidungsdruck auf die übrigen Bereiche. In enger Abstimmung mit der uNB erfolgt daher eine abschnittsweise Nachmahd. Diese kann über LNPR gefördert werden.</p> <p>Bei extremer Trockenheit (z.B. 2020) kann es zu Futterknappheit kommen. In diesem Fall ist eine Zufütterung mit Genehmigung der uNB möglich³.</p>
Zusätzliche Erfahrungswerte	Die Besatzdichte kann zu einem Interessenskonflikt zwischen dem Betrieb und Zielen des Naturschutzes darstellen. Eine frühzeitige Abstimmung ist daher ratsam.

¹ Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Regensburg-Schwandorf, Fachzentrum für Fleischrinderzucht und Mutterkuhhaltung

² https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/m_aum_verpflichtungszeitraum_2020_2024.pdf

³ https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/m_aum_verpflichtungszeitraum_2020_2024.pdf, S. 18



Abbildung 1 Das Rote Höhenvieh frisst die Flächen zwischen den Binsenbeständen ab.

2 Einstreu

2.1 Lohnunternehmer im Ampermoos

Eckdaten

Betriebsdaten	Gewerbe als Landschaftspflegebetrieb, zusätzlich 33 ha Ackerbau
Verwendung von LPG	Ausschließlich Vermittlung als Einstreu

Der Prozess im Detail

Mahd	<p>Mahd mit Kreiselmäher, auf unebenen Flächen mit Hochschnittkufen.</p> <p>Schnitthöhe ca. 10 cm.</p> <p>Praxistipp: Bei Frost schneidet der Balkenmäher nicht vernünftig.</p>
Trocknung und Logistik	<p>Trocknung auf derselben Fläche für etwa 5-7 Tage auf der Schwad. Die Anordnung der Räder des Schwaders in einer Achse sorgt für die nötige Stabilität auf unebenem Terrain (Abbildung 2)</p> <p>Eine umgebaute Rundballenpresse mit 800er Bereifung sammelt den Doppelschwad ein. Die größeren Räder verringern den Bodendruck und heben die Presse so weit an, dass die Pickup trotz Einsinkens der Presse im Moor nicht auf dem Boden aufliegt.</p> <p>Praxistipp: Mahd auf etwa 10 cm gewährleistet die Aushagerung der Fläche bei gleichzeitiger Luftzufuhr zwischen Boden und Mahdgut. Das LPG liegt auf den Stoppeln auf.</p> <p>Praxistipp: Bei einem zu tief eingestellten Schwader wird Moos aus dem Boden gekratzt. Dieses vermischt sich mit dem LPG, saugt Feuchtigkeit auf und verlangsamt die Trocknung.</p> <p>Praxistipp: 800er Reifen benötigen eine Genehmigung, die nur im Landkreis gilt.</p>
Lagerung	Auf der Pflegefläche, bis die Landwirte das LPG abholen.
Vermittlung	<p>Vermittelt pro Jahr etwa 2000 Rundballen.</p> <p>Faire Verteilung der Einstreu an einen festen Abnehmerstamm (mind. 20 abnehmende Betriebe aus ökologischer und konventioneller Landwirtschaft).</p> <p>Aufbau eines Abnehmerstamms durch eigene Mundpropaganda. Zudem hat Bioland seine Einstreu kostenlos auf Veranstaltungen beworben – mit Erfolg.</p>

	<p>Praxistipp: Durch kleine Probiermengen können sich interessierte Landwirtinnen und Landwirte mit LPG als Einstreu vertraut machen, ohne große Verpflichtungen einzugehen.</p>
<p>Zusätzliche Erfahrungswerte</p>	<p>Es ist ratsam, zusätzlich zum LPG Stroh für die Einstreu vorrätig zu haben, für den Fall, dass das Mahdgut in einem bestimmten Jahr sehr nass oder sogar unbrauchbar ist.</p> <p>Bei sehr nassen Wetterverhältnissen weicht der Lohnunternehmer mit der Pflege u. U. auf den Frost aus. Die niedrigen Temperaturen erleichtern die Befahrbarkeit und sorgen für trockenes LPG. Dabei kann das Zeitfenster wegen des Auftauens des Bodens allerdings eng sein. Bei extrem schlechten Wetterbedingungen können die Flächen auch im Frühjahr gemäht werden. Spätestens bis zum 14. März muss die Fläche laut VNP W17⁴ (Bewirtschaftungsruhe) geräumt sein.</p>



Abbildung 2 Der umgebaute Schwader (rechts) hat im Gegensatz zum konventionellen Schwader (links) alle Räder in einer Achse. Das verbessert die Befahrbarkeit auf unebenem Terrain.

⁴ https://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/m_aum_verpflichtungszeitraum_2020_2024.pdf

2.2 Einstreubetrieb und Landschaftspfleger im Ampermoos

Eckdaten

Betriebsdaten	Milchviehbetrieb, einzelne Ochsen- und Färsenmast, Tiefstreu mit Kombinationshaltung Knapp 100 Tiere, davon 35-40 Milchkühe
Verwendung von LPG	Einstreu in Kombination mit Stroh – Vorwiegend Eigenverwertung

Der Prozess im Detail

Mahd	<p>I.d.R. Mahd mit Kreiselmäher und Gitterreifen. Mahd mit Balkenmäher nur bei vertrauten und schon mehrfach gemähten Flächen. Schnitthöhe auf ca. 10 cm.</p> <p>Praxistipp: Mähen in nass stehenden Teilbereichen (Pfüzten) besser mit Doppelmesser, da das Wasser Kreiselmäher stark ausbremst.</p> <p>Praxistipp: Bei unbekanntem Flächen mit Gefahr von Störstoffen Kreiselmäher nutzen, keinen Balkenmäher (Beschädigung).</p> <p>Praxistipp: Breitablage mit dem Kreiselmäher verbessert Trocknung.</p>
Trocknung und Logistik	<p>Trocknung auf derselben Fläche für etwa 2-4 Tage. Eine Rundballenpresse (Messerabstand ca. 10 cm) mit Zwillingsbereifung (Giterräder) sammelt das geschwadete Streugut ein (Abbildung 3).</p> <p>Praxistipp: Alte leichte Schwader, die einfach zu reparieren sind, einsetzen.</p> <p>Praxistipp: Verstärkung der Pickup der Rundballenpresse durch zusätzlich eingeschweißte Verstreben und massivere Ausführung beugt Schäden durch Unebenheiten der Pflegeflächen sowie durch die Masse des groben und langen Materials vor.</p>
Lagerung	Lagerung der Rundballen im Freien. Abdeckung mit Vlies.
Vermittlung	Eigenverwertung
Einstreu	<p>Täglich abwechselnd Einstreuen von LPG und Stroh. Wahlweise wird mit Hoflader und von Hand oder der zapfwellenbetriebenen Einstreumaschine eingestreut. Wegen der starken Staubentwicklung kann die Einstreumaschine nur verwendet werden, wenn das Vieh nicht im Stall ist.</p> <p>Praxistipp: Die Mischung des LPG mit Stroh gewährleistet eine gute Rotte und Saugfähigkeit.</p>
Ausbringung	<p>Mist wird auf eigenen Wiesen und Äckern ausgebracht.</p> <p>Praxistipp: Umlagern, Ablagern und Aufschieben fördert die Rotte.</p>

	Praxistipp: Ausbringen von abgelagertem Mist mit Tellerstreuer für gleichmäßige Feinverteilung.
Zusätzliche Erfahrungswerte	Landschaftspflegerinnen und -pfleger, die Untere Naturschutzbehörde, Jägerinnen und Jäger und federführend der LPV Fürstenfeldbruck treffen sich jährlich vor der ersten Mahd, um die Arbeiten im gesamten Ampermoos zu koordinieren und Erfahrungen auszutauschen.



Abbildung 3 Zwillingsbereifung mit Gitterrädern verhindert, dass sich Schlamm vor den Reifen ansammelt.

