

Die Silphie, ein ökologischer „Allrounder“ für die Biogas-Gewinnung

von
Dr. Erich Koch
Altshausen 2016

Der Anbau von Energiepflanzen und deren Umwandlung in Strom, Wärme und Kraftstoffe eröffnete insbesondere den Landwirten neue Perspektiven. In Deutschland führte der hohe Energiegehalt von Mais zu einem deutlich steigenden Einsatz für die Biogasproduktion. In vielen Regionen kam es zu einer so genannten „Vermaisung der Landschaft“ und damit zur Entstehung von „grünen Wüsten“. Bei allen Umweltschützern und in großen Teilen von Politik und Wissenschaft wurde der Ruf stetig lauter, den Maisanbau durch andere, ökologisch verträgliche Energiepflanzen zu ersetzen. Dies ist in jüngster Zeit zwei Landwirten aus dem oberschwäbischen 50-Seelen-Weiler Hahnennest, gelegen in der nördlichen Bodensee-Region, durch den großflächigen und wirtschaftlichen Anbau von Silphium-Kulturen gelungen. Die Zukunft der Silphie als ökologisch verträgliche Energiepflanze hat damit begonnen. Diese „Sonnenpflanze“ *Silphium perfoliatum* L. wird den Mais als Bioenergie-Monopolist ablösen und den Weg zu mehr Biodiversität gestalten.

Vom Landwirt zum Energiewirt und die Folgen

Vor dem Hintergrund globaler Herausforderungen wie Ernährungs-, Rohstoff- und Energiesicherung einer wachsenden Weltbevölkerung, des Klimawandels und der Erhaltung der Biodiversität fühlen sich verantwortungsvoll denkende und handelnde Landwirte dazu verpflichtet, ihre Böden schonend, effizient und nachhaltig zu bewirtschaften und zu nutzen.

So widmeten sich die ersten Landwirte vor etwa 40 Jahren der Produktion von Energie und Energieträgern und errichteten die ersten Biogasanlagen in Deutschland. Doch bereits vor mehr als einem Jahrzehnt erkannten verschiedene Landwirte, insbesondere in Baden-Württemberg und Bayern, dass der Maisanbau zur Gewinnung von Biogas für mitteleuropäische Verhältnisse nicht optimal ist. Denn der Maisanbau ist eine Bewirtschaftungsmethode, die noch im Mai und Juni zu einer starken Erosion und zum Eintrag von Bodenmaterial in die Fließgewässer führen kann. Die Gründe hierfür sind:

- eine späte Saat
- langsames Jugendwachstum
- weiter Reihenabstand
- eine erst spät schützende Bodenbedeckung (Schwarzbrache).

Bei Starkregenereignissen fällt ein Großteil des Niederschlages auf eine wenig geschützte Ackeroberfläche. Die abgeschwemmten Bodenpartikel fungieren als Trägersubstanz für anhaftende Nährstoffe (insbesondere Phosphat) und Pflanzenschutzmittel (Pestizide). Durchschnittlich werden auf Maisäckern 100 bis 150 kg Nitrat pro Hektar und Jahr ausgewaschen, in Extremfällen bis zu 300 kg. Dies ist einerseits durch die sehr hohen Stickstoffdüngergaben für Maiskulturen begründet, weil die Fruchtart Mais einen besonders hohen Stickstoffbedarf benötigt. Andererseits führt die gute Wasserlöslichkeit und geringe Bodenabsorption des Nitrat-Salzes generell zu Auswaschungen ins Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser.

Ein weiteres Kriterium ist das Klima. Der Anbau von Mais eignet sich unter unseren klimatischen Bedingungen in Deutschland nur sehr bedingt. Es müssen klimatisch begünstigte Regionen vorhanden sein wie die in der badischen Rheingegend. Denn Mais ist ein wärmeliebendes Sommergetreide. Die Aussaat erfolgt in Deutschland von Mitte April bis Anfang Mai, doch erst dann, wenn der Boden warm genug und die Gefahr von Spätfrösten nicht mehr gegeben ist. Mais braucht zur Keimung und zum Feldaufgang eine bestimmte Temperatur (Keimung 7 – 9 °C) und eine gewisse Wärmesumme für den Feldaufgang. Bei niedrigen Temperaturen wird der Keimling von Bodenpilzen befallen und verliert seine Triebkraft. Lückige Maisbestände mit geringen Erträgen sind die Folge. Andererseits führt eine späte Saat ebenfalls zu Ertragsminderungen, weil die Sonnenenergie des Sommers dann nicht voll ausgenutzt wird.

