

## Düngung von Durchwachsener Silphie

**Sebastian Parzefall**

Abteilung Rohstoffpflanzen und Stoffflüsse  
Technologie- und Förderzentrum (TFZ)



Abbildung 1: Ausbringung von Gärrest im Frühjahr in einem Feldversuch mit Durchwachsener Silphie

Die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L., im Folgenden als Silphie bezeichnet) ist eine ausdauernde Staude aus der Familie der Korbblütler (Asteraceae). Aufgrund ihrer hohen Biomasseproduktion wird sie als alternatives Substrat für Biogasanlagen angebaut. Zur Biogaserzeugung wird die Pflanze im grünen Zustand mit Trockensubstanzgehalten um 25 % im Zeitraum von Ende August bis Mitte September geerntet. Grundsätzlich stellt eine Ernte bei ausdauernden Pflanzen, wie der Silphie, vor der natürlichen Abreife einen Eingriff in die Physiologie dar. Die Folge ist eine hohe Nährstoffabfuhr beim Anbau von Silphie zur Biogaserzeugung. Aus diesem Grund ist ein Ausgleich durch Düngung erforderlich, um die Bodenfruchtbarkeit sowie das Ertragsniveau aufrecht zu erhalten und die angestrebte Nutzungsdauer zu erreichen. Dies wiederum ist entscheidend für eine Kompensation der hohen Etablierungskosten und somit die Wirtschaftlichkeit des Silphieanbaus. Mit Blick auf das gesamte Produktionssystem stellt die hohe Nährstoffabfuhr grundsätzlich kein Problem dar, wenn Gärreste wieder auf die Flächen zurückgeführt werden und somit die Möglichkeit besteht Nährstoffkreisläufe zu schließen (Abbildung 1). Bei einer Düngung mit Gärresten ist eine hohe Stickstoff (N)-Verwertung durch die Pflanzen anzustreben, um eine optimale Düngewirkung bei gleichzeitig geringer Umweltwirkung zu erreichen.

Seite 1 von 6

## Nährstoffabfuhr und Grunddüngung

Zahlreiche Nährstoffanalysen im Rahmen der Feldversuche des TFZ bestätigen (Abbildung 2), dass Silphie im Vergleich zu anderen Kulturen eine sehr hohe Kalium (K)-, Magnesium (Mg)- und Calcium (Ca)-Abfuhr aufweist (Tabelle 1). Die Ca-Abfuhr von Silphie zeigte sich stark standortabhängig, bei pH-Werten um 6,0 sind etwa 2,8 kg CaO/dt TM anzusetzen. Bei einem mittleren Ertrag von 450 dt FM/ha (25 % TS) beträgt die Nährstoffabfuhr je Hektar ca. 56 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 259 kg K<sub>2</sub>O, 72 kg MgO, 315 kg CaO. Wie bei anderen Kulturen ist im Rahmen der Grunddüngung die Nährstoffabfuhr auszugleichen, um Defizite im Versorgungszustand der Böden zu vermeiden. Zu beachten ist, dass Gärreste je nach Einsatzstoffe der Biogasanlage meist deutlich abweichende Nährstoffverhältnisse aufweisen. Wegen der hohen Abfuhr basisch wirksamer Kationen können folglich mit den meisten Gärresten die erforderlichen Nährstoffmengen selbst bei den maximal möglichen Ausbringmengen nicht zurückgeführt werden. Eine zusätzliche S-Düngung zu Silphie ist dagegen unter normalen Bedingungen nicht notwendig, da die S-Aufnahme von Silphie gering ist.



Abbildung 2: Ernte von Silphie im Versuchswesen zur Ertragserfassung und Entnahme von Pflanzenproben

Tabelle 1: Mengenelementgehalte im Erntegut von Silphie und Silomais

Kultur	Einheit	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	S
		kg/dt TM					
Silphie		1,0*	0,5*	2,3*	0,64*	2,8**	0,09**
Silomais (Literaturwerte)		1,34*	0,50*	1,59*	0,31*	0,29	0,18

\*Standardwerte für die Düngeplanung; \*\*aus Versuchen des TFZ abgeleitet

Darüber hinaus ist eine regelmäßige Kalkung entscheidend für die Aufrechterhaltung optimaler pH-Werte im Boden und somit auch für die Nährstoffverfügbarkeit. Bei Silphie wurde im Vergleich zu anderen Dauerkulturen und einjährigen Kulturen ein stärkerer Rückgang der pH-Werte im Boden beobachtet. Folglich sollte in Silphiebeständen besonders darauf geachtet werden, den pH-Wert des Bodens durch regelmäßige Bodenuntersuchungen zu überprüfen und eine bedarfsgerechte Kalkung durchzuführen. Trotz der hohen Ca-Aufnahme führte eine Kalkung bei standortbezogen etwas zu niedrigen pH-Werten in Feldversuchen nicht zu Mehrerträgen.