2.3 Einstreubetrieb und Landschaftspfleger im Alpenvorland

Eckdaten

Betriebsdaten	Grünlandwirtschaft, Jungvieh-/Mutterkuhhaltung, Ackerbau, Landschaftspflege 23 Tiere (0,3 GV/ha), 50 ha, zzgl. Landschaftspflege mit 100 ha, davon 20 ha eigene VNP-Flächen
Verwendung von LPG	Nutzung als Einstreu (Eigenverwertung), ggf. überschüssiges LPG wird bis zur Ausbringung am Feldrand gelagert

Der Prozess im Detail

Mahd	<p>Die Flächen (Streuwiesen, Steilhänge, Magerstandorte) sind sehr kleinteilig und häufig bis zu 10 km, in Einzelfällen noch deutlich weiter, von der Hofstelle entfernt.</p> <p>Mahd erfolgt ab Mitte Juni bis in den Winter hinein.</p> <p>Einzelne Flächen werden zweimal jährlich gemäht, weshalb die Maßnahmen schon im Frühsommer beginnen.</p> <p>Mahd mit leichtem Traktor mit Breitreifen und Kreiselmäherwerk, bei schlecht zugänglichen Flächen mit Bergtrac oder Motormäher mit Balkenmesser und Bandrechen.</p> <p>Besonders schlecht befahrbare Flächen werden erst bei Frost im Januar oder Februar gemäht.</p>
Trocknung und Logistik	<p>Das LPG wird je nach Befahrbarkeit der Fläche mit der entsprechenden Technik (handgeführt oder mit Traktor) geschwadet und mit einer großen, an die Fronthydraulik eines Traktors angebauten Heugabel zum Flächenrand geschoben. Von dort wird das LPG mit einem Ladewagen mit angebautem Kran aufgenommen und zum Hof transportiert, wo es auf der Flur abgeladen wird.</p> <p>Um das LPG dort zum Trocknen ausbreiten zu können, muss die Fläche abgeerntet oder frisch gemäht sein. Ausbreitung des LPG mit dem Hoflader.</p> <p>Das LPG wird mehrfach gewendet, bevor es mit der Ballenpresse auf eine Länge von ca. 15 cm geschnitten und zu Quaderballen gepresst wird.</p> <p>Praxistipp: Auch bei Mahd im Winter funktioniert die Trocknung im Freien, weil das Gras zu diesem Zeitpunkt stark verholzt ist und deshalb einen höheren Trockensubstanzgehalt hat. Durch die Frosteinwirkung über den Winter wird das LPG zudem mürbe und saugfähig. Deshalb eignet es sich besonders als Einstreu.</p>

Lagerung	Lagerung in Quaderballen.
Vermittlung	Eigenverwertung, da sich in der Region keine abnehmenden Betriebe finden lassen.
Einstreu	Die Rinder verbringen den Sommer auf der Weide und werden im Winter in einem Offenstall gehalten. Der Stall wird alle zwei Tage mit dem Hoflader ausgemistet und mit ca. 2 Quaderballen LPG von Hand neu eingestreut.
Ausbringung	Der Mist wird zusammen mit zugekauftem Gärprodukt als zusätzlicher Wirtschaftsdünger und überschüssigem, zum Einstreuen ungeeignetem LPG auf der Mistplatte gelagert (Abbildung 4). Die verschiedenen Komponenten werden mit dem Hoflader vermischt. <i>Hinweis: Sollen neben Mist noch weitere Substrate auf der Mistplatte gelagert werden, empfiehlt es sich, das zuständige Wasserwirtschaftsamt wegen einer möglichen Genehmigung hinzuzuziehen.</i> Der abgelagerte Mist wird im Frühjahr und Herbst mit dem Miststreuer auf eigenen Äckern und Wiesen ausgebracht. In Jahren, in denen überdurchschnittlich große Mengen LPG anfallen, wird ein Teil des LPG bis zur Ausbringung in Feldmieten gelagert (Abbildung 5). Dabei werden keine weiteren Substrate zugegeben. Die Feldmiete muss dabei abgedeckt sein. <i>Hinweis: Vorgaben für die Feldrandlagerung von LPG werden im Leitfaden Verwertung von Grüngut aus der Landschaftspflege in Kapitel 2.4.5 sowie im LAWA-Merkblatt Wasserwirtschaftliche Anforderungen an die Lagerung von Silage und Mist auf landwirtschaftlichen Flächen unter sechs Monaten⁵ erläutert.</i>
Zusätzliche Erfahrungswerte	Weil der Viehbesatz im Betrieb sehr niedrig ist, ist das verrottete LPG zusätzlich zum Mist ein wichtiger Dünger. Durch die hohen Niederschläge im Voralpenland ist die Mischung aus Mist, Gärrest und LPG immer ausreichend durchfeuchtet, sodass Substrate gut verrotten. Allerdings fallen dadurch große Mengen Sickerwasser an. Der Auffangbehälter muss deshalb häufig entleert werden. Praxistipp: Zugabe von Kalk zur LPG-Einstreu kann sich positiv auf die Eutergesundheit auswirken. Der Kalk führt zur Anhebung des pH-Wertes und wirkt austrocknend.

⁵ https://www.lawa.de/documents/lawa-merkblatt-lagerung-festmist-und-silage_1578302310.pdf



Abbildung 4 Mistplatte mit Mist, LPG und Gärrest.



Abbildung 5 LPG nach mehreren Wochen Feldrandlagerung (ohne Umsetzen).

2.4 Einstreubetrieb und Landschaftspfleger am Inn

Eckdaten

Betriebsdaten	Mutterkuhhaltung & Ochsenmast (Weidehaltung im Sommer, Tiefstreuall im Winter) 30 Tiere, 25 ha Pflegeflächen (Dienstleistung), 25 ha eigene Flächen Landschafts- und Baumpflege
Verwendung von LPG	Einstreu, größtenteils Eigenverwertung. Heu mit guter Qualität (z.B. Streuobstwiesen) als Pferdefutter

Der Prozess im Detail

Mahd	<p>Pflegeflächen bestehen aus Trockenrasen, Steiflächen, nassen Standorten, Niedermooren, sehr kleinteilig.</p> <p>Großteil der Flächen ist schwer zugänglich und wird mit einem handgeführten Motormäher mit Doppelmesser gemäht. Um eine ausreichende Schnitthöhe zu erreichen, wurde das Mähwerk durch aufgeschweißte Kufen höher gesetzt.</p> <p>Bei wenigen Flächen kommt ein herkömmliches Traktorgespann mit Kreiselmähwerk zum Einsatz.</p>
Trocknung und Logistik	<p>Antrocknung auf der Fläche für wenige Tage.</p> <p>Schwaden mit einem handgeführten Bandrechen, bei starker Hangneigung kommen auch Laubbläser zum Einsatz.</p> <p>Das angetrocknete LPG wird, abhängig von der Fläche, auf verschiedene Weise geborgen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Zusammenschieben mit einem Heuschieber• Mit einem Rückewagen• Silonetze werden an einer Seite mit Heringen am Boden verankert, sodass das LPG mit dem Heuschieber darauf geschoben werden kann. Das Netz mitsamt Mahdgut wird dann mit einer Seilwinde aus der Fläche gezogen <p>Anschließend wird das Mahdgut verladen und von einem Lohnunternehmer zur Hofstelle transpostiert.</p> <p>Nachtrocknung auf eigener Kurzrasenweide (Auszäunung des Viehs), Ausbreitung mit Kreiselheuer.</p> <p>Nach dem Trocknen wird das LPG mit dem Ladewagen eingebracht und auf ca. 4 cm geschnitten.</p>

	<p><i>Hinweis: Der hohe Arbeitsaufwand wird durch Stundensätze der Bayerischen Landschaftspflege- und Naturparkrichtlinien entlohnt. Über das Bayerische Vertragsnaturschutzprogramm wäre diese Art der Bewirtschaftung nicht kostendeckend.</i></p>
Lagerung	Zur Einlagerung wird das LPG lose mit einem Gebläse in den Heustock transportiert.
Vermittlung	Überschüssiges LPG wird an andere Betriebe abgegeben. Die Nachfrage ist sehr hoch.
Einstreu	<p>Einstreu ausschließlich mit LPG.</p> <p>10 Rundballen Streu bilden die Grundlage, anschließend wird ca. 1–2-mal täglich von Hand eingestreut.</p> <p>Der Landwirt macht gute Erfahrungen mit der Saugfähigkeit des LPG (kaum Geruchsentwicklung).</p> <p>Stallausmistung einmal im Jahr, wenn Tiere auf die Weide gehen, Lagerung des Mists bis zum darauffolgenden Frühjahr (lange Rottedauer).</p>
Ausbringung	<p>Im Frühjahr auf eigene Wiesen.</p> <p>Um den Abbauprozess des Mists zu fördern, werden die Flächen nach der Ausbringung mit der Egge bearbeitet. Nach einem Zeitraum von einigen Wochen wird dieser Arbeitsschritt wiederholt. Anschließend ist der Mist so weit abgebaut, dass wieder gemäht werden kann.</p> <p>Praxistipp: Eine kleine Menge verrotteter Mist wird nicht ausgebracht, sondern als Starterkultur für den nächsten Durchgang auf der Mistplatte belassen.</p>
Zusätzliche Erfahrungswerte	<p>LPG sorgt für gute Mistqualität, bessere Rotte als mit Weizenstroh.</p> <p>Wichtiger Faktor, warum der große Aufwand für die Aufbereitung in Kauf genommen wird: Die Alternative wäre, das LPG zu entsorgen und stattdessen Stroh teuer zuzukaufen. Der Betrieb bewirtschaftet selbst keine Äcker und auch in der Region ist Stroh, insbesondere in Bio-Qualität, schwer zu bekommen.</p>

2.5 Einstreuverwertung mit Hilfe des Maschinenring Oberland

Im Gebiet des Maschinenring Oberland (Landkreise Weilheim-Schongau und Garmisch-Partenkirchen) hat sich seit vielen Jahren ein gut funktionierendes System zur Landschaftspflege mit anschließender Vermittlung des LPG zum Einstreuen an verschiedene Betriebe etabliert. Um die gesamte Verwertungskette darzustellen, wird in diesem Steckbrief sowohl die Organisation der Landschaftspflegemaßnahmen und der Vermittlung wie auch die Verwertung des LPG von zwei Beispielbetrieben beschrieben.