Vom Winde verweht

In der landwirtschaftlichen Praxis wurde allgemein erkannt, dass der Maisanbau zu den extrem erosionsfördernden und stärksten Humus zehrenden Fruchtarten zählt. Die Bodenerosion stellt gebietsweise für die Landwirtschaft ein großes Problem im intensiven Acker- und Maisanbau dar, weil der Verlust von Feinbodenmaterial zu einer dauerhaften Zerstörung der Bodenfruchtbarkeit führt. Deshalb liegt es im eigenen Interesse der Landwirte, alle präventiven Vorkehrungen nicht nur zum Schutz der eigenen Ackerflächen, sondern auch der Gewässer und des Trinkwassers zu treffen. Denn der Erhalt von sauberem Wasser sowie gesunden Böden geht uns alle an.

Neben der Bodenerosion (Denudation) ist die Winderosion (Deflation) vor allem in den an Feinsand reichen Böden ein großes Problem, weil aufgrund der Bewirtschaftungsmethode von Mais der Boden etwa 9 Monate im Jahr unbedeckt bleibt und nicht durch eine Pflanzendecke geschützt wird. Windgeschwindigkeit und Teilchengröße sind die entscheidenden Faktoren, die das Ausmaß der Abtragung bestimmen: Am anfälligsten für den Transport (Translokation) ist der Feinsand, während Ton und Humus durch eine wirkungsvolle Bindung der anderen Bodenteilchen Widerstand leisten. Größere Bodenteilchen mit einer Korngröße von 0,1 bis 1 Millimeter werden rollend und springend fortbewegt, wobei sie kleinere Bodenpartikel anstoßen und zum Fortschweben „animieren“.

Bei der Ablagerung der transportierten Bodenpartikel nimmt der Wind eine sehr genaue Sortierung nach Korngröße vor, indem die größeren Körner (Sand) zuerst, die kleineren (Schluff) zuletzt und damit in größerer Entfernung deponiert werden. Damit leidet der Wert sowohl des erodierten als auch des akkumulierten Bodens: Beide weisen eine einförmige

Körnung auf. Auf der einen Seite werden Pflanzenwurzeln freigelegt, auf der anderen Pflanzen zugedeckt. Zudem bewirkt der Wind eine starke Austrocknung des nackten Bodens (Schwarzbrache).

Eine möglichst ganzjährig vorhandene Pflanzenbedeckung wäre die sinnvolle Alternative für einen nachhaltigen Erosionsschutz.

Erhöhung der Pflanzenvielfalt

Der erste Schritt weg von den fatalen Folgen der Mais-Monokulturen ist die Erhöhung der Biodiversität auf den Biomasse-Produktionsflächen. Wie das bekannte „*Jena-Experiment*“ und auch andere Untersuchungen gezeigt haben, erhöhen sich durch die Pflanzenvielfalt einer Wiese die Biomasseproduktion, die biologische Aktivität des Bodens, die Kohlenstoffretention im Boden (Humus) sowie die Pflanzengesundheit.

Vor diesem Hintergrund haben zahlreiche wissenschaftliche Institutionen in Deutschland verschiedene Energiepflanzen-Dauerkulturen untersucht. Das Ziel ist, ökologisch verträgliche und gleichzeitig wirtschaftlich attraktive Energiepflanzen für die landwirtschaftliche Praxis zu finden. Als Substituenten für den Maisanbau kommen die folgenden Energiepflanzen als nachwachsende Rohstoffe in Betracht:

- Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.)
- Riesenweizengras, auch als Hirschgras bezeichnet (*Agropyron elongatum*)
- Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.)
- Virginiamalve (*Sida hermaphrodita* L.)
- Rutenhirse (*Panicum virgatum*, englisch *switchgrass*)
- Chinaschilf (*Miscanthus*)
- mehrjährige Wildpflanzenartenmischungen.