In bisherigen Untersuchungen des TFZ waren bei Silphie keine erhöhten Spurenelementgehalte im Erntegut feststellbar (Tabelle 2). Die Werte lagen auf oder unterhalb dem Niveau von Silomais. Für Zink und Mangan waren die Gehalte im Erntegut von Silphie deutlich niedriger. Bei Silphie ist folglich wegen ca. 20 % geringerer Trockenmasseerträge auch eine geringere Spurenelementabfuhr gegenüber Mais gegeben. Bei normal versorgten Standorten bzw. bei Gärrestdüngung ist von einer ausreichenden Versorgung der Silphie auszugehen.

**Tabelle 2:** Spurenelementgehalte im Erntegut von Silphie und Silomais

Kultur	Fe	Cu	Zn	Mn	B	Mo
	Einheit g/dt TM					
Silphie	14,3	0,6	1,4	6,1	3,6	0,03
Silomais (Literaturwerte)	21,0	0,8	3–4	16,0	3–4	0,04

### Stickstoffdüngung

Für Silphie ist aktuell eine Ausnahmeregelung gültig, die eine Stickstoffdüngung im Etablierungsjahr bei Reinsaat ermöglicht, obwohl im ersten Jahr keine Ernte erfolgt. Der Bedarfswert beträgt in diesem Fall 50 kg N/ha. Wie in den nachfolgenden Erntejahren ist die Düngebedarfsermittlung nach dem Schema des mehrjährigen Feldfutterbaus durchzuführen, es ist kein  $N_{\min}$ -Wert nötig. Wird Silphie als Untersaat etabliert, richtet sich der Düngebedarf im Etablierungsjahr nach der Deckfrucht.

Ab dem zweiten Jahr beträgt der N-Bedarfswert für die Silphie 113 kg N/ha für einen mittleren Ertrag von 450 dt FM/ha (25 % TS). Je 20 dt FM/ha Ertragsdifferenz können Zu- und Abschläge in Höhe von +5 bzw. -5 kg N/ha berücksichtigt werden (Stand: Dezember 2024). Die N-Düngung sollte im zeitigen Frühjahr zum Austrieb erfolgen. Eine Aufteilung der Düngung ist nicht erforderlich.

In Versuchen wurde an einem Lössstandort eine deutliche Zunahme der Trockenmasseerträge von Silphie durch eine N-Düngung bis zu einem Niveau von 150 kg N/ha festgestellt (Abbildung 3). Aufgrund des frühen Austriebs profitiert Silphie offenbar stärker von einem hohen Angebot an leicht verfügbarem Stickstoff aus einer Düngung im Frühjahr als beispielsweise Mais. Eine sehr stark reduzierte N-Düngung ist folglich nicht vorteilhaft und führt neben geringen Erträgen zu lichten Beständen, in denen der Unkraut- bzw. Ungrasbesatz zunimmt. Dies gilt insbesondere für Standorte mit standortbezogen niedrigen Humusgehalten, da durch den Humusaufbau im Boden in Silphiebeständen eine nicht zu vernachlässigende N-Menge festgelegt wird. Darüber hinaus kann die

Dauerkultur bei einer Nutzung als Biogassubstrat nur wenig Stickstoff als Reserve für das Folgejahr speichern. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit einer zeitlich sowie mengenmäßig optimal ausgerichteten jährlichen N-Düngung, um wirtschaftliche Erträge zu erzielen. Bei organischen bzw. stark humusangereicherten Böden ist eine erhöhte N-Nachlieferung des Bodens bei der Düngeplanung zu berücksichtigen. Wie zahlreiche Untersuchungen des TFZ belegen, liegen in Silphiebeständen, gegenüber einjährigen Kulturen, auch bei hoher N-Düngung deutlich niedrigere Mengen mineralischen Stickstoffs ( $N_{\min}$ ) im Boden nach der Ernte und zu Vegetationsende vor.



Abbildung 3: Entwicklung von Durchwachsener Silphie bei unterschiedlicher N-Düngung (Aufnahme: Anfang Juli 2023)

### Düngung mit Gärresten

Zur Schließung von Stoffkreisläufen sollten primär Gärreste für die Düngung von Silphie verwendet werden. Im Hinblick auf die N-Düngewirkung einer Gärrestdüngung ist die potenziell hohe Gefahr von Ammoniakverlusten durch teilweise schlechte Infiltration der Gärreste in Silphiebeständen zu beachten. In Versuchen wurde dadurch meist die nach Düngeverordnung vorgeschriebene Mindestwirksamkeit nicht erreicht.