Eckdaten

	Maschinenring	Betrieb 1	Betrieb 2
Betriebsdaten	Über Maschinenring organisierte Landschaftspflege seit 40 Jahren, seit 2020 Zusammenschluss von 6 Betrieben zu einer GbR	Milchviehbetrieb, Bio-Betrieb, 40 Milchkühe, 47 ha	Mutterkuhhaltung im Nebenerwerb, Bio-Betrieb, Stallhaltung nur im Winter, 14 Mutterkühe
Verwendung von LPG	Vermittlung für Einstreu (minderwertige Qualität: Biogas, Kompostierung)	Einstreu in Liegeboxen und Kälberglus	Einstreu im Tiefstreu-stall

Der Prozess im Detail

Mahd	<p>Mahd erfolgt durch eine dem Maschinenring angegliederte Landschaftspflege-GbR.</p> <p>Die GbR verfügt über Spezialmaschinen für die Landschaftspflege, z.B. Terabereifung oder ein Mähtrakt mit Seilwinde.</p> <p>LPG wird geschwadet und bleibt zur Abholung auf der Fläche.</p> <p>Bei besonders nassen oder schwer zugänglichen Flächen, die ohne Spezialausrüstung nicht befahrbar sind, wird das LPG zum Rand der Fläche transportiert.</p>
Vermittlung	<p>Der Maschinenring startet jedes Jahr einen Aufruf zur Streueabnahme im <i>Agrarinformator</i>⁶, einem regelmäßigen Rundschreiben mit Mitteilungen landwirtschaftsnaher Behörden und Verbände aus der Region (Abbildung 6).</p> <p>Abgabe kostenlos ab Fläche. Über die Jahre hat sich ein fester Haupt-Abnehmerstamm herausgebildet.</p>
Trocknung und Logistik	Jeder abnehmende Betrieb kümmert sich selbst um Trocknung und Transport des ihm zugeteilten LPG.

⁶ <https://agrar-informator.de/>

	<p>I.d.R. wird es auf eine eigene Fläche gebracht und dort ggf. nochmal getrocknet. Von dort wird es auf den Betrieb transportiert.</p> <p>Im Oktober/November und März ist die Trocknung aufgrund der Witterungsverhältnisse oft schwierig. In Ausnahmefällen wird das LPG dann in einer Futtertrocknungsanlage getrocknet und zum Selbstkostenpreis verkauft.</p>	
	<p>Betrieb 1 Abholung mit Ladewagen.</p> <p>Da der Betrieb im Sommerhalbjahr täglich Grünfutter mäht, steht immer eine frisch gemähte Fläche in Hofnähe zur Verfügung, auf der das LPG getrocknet werden kann. Ausbreiten des LPG mit einem Siloverteiler.</p> <p>Ladewagen schneidet das LPG auf wenige cm.</p>	<p>Betrieb 2 Abholung mit dem Ladewagen.</p> <p>Der Landwirt bekommt eine Woche vor Anlieferung Bescheid, sodass er bis dahin eine Fläche vorbereiten kann, auf der das LPG getrocknet werden kann.</p> <p>Die Streu wird zu Rundballen gepresst und auf eine Länge von etwa 7 cm geschnitten.</p>
Lagerung	Überwiegend lose, 20 Rundballen	Rundballen
Einstreu	<p>Einstreu ausschließlich mit LPG (seit 20 Jahren).</p> <p>Die Liegeboxen werden täglich kontrolliert und nachgestreut.</p> <p>Alle 3-4 Wochen werden die Boxen mit Kalk eingestreut (Desinfektion, Eutergesundheit).</p>	<p>Der Tiefstreu Stall wird im Winter einmal täglich ausschließlich mit LPG eingestreut.</p> <p>In regelmäßigen Abständen wird Biolit-Gesteinsmehl mit eingestreut. Das kann die Rotte in der Mistmatratze fördern und ermöglicht die Ausbringung des Mists ohne lange Vorrotte.</p>
Zusätzliche Erfahrungswerte	<p>Die Abgabe der Streu erfolgt zwar kostenlos, die Aufbereitung ist jedoch mit großem Aufwand verbunden. Da das LPG aber lokal vorhanden ist, während Stroh, insbesondere in Bioqualität, teuer zugekauft und über weite Strecken transportiert werden muss, hat sich der Landwirt für dieses System entschieden.</p> <p>Bisher gab es noch nie Probleme mit Krankheiten durch in der Streu enthaltene Schädelpflanzen.</p>	<p>Weil zum Betrieb auch eigene Streuwiesen gehören, wird schon immer ausschließlich mit Streu und nicht mit Stroh gearbeitet. Probleme mit der Einschleppung von Ackerwildkräutern oder der Tiergesundheit (Krankheitserreger, Schädelpflanzen) gab es bisher noch nicht.</p>
	<p>Da die Pflege und Vermittlung zentral über die GbR erfolgt, kann differenziert werden, welches LPG sich für welche Verwertung eignet. Beispielsweise wird der Aufwuchs von Flächen mit Jakobskreuzkraut, Schilf, Brennesseln und generell hohem Ackerwildkrautbesatz in einer gewerblichen Anlage kompostiert. Ein kleiner Anteil geht auch in eine Biogasanlage.</p>	

Streu kostenfrei abzugeben

Die Bewirtschaftung von sensiblen und ökologisch sehr wertvollen Flächen steht auch dieses Jahr auf dem Arbeitsprogramm unserer bäuerlichen Pfliegertruppe. Das anfallende Mähgut wird kostenfrei zur Abholung weitergegeben.

Da die ersten Maßnahmen im Juli beginnen, müssen Sie schnell reagieren. Rufen Sie uns an und reservieren Sie sich Ihr loses Streumaterial zur Abholung mit dem Ladewagen.



Abbildung 6 Streuwerbung in der Juli-Ausgabe des Agrarinformators.

2.6 Gemeinschaftliche Landschaftspflege im Tuffenmoos

Eckdaten

Betriebsdaten	<p>Der Landschaftspfleger ist zur einen Hälfte in seiner Jungviehaufzucht und zur anderen Hälfte in der Landschaftspflege tätig.</p> <p>Der Abnehmer des LPG besitzt einen Milchviehbetrieb mit hybridem Stall – Spaltenboden und Tiefstreu getrennt, 33 Milchkühe, 46 ha</p>
Verwendung von LPG	Einstreu (ganzjährig)

Der Prozess im Detail

Mahd	<p>Einmal im Jahr gegen Mitte September auf 2 ha wiedervernässten Moorflächen.</p> <p>Mahd mit 2-3 handgeführten Motormähern oberhalb der Moosgrenze auf ca. 10 cm - mehrere Landwirte sind an Landschaftspflege beteiligt.</p>
Trocknung und Logistik	<p>Das LPG wird direkt im Anschluss an die Mahd auf den befahrbaren Teilflächen mit einem Bergtrac mit Bandrechen geschwadet und von einem Ladewagen (Breitreifen) eingesammelt.</p> <p>Ein kleiner Teil der Fläche ist zu nass für die Maschinen. Dort wird das LPG händisch auf eine Plane (9 x 3 m) gereicht und durch ein Quad mit Breitreifen auf eine befahrbare Teilfläche gebracht (Abbildung 7). Von dort wird das LPG mit dem Ladewagen eingesammelt.</p> <p>Durch zwei Messer im Ladewagen wird das LPG bereits etwas gekürzt. Das LPG wird auf eine nah gelegene, trockene Wirtschaftswiese des Abnehmers gefahren und händisch durch das Landschaftspflege-Team ausgebreitet. Trocknung 1-3 Tage, gelegentlich wenden des LPG mit dem Kreiselheuer.</p> <p>Nach der Trocknung wird das LPG ein weiteres Mal durch einen Ladewagen mit 10 Messern auf 10 – 15 cm gekürzt und aufgeladen.</p> <p>Praxistipp: Ein Bandrechen ist leichter als ein Kreiselschwader und somit besonders für nasse Flächen geeignet. Außerdem kann ein Bandrechen sowohl vorwärts als auch rückwärts arbeiten.</p> <p>Praxistipp: Da der Bandrechen vorne am Schlepper befestigt wird, fährt man beim Schwaden nicht über das frisch gemähte LPG drüber. Somit verhindert man das Eindrücken des LPG in den nassen Boden.</p>
Lagerung	Lose im Heubergrau des Einstreubetriebs. Einstreu mit Kran.
Vermittlung	Ein Abnehmer verwendet das LPG als Einstreu.
Einstreu	Es wird jeden Tag eingestreut: 2-3 Tage lang LPG, einen Tag Stroh. Dafür wird LPG von weiteren Flächen verwendet.