Übrig geblieben ist insbesondere die „*Durchwachsene Silphie*“ (*Silphium perfoliatum* L.). Es laufen Bestrebungen, Silphium-Dauerkulturen im Greening als ökologische Vorrangflächen auf Ackerflächen anerkennen zu lassen.

Die „Sonnenpflanze“ *Silphium perfoliatum*

Die *Durchwachsene Silphie* ist eine Sonnenpflanze, eine königliche Pflanze. Sie will Licht und Leben schenken. Mit ihr werden neue, blühende Lebensräume für Mensch und Tier und somit ein Stück mehr Lebensqualität geschaffen.

Für Landwirte bedeutet dies, Verantwortung zu übernehmen für unsere Umwelt, für die Menschen, Tiere und Pflanzen und genauso für das wichtigste Betriebskapital des Landwirtes, für seine Böden.



Die „Sonnenpflanze“ Silphie mit ihrer goldgelben Blütenpracht Ende September

Die *Durchwachsene Silphie*, im folgenden kurz Silphie genannt, gehört zur Familie der Korbblütengewächse (*Asteraceae*) und stammt aus den gemäßigten Breiten Nordamerikas. Dort in der nordamerikanischen Prärie herrschen ähnliche klimatische Bedingungen wie bei uns in Deutschland. Deshalb gedeiht die Silphie in Mitteleuropa hervorragend und übersteht längere Kälteperioden schadlos, weil die Wurzelstöcke der Pflanze in Mitteleuropa völlig frosthart sind.

Die Silphie erreicht eine Wuchshöhe von zwei bis vier Metern. Sie besitzt vierkantige Stängel und große, einander gegenüber angeordnete Blätter, die an der Basis mit dem Stängel verwachsen sind. Dadurch bilden sich kleine Becher, in denen sich Tau- und Regenwasser sammeln können. Aufgrund dieser botanischen Besonderheit wird die Silphie auch als *Becherpflanze* bezeichnet. Diese Blattbecher können die Funktion einer Tränke für Insekten übernehmen, was die überwiegend fremdbefruchtete Silphie für Blütenbesucher zusätzlich attraktiver macht.

Die Bezeichnung „Durchwachsen“ erklärt sich mit dem lateinischen Namen „*perfoliatum*“: durch das Blatt hindurch (gewachsen).

Praktiker aus Hahnennest ebnen der Silphie den Weg

Im Anbau lag die Schwierigkeit der Silphie: Die Pflanze ist zwar mehrjährig, musste aber bislang im ersten Jahr mit hohen Kosten zwischen 6 000 und 8 000 Euro pro Hektar gepflanzt werden. Mais wird mit Kosten von ca. 600 Euro pro Hektar gesät und ist damit mehr als 10-mal günstiger als die Silphie. Landwirte sind zwar grundsätzlich bereit, alternative Energiepflanzen wie die Silphie einzusetzen, aber die hohe Anfangsinvestition und die Festlegung auf lange Zeit scheuen sie. Zudem waren die Landwirte auch deshalb zurückhaltend, weil zu wenige Praxiserfahrungen auf echten landwirtschaftlichen Flächen vorlagen. Während Mais gesät werden kann, mussten Silphium-Kulturen gepflanzt werden. Dies liegt an der für Wildpflanzen typischen niedrigen Keimrate des unbehandelten Samens von 15 bis 20 Prozent, sodass eine Aussaat kaum infrage kam und die Etablierung der Silphie bisher nur in Form von Setzlingen erfolgte. Allein für das Pflanzgut entstanden Kosten von etwa 5 000 Euro pro Hektar. Hinzu kommt noch der Aufwand für Pflanzmaschine und das Personal. Ein weiterer Nachteil gegenüber dem Maisanbau war, dass die Silphie im Pflanzjahr nur eine bodenständige Rosette bildet und keine Ernte erbringt. Erst ab dem zweiten Standjahr wächst sie in die Höhe und kann dann 20 Jahre und länger beerntet werden. Damit sprachen bislang einige ganz praktische Argumente gegen den Anbau der Silphie als Energiepflanze.