Aufgrund des frühen N-Bedarfs kann eine Gärrestdüngung zu Silphie im Frühjahr erfolgen, sobald eine gute Befahrbarkeit gegeben ist. Da in Silphiebeständen keine direkte Einarbeitungsmöglichkeit besteht, sollten Gärreste möglichst bei einer Witterung ausgebracht werden, die geringe N-Verluste nach der Ausbringung erwarten lässt. Dies bietet die beste Möglichkeit, um eine hohe N-Verwertung zu sichern. Eine Aufteilung der Düngung ist nicht erforderlich und sollte wegen Pflanzenschäden in den Fahrspuren bei später Düngung vermieden werden. Insgesamt ist die Düngung wegen der Gefahr größerer Überfahrtschäden bis spätestens Ende April abzuschließen. Durch den hohen N-Bedarf von Silphie im

zeitigen Frühjahr ist der Zusatz von Nitrifikationsinhibitoren zur Gärrestdüngung nicht erforderlich und eher kontraproduktiv, wie Feldversuche zeigen. Je nach Ertragserwartung kann eine zusätzliche mineralische N-Düngung (falls möglich) als Ertragsabsicherung dienen.

Nach der Düngeverordnung ist auch eine Herbsdüngung zu Silphie erlaubt (max. 60 kg N<sub>ges</sub>/ha und 30 kg NH<sub>4</sub>-N/ha). Hinsichtlich der Ertragswirkung ist die Ausbringung einer Teilgabe im Herbst als schlechter einzustufen als eine Düngung der Gesamtmenge im Frühjahr. Eine Herbstgabe bietet allerdings den Vorteil, dass im Herbst meist günstigere Witterungsbedingungen für eine verlustarme Gärrestausrückführung vorliegen.



*Abbildung 4: In optimal entwickelten Silphiebeständen sterben bis zur Ernte die unteren Blattpaare aus Lichtmangel ab, es handelt sich nicht um Nährstoffmangel*

Eine schlechte Infiltration von Gärresten in Silphiebeständen durch Verschlämung oder Fahrspuren führt zu erhöhten Ammoniakverlusten und verschlechtert die Düngewirkung. Eine flächige Bodenbearbeitung zur Bodenlockerung oder Einarbeitung der Gärreste ist in Dauerkulturen wie der Silphie nicht durchführbar. Eine flache Bodenlockerung mit einer Reihenhacke zwischen den Silphiereihen vor der Gärrestausrückführung stellt hingegen eine praktikable Möglichkeit dar, die Aufnahme von Gärresten in den Boden in Silphiebeständen zu verbessern und die N-Düngewirkung vor allem bei ungünstigen Witterungsbedingungen abzusichern. Voraussetzung ist, dass der Bestand als Reihenkultur angelegt wurde und die Zwischenreihenbereiche noch nicht von den Silphiepflanzen eingenommen wurden. Beachtet werden muss, dass die Erosionsschutzwirkung zeitweise etwas reduziert ist.

Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass auch Schlitz- und Injektionsgeräte die N-Verwertung flüssiger Wirtschaftsdünger bei Ausbringung in Pflanzenbeständen effektiv steigern. Durch ein direktes Einbringen von Gärresten in den Boden können gasförmige N-Verluste vermieden werden. Basierend auf den bisherigen Erfahrungen aus einem Feldversuch scheint der Nutzen dieser Technik in Silphiebeständen jedoch eingeschränkt. Mit der getesteten Bauart von Schlitzscheibenverteiltern mit v-förmigen Scheiben wurde die bei größeren Ausbringungsmengen ( $> 25 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) für eine vollständige Aufnahme des Gärrests erforderliche Schlitztiefe von mind. 5 cm nicht erreicht (Abbildung 5). Dadurch war keine Verbesserung der Düngewirkung feststellbar. Eine Aufteilung der Düngung auf zwei Termine beinhaltet neben gesteigerten Kosten das Problem zusätzlicher Fahrspuren. Aufgrund der gegenüber Schleppschlauch bzw. -schuh meist deutlich geringeren Arbeitsbreite ist das Schlitzverfahren in dieser Hinsicht im Nachteil. Eventuell sind Schlitzgeräte mit anderer Bauart besser geeignet, um auch in Silphiebeständen ausreichend tiefe Schlitzte zu erzeugen. Mindererträge durch Pflanzenschäden als Folge des Schlitzens wurden allerdings nicht beobachtet.



*Abbildung 5: Mit einem Schlitzgerät beim Austrieb von Silphie im Frühjahr ausgebrachter Gärrest bei geringer Ausbringungsmenge*

Bei Gärrestdüngung ist zu beachten, dass aufgrund der teilweise großen Schwankungen in der Zusammensetzung der Gärreste laufende Untersuchungen für bedarfsgerechte Düngeplanung notwendig sind. Wie zuvor erwähnt ist neben Stickstoff auch der Bedarf an weiteren mineralischen Nährelementen zu berücksichtigen, um je nach Gärrestzusammensetzung zu hohe Nährstoffüberschüsse oder eine Unterversorgung der Pflanzen zu vermeiden. Hervorzuheben ist erneut die hohe K-, Mg- und Ca-Abfuhr von Silphie, die durch Gärrestmengen, die dem N-Düngebedarf entsprechen, kaum ausgeglichen werden kann. Hier muss auf eine ausreichende mineralische Ausgleichsdüngung geachtet werden.