Ausbringung	Auf den eigenen Flächen des Abnehmerbetriebs.
Zusätzliche Erfahrungswerte	Die Pflegefläche ist nicht verpachtet und Eigentum der Gemeinde. Die Pflege wird über die Landschaftspflege- und Naturparkrichtlinien gefördert und kann daher über Stundensätze abgerechnet werden. Der pflegerische Mehraufwand wäre ansonsten nicht kostendeckend.



Abbildung 7 Die Landschaftspflege im Tuffenmoos gelingt nur gemeinsam und mit viel Handarbeit.

3 Kompost

3.1 Dezentrale landwirtschaftliche Kompostierung im Landkreis Ebersberg

Eckdaten

Größe	14 landwirtschaftlich betriebene Kompostieranlagen
Durchsatz von Kompost	Etwa 34 000 t pro Jahr verteilt auf 14 Kompostieranlagen
In Betrieb seit	1991
Eigentümer, Träger und Unterhalter	Landwirte und Landwirtinnen
Deckung der Kosten	Die Unterhaltungskosten der Anlagen werden durch die Abfallgebühren des Landkreises sowie über Abgabegebühren bei gewerblicher Anlieferung finanziert.
Abfälle (davon LPG)	24 000 t Gartenabfälle, 10 000 t Bioabfälle
Gebühren Anlieferung	Grünschnitt 12 €/m ³
Abnehmer des Komposts	90% des Komposts wird auf den eigenen Feldern verwertet. Der Rest wird an private Haushalte und Gartenbaubetriebe verkauft.
Zertifizierung des Komposts	Teilweise: Bei Betrieben, die ihren Kompost primär für die Produktion von Erden vermarkten). Keine Zertifizierung bei Betrieben ausschließlich eigenverwerten.
Freistellung nach § 10 Abs. 2 BioAbfV	Ja
Investitionskosten	Ca. 350.000 DM pro Anlage – Refinanziert vom Landkreis (über Grundbeitrag in den ersten 15 Vertragsjahren)

Der Prozess im Detail

Etablierung der Anlagen	<p>Idee und Umsetzung der dezentralen Kompostierung durch den Kreistag mit Hilfe der Maschinenringe.</p> <p>Vor etwa 30 Jahren schrieb der Landkreis den Bau und die Unterhaltung neuer Kompostieranlagen aus. 16 landwirtschaftliche Betriebe wurden ausgewählt.</p> <p>Auswahlkriterien nach Standort des Betriebs (in jeder Gemeinde 1-2 Kompostieranlagen) und Einwohnerzahl (mehr Kompostieranlagen in einwohnerstarken Gemeinden).</p>
-------------------------	--

	<p>Es gab bei der Etablierung verschiedene interdisziplinäre Arbeitsgruppen, darunter Ingenieurinnen und Ingenieure, Verwaltung sowie Landwirte und Landwirtinnen.</p> <p>Die Unterhaltung der Kompostieranlagen wird von den Landwirtschaftsbetrieben übernommen und ist unabhängig vom Landkreis.</p> <p>Die Kosten für den Neubau der Anlagen trugen zuerst die landwirtschaftlichen Betriebe. Die monatlichen Fixkosten für die Unterhaltung der Anlagen wurden dann für 15 Jahre vom Landkreis übernommen. Dadurch bekamen die Kompostbetriebe schließlich ihre gesamten Investitionskosten für den Neubau der Anlagen zurückerstattet. Die zu erwarteten Kosten wurden über ein Gutachten ermittelt.</p>
Zerkleinerung und Kompostierung	<p>Ein Lohnunternehmer fährt die einzelnen Kompostieranlagen ab und sibt und häckselt den Grünschnitt. Die Koordinierung läuft über die Kompostbetriebe</p> <p>Grünschnitt und Bioabfall werden meist gemeinsam kompostiert. Anlagen, die viel Grünschnitt annehmen, trennen Grünschnitt und Bioabfall.</p>
Abgabe und Ausbringung des Komposts	<p>Der Kompost wird fast ausschließlich von den Kompostbetreiberinnen und -betreibern für ihren eigenen Betrieb verwendet.</p> <p>Der Siebrückstand, der überwiegend aus groben Bestandteilen des Strauchschnitts besteht, geht an Biomassekraftwerke.</p>
Organisation der Kompostieranlagen	<p>Die Landwirte und Landwirtinnen sind zum einen in einer Interessensgemeinschaft organisiert. Das bringt verschiedene Vorteile mit sich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es erleichtert die interne Absprache, etwa bei der Verteilung von Mahdgut bei Überlastung auf andere Anlagen • Wissens- und Erfahrungsaustausch durch gemeinsame Exkursionen, Tagungen, Betriebsbesichtigungen oder Maschinenvorfürungen <p>Um die Durchführung der Kompostierung durch landwirtschaftliche Betriebe zu ermöglichen, teilte der Landkreis sein Gebiet in drei Teilregionen auf, für die die Bioabfallverwertung getrennt ausgeschrieben wird. In jeder der Teilregionen haben sich die kompostierenden Betriebe zu einer offenen Handelsgesellschaft (OHG) zusammengeschlossen. Wird der Zuschlag an die OHG erteilt, verteilt sie die Verwertungsmenge auf ihre Mitglieder. Dadurch werden die Anlagen betriebsfähig gehalten und das wirtschaftliche Risiko für den einzelnen Betrieb vermindert.</p>
Zusätzliche Erfahrungswerte	<p>Alle 5 Jahre schaltet der Landkreis eine neue Ausschreibung, auf die sich die Kompostbetriebe bewerben. An deren Angebot orientiert sich dann auch die Abfallgebühr.</p> <p>Gartenbaubetriebe nehmen nur den zertifizierten Kompost ab.</p> <p>Manche Kompostieranlagen sind überdacht. Dadurch lässt sich die Kompostierung besser steuern, z.B. ist die Bewässerung unabhängig vom Niederschlag.</p>



Abbildung 8 Die Kompostmieten werden gewendet.

3.2 Dezentrale Kompostieranlage der Gemeinde Heidenheim

Eckdaten

Größe	2 Fahrsilos je 140 m ³
Durchsatz von Kompost	220 m ³ /Jahr
In Betrieb seit	Ab 2006 als Grüngutsammelstelle, seit 2015 als Kompostieranlage
Eigentümer, Träger und Unterhalter	Gemeinde
Deckung der Kosten	Quersubventionierung v.a. durch die Kommunen, unter anderem durch eine Kreisumlage von 2 €/Einwohner und Jahr, und zu geringerem Anteil durch den Landkreis
Abfälle (davon LPG)	70 - 80 m ³ holziges Material 150 - 200 m ³ Grünschnitt
Gebühren Anlieferung	Kleinmengen: 2 €, ab 1 m ³ : 3 €/m ³
Abnehmer des Komposts	Landwirtschaftsbetriebe aus dem Umkreis (ca. 10 km)
Zertifizierung des Komposts	Nein
Freistellung nach § 10 Abs. 2 BioAbfV	Ja. Dauer des Freistellungsprozesses etwa 2 Jahre

Der Prozess im Detail

Zulassung/ Freistellung	<p>Der LPV hat die Gemeinde (Antragssteller) sowie das Landratsamt fachlich unterstützt.</p> <p>Zu den Bedingungen für die Freistellung nach § 10 Abs. 2 BioAbfV⁷ gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausschließliche Verwendung von Grünabfällen – keine häuslichen Bioabfälle, keine dicken Äste • Ausschließlich regionale Verwertung • Temperaturmessung einmal die Woche durch Gemeindemitarbeiter (Messlanze) • Analyse des fertigen Komposts einmal im Jahr auf Nährstoffe, Schwermetalle, keimfähige Samen, Salmonellen, Fremdstoffe, und PCB, CSB, BSB (Kosten ca. 500 €) • Zerkleinern des Grünguts auf mindestens 40 mm Körnunggröße
-------------------------	---

⁷ Anlagenbetreiberinnen und -betreiber sind unter bestimmten Voraussetzungen von diversen Prüfpflichten und der Pflicht zum einmaligen Nachweis einer erfolgreichen Hygienisierung der Kompostmiete (Prozesspflicht) befreit.

	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzen der Mieten zweimal im Jahr • Keine Verwertung von Straßenkehricht und der Anteil an Straßenbegleitgrün ist < 5% • Keine Fremdbestandteile im Kompost (Sichtkontrolle) • Die biologische Stabilisierung muss gewährleistet sein • Ausstellung von Lieferscheinen • Holzige Abfälle (Strauch- und Baumschnitt, Stammholz) und Grüngut werden getrennt gesammelt und verwertet. • Es wird nur fertiger Kompost ausgegeben <p>Keine Analyse auf Dioxine und Fluorene, weil die Gehalte in den ersten beiden Jahren weit unterhalb der Grenzwerte lagen.</p> <p>Praxistipp: Erfahrungsgemäß sind die Auflagen der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) am aufwändigsten nachzukommen. Die AwSV regelt die baulichen Voraussetzungen für verschiedene Anlagentypen.</p>
Bauliche Nachrüstung	<p>Die Anlage war nicht mehr dicht und somit sanierungsbedürftig. Es musste eine Dichtungsschicht mit Speziallack aufgetragen und die Zwischenräume neu abgedichtet werden (Abbildung 9).</p>
Anlieferung	<p>Grüngut wird nur zu festgelegten Öffnungszeiten unter Sichtkontrolle (Menschenschätzung, Müllkontrolle) durch einen Gemeindemitarbeiter angenommen. Die Anlage ist eingezäunt.</p> <p>Dicke, holzige Abfälle werden separat gelagert und zu Hackschnitzeln verwertet.</p> <p>Praxistipp: Die Sichtkontrolle durch einen Mitarbeitenden vor Ort verringert in Form der Sozialkontrolle den Anteil an Müll im Grüngut.</p> <p>Praxistipp: Um zu verhindern, dass Grüngut aus benachbarten Gemeinden und Landkreisen das Fassungsvermögen der Fahrsilos überlastet, ist das Einzugsgebiet lokal begrenzt: Nur Bürgerinnen und Bürger aus Heidenheim dürfen anliefern. Dadurch kann auch die Kostendeckung über die Kommune sichergestellt werden.</p>
Zerkleinerung und Kompostierung	<p>Grüngut wird kontinuierlich in einem Fahrsilo gesammelt. Einmal jährlich kommt im Herbst/Winter ein Lohnunternehmer, der das Grüngut von einer Fahrsilokammer in die andere Kammer auf etwa 40 mm Körnunggröße schreddert (Kosten ca. 1400 €).</p> <p>Das Grüngut lagert in der zweiten Fahrsilokammer bis zur Ausbringung und wird dort noch einmal mit dem Radlader umgesetzt.</p> <p>Durch die ausschließlich regionale Abfallverwertung wird die Kompostanlage nicht überlastet: Da der fertige Kompost nur einmal im Jahr an wenige Landwirtschaftsbetriebe verkauft wird und die Anliefermenge auf die Größe der Anlage abgestimmt ist, besteht kein Druck, den Zersetzungsprozess</p>

	<p>durch z.B. häufigeres Umsetzen zu beschleunigen. Das reduziert den Betreuungsaufwand der Kompostierung.</p> <p>Praxistipp: Das Schreddern des Grünguts vom einen in das andere Fahrsilo zählt als Umsetzen der Miete.</p> <p>Praxistipp: Ein gewisser Anteil an holzigem Strauchschnitt in der Miete ist notwendig. Der Strauchschnitt verhindert das Gären in der Miete, erhöht die Sauerstoffzufuhr und fördert den Zersetzungsprozess.</p>
<p>Abgabe und Ausbringung des Komposts</p>	<p>Einmal im Jahr (i.d.R. nach der Ernte der Hauptfrucht) wird der fertige Kompost mit einem Miststreuer des Maschinenrings ausgebracht. Die Anmietung des Streuers und die Verteilung des Komposts auf die Abnehmerflächen koordiniert der LPV.</p> <p>Ein Landwirt bringt den Kompost auf alle Felder aus. Die Abrechnung für diese Dienstleistung machen die Landwirte untereinander aus (meist über den Maschinenring).</p> <p>6-8 Wochen vor dem geplanten Ausbringungstermin werden Proben des Komposts entnommen und an ein Labor geschickt, damit die Ergebnisse bis zur Ausbringung vorhanden sind.</p> <p>Die Abgabe des Komposts darf als Voraussetzung des § 10 Abs. 2 BioAbfV nur an regionale Landwirte erfolgen.</p> <p>Praxistipp: Meistens düngen Ackerbaubetriebe mit Kompost, da Vieh haltende Betriebe mit ihrer der P- und N-Bilanz oft keinen Spielraum mehr haben.</p>
<p>Zusätzliche Erfahrungswerte</p>	<p>Die Sickerwassergrube wird regelmäßig und nach Starkregenereignissen durch einen Landwirt entleert, der das Sickerwasser in einer leeren Güllegrube auf seinem Betrieb zwischenlagert.</p> <p>Die Zertifizierung des Komposts ist bei einer regionalen Abgabe i.d.R. nicht notwendig.</p> <p>Eine Freistellung nach § 10 Abs. 2 BioAbfV wurde im Landkreis vorher noch nie beantragt.</p>



Abbildung 9 Um als Kompostieranlage genehmigt zu werden musste die Gemeinde die Flächen der Fahrsilos mit Speziallack isolieren und Fugen abdichten.

3.3 Wurmkompostierung in der Kompostbox

Eckdaten

Betriebsdaten	Ackerbaubetrieb (Getreide, Mais, Soja) auf 55 ha
Durchsatz von Kompost	Jährliche Produktion von 25 m ³ Kompost bei Zugabe von 100 m ³ Substrat
In Betrieb seit	Wurmkompostierung seit 2016
Substrat	Mist und LPG
Abnehmer des Komposts	Eigenverwertung
Zertifizierung des Komposts	Nein

Der Prozess im Detail

Zwischenlagerung der Substrate	Es fällt mehr LPG an, als direkt kompostiert werden kann. Daher wird das LPG siliert.
Zugabe der Substrate	Etwa alle 2 Wochen wird einer Kompostbox 4 m ³ Substrat mit etwas Pflanzenkohle mit einem kleinen Lader zugeführt und händisch in der Box verteilt (Abbildung 10).
Kompostierung	<p>Kompostierung in einer Kompostbox (etwa 50 m³), die mit einer Plane abgedeckt ist. Der Kompost liegt auf einer Baustahlmatte auf. Dadurch wird die Sauerstoffzufuhr von unten gewährleistet. Die Kompostbox befindet sich in einer inzwischen ungenutzten Halle.</p> <p>Praxistipp: Das Substrat hat eine Trockensubstanz von etwa 30% und somit genug Feuchtigkeit. Eine externe Befeuchtung ist nicht notwendig.</p> <p>Praxistipp: Bei erstmaligem Ansetzen des Komposts sollte ein nährreiches Substrat verwendet werden (hier Pferdemit).</p>
Ernte des Komposts	<p>Zur maschinellen Ernte des Komposts ist unter dem Boden der Kompostbox eine Vorrichtung aus Drahtseilen und Messern angebracht: Am oberen Drahtseil sind Messer quer zur Zugrichtung befestigt. Wird das Seil durch eine Seilwinde von der einen Seite der Kompostbox auf die andere Seite gezogen, schneiden die Messer den fertigen Kompost auf Höhe der Baustahlmatte ab. Der fertige Kompost wird durch das Gewicht des darüber liegenden Substrats durch die Gitter der Baustahlmatte durchgedrückt. Der Kompost fällt auf eine Schaufel, die sich unter dem Messer befindet und am unteren Drahtseil befestigt ist. Gelangt die Schaufel am Ende der Kompostbox an, fällt der Kompost von der Schaufel in eine Betongrube.</p> <p>Ein Erntevorgang ergibt in etwa 1 m³ Kompost und wird alle zwei Wochen wiederholt.</p>
Lagerung	Lagerung in der Halle.

Ausbringung	<p>Mit einem Kompoststreuer mit Stauschieber (10-15 cm weit geöffnet) vor der Saat im Frühjahr oder Herbst. Einarbeitung in den Boden mit Kreiselegge oder Grubber. Im Schnitt wird etwa 1 t/ha ausgebracht. Die genaue Menge variiert jedoch mit der Kultur und Bodengesundheit.</p> <p>Praxistipp: Kompost sollte nicht untergepflügt werden. Die positive Wirkung des Komposts sollte sich nahe der Oberfläche entfalten.</p>
Zusätzliche Erfahrungswerte	<p>Der Mist kommt von anderen Bio-Betrieben, die im Gegenzug Wiesengras, Heu oder Silage erhalten.</p> <p>Zusätzlich zur Wurmkompostierung wird auch das Verfahren der mikrobiellen Carbonisierung angewandt. Die Komposte aus beiden Verfahren werden aber separat ausgebracht.</p>



Abbildung 10 Frisches Kompostsubstrat wird mit dem Radlader zugeführt (oben) und mit der Mistgabel verteilt (unten).

4 Biogas

4.1 Biogasanlage mit Pferdemist und LPG

Eckdaten

Anlagen- größe	1,1 MW _{el}
In Betrieb seit	2014, Übernahme durch Bauer BioEnergie GmbH 2021
Endprodukt	Strom
Durchsatz an Substrat	35 000 t pro Jahr
Substrate	Pferdemist, LPG, Mais, Gras, Klee gras, GPS
Anteil LPG	10%
Mahdtermine	Unterschiedlich
Temperatur bei der Vergärung	48-50 °C, im Winter 42 °C
EEG- Förderung	2012

Der Prozess im Detail

Herkunft der Substrate	Wöchentlich werden 15-16 LKW-Ladungen Pferdemist von unterschiedlichen Betrieben abgeholt (Gestehungskosten fallen an). LPG wird aus einem Umkreis von maximal 20 km angeliefert.
Aufbereitung LPG	<p>Zerkleinerung 2-mal wöchentlich, ehemals mit einem Doppstadt-Schredder (Dieselantrieb, 550 PS) auf im Schnitt 2 cm. Der Schredder ist mit einem System zur Metall- und Störstoffabscheidung ausgestattet.</p> <p>Eingebauter Cutter vor der Einspeisung des Substrats in den Vorgärer.</p> <p>Im Sommer 2023 wurde der Doppstadt-Schredder durch ein neues mechanisches Nasszerkleinerungssystem ersetzt: Hierbei wird das Substrat erst nach Fütterung in die Anlage zerkleinert – keine mechanische Vorbehandlung mehr notwendig (Abbildung 12). Grund für den Wechsel war u. a. der hohe Diesel-Verbrauch und die Einsparung eines separaten Arbeitsschritts.</p> <p>Praxistipp: Bei der Verwendung von Pferdemist als Substrat empfiehlt sich ein System zum Herausfiltern von Störstoffen wie Steine, Nägel und Hufeisen. Auch LPG kann je nach Herkunft diverse Störstoffe beinhalten.</p>
Lagerung und Silierung	Die Silierung des LPG ist i.d.R. nicht nötig: Die Anlage wird jeden Tag mit 100 t Einsatzstoffen eingespeist. Davon ist etwa die Hälfte ganzjährig angelieferter Pferdemist. Dem Mist wird das LPG frisch beigemischt.

	<p>Gras, Klee gras, GPS und Mais werden siliert. LPG und Pferdemist werden auf einer Betonplatte bzw. im Fahrsilo für wenige Tage zwischengelagert, bevor es frisch verwertet wird.</p> <p>Gegen Ende des Jahres, wenn die Mengen an LPG zunehmen, wird das LPG zusammen mit Gras, Klee gras, GPS und Mais siliert. Diese Substrate geben Feuchtigkeit und Stickstoff an das LPG ab.</p>
Vergärung	<p>Ein Sieb holt vor dem Einspeisen des Vorgärers letzte Verunreinigungen aus dem Substrat heraus.</p> <p>Beim Einspeisen wird das Substrat mit dem flüssigen Gärprodukt angemaischt.</p> <p>Drei Vorgärer (je 900 m³), die abwechselnd befüllt werden, gewährleisten eine längere Verweildauer der Substrate.</p> <p>Die Weiterleitung in den Fermenter und Nachgärer ist füllstandgesteuert über aktive Pumpen.</p> <p>Mittlere Verweilzeit ca. 3 Monate.</p> <p>Der Fermenter fasst 6.000 m³ und besitzt vier liegende Rührwerke.</p> <p>Wenn das LPG langsam ausgeht, wird die Menge an Pferdemist um etwa 2 t pro Tag erhöht. Die sukzessive Umstellung der Substratanteile gewährleistet eine schonende Umstellung der Mikrobiologie in den Vorgärern und dem Fermenter.</p> <p>Praxistipp: Bei hohen Einsatzmengen von LPG empfehlen sich Fermenter mit großem Füllvolumen. Das faserige Material benötigt eine hohe Verweilzeit, um ausreichend Energie aus dem Substrat zu holen. Zudem sind größere Mengen LPG notwendig, um ähnliche Gaserträge wie Maissilage zu erzielen. Noch nicht voll ausgelastete Fermenter eignen sich daher besonders für die Verwertung von LPG.</p>
Abgabe der Gärprodukte	<p>Möglichst nur Abgabe des separierten trockenen Gärprodukts (35% Trockensubstanz). Das flüssige Gärprodukt verbleibt in der Anlage zum Anmischen der Substrate.</p>
Zusätzliche Erfahrungswerte	<p>Der Cutter benötigt zur Zerkleinerung von faserigem Substrat wie Pferdemist und LPG einen hohen Anpressdruck. Dadurch verschleißt er recht schnell und muss etwa alle 3 Monate ausgetauscht werden.</p> <p>Im Nachgärer wird das Substrat in eine flüssige und eine feste Phase separiert. Das feste Gärprodukt wird über ein Förderband in ein offenes Gärproduktlager befördert und von dort abtransportiert. (Abbildung 11). Das flüssige Gärprodukt wird wieder in den Gärkreislauf eingespeist, wo er dem Substrat beim Einspeisen beigemischt wird. Das beugt vor allem bei Substraten wie LPG und Pferdemist Verstopfungen vor und spart Energiekosten.</p>

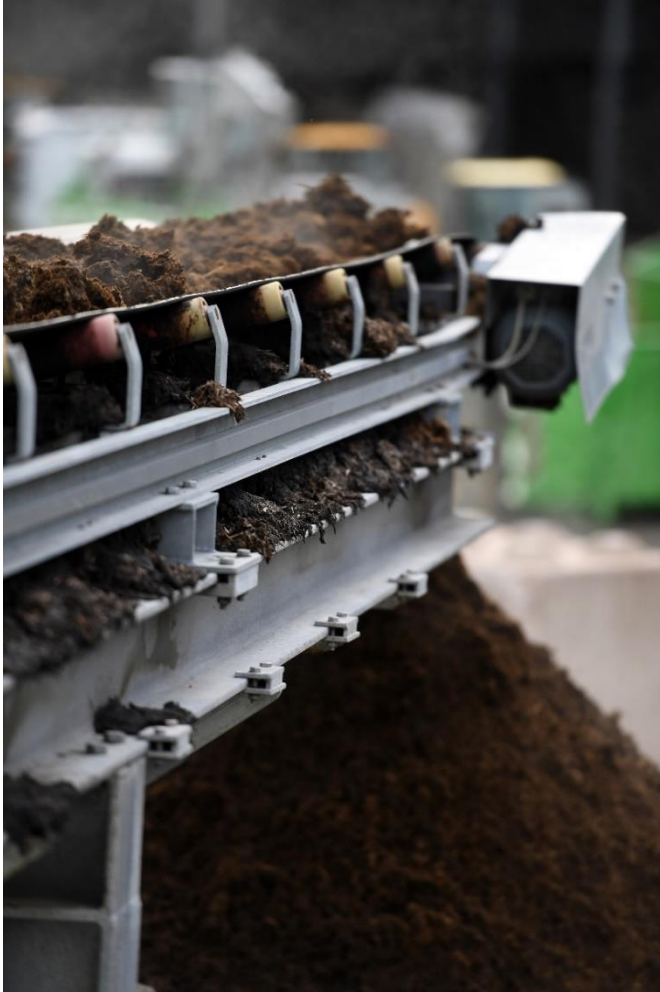


Abbildung 11 Ein Fließband transportiert das feste Gärprodukt aus dem Nachgärer heraus auf einen betonierten Lagerplatz.



Abbildung 12 Ein Radlader befüllt einen Schredder mit Mist. Der Schredder speist das gekürzte Substrat in den Vorgärer ein.

4.2 Zerkleinerung von LPG mit dem Feldhäcksler

Eckdaten

Anlagen- größe	4 MW _{el} , davon 500 kW für Blockheizkraftwerk (eigene Energieversorgung)
In Betrieb seit	2013
Endprodukt	Biomethan (Einspeisung ins Gasnetz)
Durchsatz an Substrat	42.000 – 45.000 t pro Jahr
Substrate	Kleegras, Gras, GPS, Mais, LPG, Hochzuckergras
Anteil LPG	3000 t (7 %) von 44 ha
Mahdtermine	1. Juli, 15. September
Temperatur bei der Vergärung	47 - 50 °C
EEG- Förderung	2012

Der Prozess im Detail

Herkunft der Substrate	<p>140 Landwirtschaftsbetriebe liefern Substrat, durchschnittliche Entfernung 8 km. LPG kommt von selbst gepflegten Flächen. Anlagenbetreiber besitzt keine landwirtschaftlichen Felder.</p> <p>Praxistipp: Landwirtinnen und Landwirte geben ihr Kleegras im Herbst gerne zur Vergärung ab. Besonders zu dieser Jahreszeit besteht bei der Einarbeitung des Kleegrases ein hohes Risiko für Nitratauswaschung.</p>
Aufbereitung LPG	Mahd mit Messerbalken, nach einem Tag Häckseln mit Maishäcksler in einen Ladewagen auf der Pflegefläche auf 3-10 mm (Abbildung 13).
Lagerung und Silierung	<p>Silierung an 5-7 Terminen im Jahr in insgesamt 4 Fahrsilos, davon zwei Termine mit LPG.</p> <p>Das LPG wird nicht zwischengelagert, sondern direkt siliert (Abbildung 14). Dafür ist eine gute Absprache der Erntezeitpunkte des Ko-Substrats mit dem Schnittzeitpunkt des LPG notwendig.</p> <p>Bei der Silierung wird das Ko-Substrat auf das LPG aufgeschichtet. Durch das Ko-Substrat wird das darunter liegende LPG feucht gehalten und mit Eiweißen und Zucker versorgt. Bei der Silierung wird dem LPG Hochzuckergras⁸ beigemischt.</p>
Vergärung	Ganzjährige Einspeisung von siliertem LPG.

⁸ Hochzuckergräser sind Grassorten wie *Aberavon* mit einem erhöhten Zuckergehalt, die die Vergärung verbessern.

	<p>In den Fahrtilos sind teilweise andere Substratzusammensetzungen. Daher Einspeisung aus verschiedenen Silos, um konstante Bedingungen für Mikrobiologie zu gewährleisten.</p> <p>Vor der Einspeisung zerkleinert ein Cutter das Substrat.</p> <p>Hydraulische Verweilzeit 90 Tage.</p>
Abgabe der Gärprodukte	Der Anlagenbetreiber bewirtschaftet selbst keine Felder. Die Gärprodukte werden daher von denselben Landwirten aufgekauft und verwertet, die ihm das Substrat liefern.
Zusätzliche Erfahrungswerte	Die ersten 3 Jahre wurde sehr viel Pferdemist eingespeist. Wegen Störstoffen wie Hufeisen, Hufnägel und Steinen wurde das wieder eingestellt.



Abbildung 13 LPG wird mit dem Feldhäckseler in einen Ladewagen gehäckselt ...

Abbildung 14 ... und anschließend siliert.



4.3 Zerkleinerung von LPG mit der Strohmühle

Eckdaten

Anlagen- größe	200 kW _{el} , ein zweiter Motor mit 200 kW _{el} kann zur Spitzenstromproduktion zugeschaltet werden
In Betrieb seit	2011
Endprodukt	Strom
Durchsatz an Substrat	8-12 t pro Jahr
Substrate	Gras, Gülle, GPS, Pferdemist (Leinstroh), LPG
Anteil LPG	Marginal
Mahdtermine	Unterschiedlich
Temperatur bei der Vergärung	48 °C
EEG- Förderung	2009

Der Prozess im Detail

Herkunft der Substrate	Das LPG wird zwischen Juni und Oktober von unterschiedlichen Landschaftspflegerinnen und -pflegern angeliefert. Der Pferdemist wird ebenfalls angeliefert. Die restlichen Substrate werden im Wesentlichen auf dem Hof produziert oder zugekauft.
Aufbereitung LPG	<p>Zerkleinerung des LPG mit einer Strohmühle (30-40 l Diesel/h) auf im Schnitt etwa 5 cm (</p> <p><i>Abbildung 15</i> Die Strohmühle zerkleinert das LPG auf etwa 5 cm.</p> <p>).</p> <p>Ein Cutter ist dem externen Heizsystem vorgeschaltet und zerkleinert das LPG, wenn es aus dem Fermenter in das Heizsystem gepumpt wird (</p> <p><i>Abbildung 16</i>).</p> <p>Praxistipp: Die Schlegel der Strohmühle haben einen hohen Verschleiß und sind teuer. Durch Aufschweißen von Hartmetall auf die Schlegelkanten (etwa 2-mal jährlich) spart man sich eine Neuanschaffung.</p>

	<p>Praxistipp: Die Stroh­mühle kann leicht angewelk­tes LPG am besten verar­beiten. Nas­ses Ma­te­ri­al führt zu Ver­stop­fung, trockenes Ma­te­ri­al zu Staub­bil­dung.</p> <p>Praxistipp: Häcksler gehen durch grobe Verunreinigungen des LPG mit Steinen oder Erde schnell kaputt. Daher ist bei hohen Anteilen von Störstoffen im LPG ein Schredder besser geeignet.</p>
Lagerung und Silierung	Das LPG wird entweder den restlichen Substraten beim Einspeisen frisch beigemischt oder, wenn es in den betrieblichen Ablauf passt, mit den anderen Substraten siliert.
Vergärung	Einbau von zwei stärkeren Rührwerken zur Verhinderung von Schwimmschichten.
Abgabe der Gärprodukte	Abgabe an meist viehlose Betriebe.
Zusätzliche Erfahrungswerte	<p>Vor Anschaffung der Stroh­mühle wurde das LPG mit einem gemieteten Komposthäcksler zerkleinert. Aufgrund der hohen Kosten wurde in großen zeitlichen Abständen gehäckselt. Durch die lange Zwischenlagerung des LPG verlor es allerdings viel Energie.</p> <p>Das LPG ist zu großen Teilen mit Sediment wie Sand und kleinen Steinen verunreinigt. Diese verursachen Sinkschichten, die irgendwann sehr kosten­aufwändig aus der Anlage herausgepumpt werden müssen. Außerdem müssen die Verschleißteile des Cutters oft gewechselt werden (Schneidsieb etwa 3-mal im Jahr, Klingensatz etwa 6-mal im Jahr).</p>



Abbildung 15 Die Stroh­mühle zerkleinert das LPG auf etwa 5 cm.



Abbildung 16 Substrat aus dem Fermenter wird durch den Cutter durch in das Heizsystem gepumpt.

4.4 Biogas mit 50% LPG

Eckdaten

Anlagen- größe	500 kW _{el}
In Betrieb seit	2010
Endprodukt	Strom
Durchsatz an Substrat	1350 m ³ LPG von etwa 300 ha, Einspeisung von 40 t pro Tag (alle Substrate)
Substrate	LPG, Mais, Mist, Gülle, Corn-Cob-Mix
Anteil LPG	> 50%
Mahdtermine	Nach der Vogelbrutzeit Mitte Juni bis zur Streuwiesenmahd Anfang Oktober
Temperatur bei der Vergärung	55 °C
EEG- Förderung	2009

Der Prozess im Detail

Herkunft der Substrate	Anlieferung des LPG durch Landschaftspflegerinnen und -pfleger, Mais, Mist und Gülle vom eigenen Betrieb (Milchviehhaltung)
Aufbereitung LPG	Landwirtschaftsbetriebe liefern das Mahdgut am Hof an. Bei guter Befahrbarkeit des Bodens (Trockenheit, Frost) häckselt der Maschinenring das LPG mit einem Feldhäcksler.
Lagerung und Silierung	<p>Das schubweise angelieferte LPG lagert auf dem eigenen Acker für einige Tage bis Wochen, abhängig vom Mahdtermin der jeweiligen Fläche, bis es gehäckselt wird. Anschließend wird es zusammen mit dem Mais auf einer Betonplatte siliert. Dabei wird die gehäckselte Maisernte auf das LPG aufgeschichtet (Abbildung 17). Durch die Maisschicht wird das darunter liegende LPG feucht gehalten und mit Eiweißen und Zucker versorgt.</p> <p>Die silierte Mischung aus LPG und Mais wird ganzjährig eingespeist.</p> <p>Praxistipp: Bei der Zwischenlagerung muss das LPG abgedeckt werden, um Energieverluste zu vermeiden. Ist die Abdeckung nicht möglich, sollte das LPG zumindest trocken und ungehäckselt sein, da die Mikroorganismen in feuchtem, gehäckselttem LPG bereits arbeiten und somit viel Energie verloren geht.</p>
Vergärung	Die großen Mengen an LPG erfordern eine hohe Heizleistung. Es wurde eine leistungsfähigere Heizung (von 60 auf über 100 kW Leistung) und eine bessere Isolierung (Kosten insgesamt: 50.000 €) eingebaut. Aufgrund der hohen Heizleistung besteht kein Bedarf für einen Cutter in der Anlage.

	Die Mengen an eingespeistem LPG, Mais und Mist sind konstant (Grundlast). Durch variierende Zugabe von Corn-Cob-Mix kann flexibel auf den sich verändernden Energiebedarf reagiert werden.
Abgabe der Gärprodukte	Trennung der Gärprodukte in eine flüssige und eine feste Phase. Verwendung des festen Gärprodukts in Verbindung mit Mist als hochwertiger Wirtschaftsdünger auf betriebseigenen Flächen. Das flüssige Gärprodukt wird zum Anmaischen wieder verwendet.
Zusätzliche Erfahrungswerte	Der niedrige Gasertrag von LPG kann durch die kostenlose Anlieferung des LPG finanziell ausgeglichen werden. Da ein Großteil des LPG von nassen Flächen kommt, ist der Schmutzeintrag in die Biogasanlage hoch. Der Fermenter wird alle 5 Jahre für 10-14 Tage geöffnet. Dann werden Verschleißteile erneuert und die Geräte geputzt.



Abbildung 17 LPG (untere Schicht) wird zusammen mit Mais (obere Schicht) siliert.

4.5 Trockenfermentation im Garagen-(Batch-)Verfahren

Eckdaten

Anlagengröße	100 kW _{el}
In Betrieb seit	2006
Endprodukt	Strom
Durchsatz an Substrat	1.800 m ³
Substrate	Gras, GPS, Mais, LPG
Anteil LPG	Ca. 5 %
Mahdtermine	Mitte Juni - Ende September
Temperatur bei der Vergärung	45 °C
EEG-Förderung	2004

Der Prozess im Detail

Herkunft der Substrate	<p>Anlieferung des LPG durch Landschaftspflegerinnen und -pfleger, teilweise Abholung durch den Anlagenbetreiber (insgesamt ca. 25 ha).</p> <p>Andere Substrate kommen fast ausschließlich vom eigenen Betrieb.</p> <p>Großteil der Substrate ist Gras aus Dauergrünland.</p>
Aufbereitung LPG	<p>Das LPG wird mit dem Ladewagen auf 5 – 15 cm geschnitten.</p> <p>Praxistipp: Die Länge des Substrats spielt bei der Trockenfermentation eine untergeordnete Rolle.</p>
Lagerung und Silierung	<p>Keine Zwischenlagerung – LPG wird direkt siliert.</p> <p>Die verschiedenen Substrate werden im Fahrsilo nicht durchmischt, sondern übereinander als „Sandwichsilage“ siliert.</p> <p>Die Anlieferung des LPG wird mit den Silierterminen abgestimmt.</p>
Vergärung	<p>Zwei Fermenterkammern mit einem Fassungsvermögen von je 450 m³.</p> <p>Verweildauer des Substrats in der Kammer 4 Wochen. Kammern werden abwechselnd beschickt, sodass im Turnus von zwei Wochen eine der Kammern entleert und neu befüllt wird.</p> <p>Prozess im Detail</p> <p>Für eine schematische Darstellung der Trockenfermentation im Garagen-(Batch-)Verfahren siehe Abbildung 19. Die Kammer wird mit einem Radlader vollständig entleert. Am Boden wird eine Strohschicht (ausgerollter</p>

	<p>Strohballen) eingebracht. Dadurch soll der Ablauf für die aus dem Substrat austretende Flüssigkeit (Perkolat) vor Verstopfung freigehalten werden (das Stroh wirkt als Sieb, indem es die kleinteiligen Bestandteile auffängt). Dann wird in den hinteren Bereich der Kammer frisches Substrat eingebracht. Anschließend wird die Kammer nach und nach mit einer Mischung aus frischem und altem, unvollständig vergorenem Substrat befüllt, wobei der Anteil an altem Substrat Richtung Tor zunimmt, bis sich direkt am Tor nur noch altes Substrat befindet. Dies dient einerseits der optimalen Substratausnutzung durch längere Verweilzeit, andererseits der Animpfung des frischen Substrats. Das älteste, vollständig vergorene Substrat aus den vorhergehenden Durchläufen wird als Gärrest abgefahren. Pro Durchgang werden 70 m³ frisches Substrat eingespeist.</p> <p>Das Perkolat wird aufgefangen und zum Beregnen des Substrats bei der Vergärung verwendet. Die Beregnungsintensität kann manuell gesteuert und auf den Wassergehalt des verwendeten Substrats angepasst werden. Bei der Trockenfermentation kommt einer optimalen Einstellung des Wassergehalts im Substrat eine hohe Bedeutung zu: In zu trockenem Substrat können die Mikroorganismen nicht arbeiten, während zu viel Wasser die Gasdurchlässigkeit beeinträchtigt. Neben der Befeuchtung führt das Perkolat dem Substrat Mikroorganismen zu.</p> <p>Die Prozesstemperatur von 45 °C wird durch einen beheizten Perkolatbehälter und eine Fußbodenheizung in der Fermenterkammer erzielt. Dabei dient die Abwärme des BHKW als Wärmequelle.</p>
Abgabe der Gärprodukte	Ausbringung im Frühjahr und Sommer mit dem Miststreuer auf eigene Acker- und Grünlandflächen. Bis dahin wird das Gärprodukt zwischengelagert.
Zusätzliche Erfahrungswerte	<p>Das LPG eignet sich als Strukturanteil, damit die Gasdurchlässigkeit des Substrats sichergestellt ist.</p> <p>Bei der Trockenfermentation muss das Substrat nicht aufwendig zerkleinert werden. Auch eine Verschmutzung der Anlage durch das LPG (z.B. anhaftende Erde) ist im Vergleich zur Flüssigfermentation weniger problematisch, da sich keine Sinkschichten bilden können.</p>



Abbildung 18 Ein Landwirt beschickt seinen Trockenfermenter mit unterschiedlich fortgeschrittenen Gärsubstraten (links).

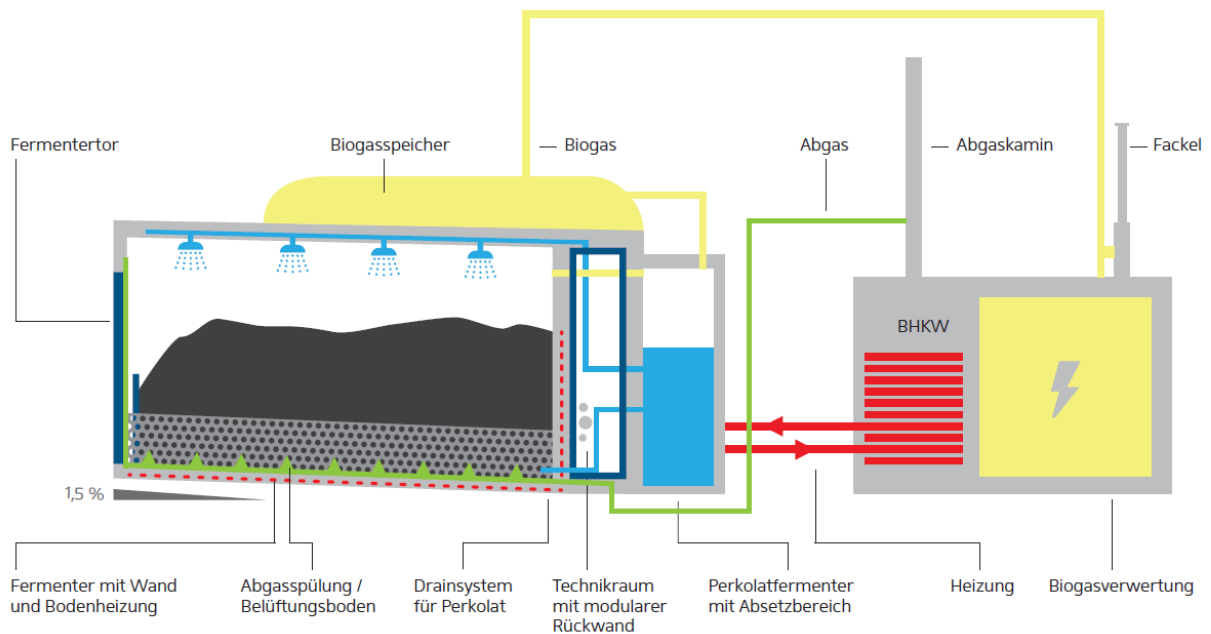


Abbildung 19 Schematische Darstellung der Trockenfermentation. Die Abbildung zeigt ein von der Firma BEKON GmbH entwickeltes Batch-Verfahren. Quelle: BEKON GmbH.