Zwei Praktikern aus Oberschwaben vom **Energie-Park-Hahnennest** (EPH Ostrach) der Gemeinde Ostrach ist seit 2015 die Lösung gelungen, die Silphie als Energiepflanze großflächig und vor allem wirtschaftlich attraktiv zu etablieren. Es waren keine bekannten Saatzüchter, universitäre Institute oder landwirtschaftliche Forschungsanstalten, sondern die beiden Landwirte Thomas Metzler und Ralf Brodmann aus Hahnennest, einem Ortsteil der Gemeinde Ostrach.

Durch Erfolge bei der Saatgutbehandlung ist es gelungen, die Keimfähigkeit des Saatguts auf 90 Prozent zu steigern. Weiterhin wurde durch Ralf Brodmann ein innovatives Anbau-Konzept erstellt, um das Problem des einjährigen Ertragsausfalls zu lösen: die „Etablierung von Silphie unter der Deckfrucht Mais“. Der Landwirt sät im ersten Jahr Mais und kurz danach die Silphie im Saatbeet aus. Wenn der Mais geerntet wird, haben die Rosetten der Silphie bis dahin erst eine Höhe von 15 bis 20 Zentimeter erreicht. Sie bleiben daher stehen, womit die Silphie ab dem zweiten Jahr alleine auf dem Feld steht. Sie kann dann nach Ende der Hauptblüte im September geerntet und anschließend siliert werden. Der Herbizideinsatz beschränkt sich bei diesem Anbauverfahren auf eine einmalige Anwendung im ersten Jahr. Ab dem zweiten Jahr werden dann keine Herbizide mehr ausgebracht. Denn die Silphie lässt anderen Pflanzen kaum Spielraum zu gedeihen. Weiterhin kann auf den Einsatz mineralischer Dünger verzichtet werden. Die mit dem Silageschnitt dem Boden entzogenen Nährstoffe werden diesem durch die Ausbringung der Gärrestsubstrate aus der Biogasanlage in ausreichender Menge zugeführt. So wird der Nährstoffkreislauf geschlossen und Mineraldünger gespart.

Weitere Verbesserungen der Silphium-Kulturen sind in Zukunft durch die Züchtung zu erwarten. Für das aktuell zur Verfügung stehende Saatgut wurden Vermehrungsflächen angelegt, auf denen die stärksten, robustesten und standfähigsten Pflanzen kultiviert werden. Das Projekt trägt den Namen „*Donau-Silphie*“ und wird von dem Agrarbiologen Dr. Walter Frölich aus Sachsenheim begleitet.

Neben der Nutzung als Energiepflanze eignet sich die Silphie zudem gut als Grundfutterkomponente in Milchviehrationen, was ihr Einsatzspektrum zusätzlich erweitert.

Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu Mais

All die vorstehend aufgeführten Innovationen und ökologischen Fortschritte reichen allein als Charakteristikum für eine Energiepflanze nicht aus. Kriterien, die gleichfalls gegeben sein müssen, sind hohe Biomasse-Erträge und eine hohe Methan-Ausbeute. Bei beiden Kriterien ist die vielversprechende Silphie dem Mais vergleichbar.

Die Landwirte aus Hahnennest sprechen von einem „zum Teil deutlich höheren Ertragsniveau“. So zeigen beispielsweise die Versuchsergebnisse der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) in Dornburg, dass im zehnjährigen Schnitt die Silphie einen um 10 Prozent höheren Trockenmasseertrag erzielt als Mais. Doch dieser höhere Trockenmasseertrag der Silphium-Kulturen gegenüber dem Maisanbau konnte nicht von allen Versuchsstandorten in Deutschland bestätigt werden.

Liegt der Trockenmasseertrag der Silphie in etwa gleichauf mit dem Mais, so lag die spezifische Methanausbeute bei der Silphie in der Vergangenheit um zirka ein Drittel niedriger. Die spezifische Methanausbeute gibt an, wie viel Normliter (NI) aus einem Kilogramm (kg) organischer Trockenmasse (oTM) erzeugt werden.

Im Gegensatz dazu liegt die spezifische Methanausbeute am EPH Ostrach für die Silphie um etwa 6 Prozent über dem Niveau von Silomais, die Biogasausbeute um zirka 3 Prozent höher. Dieser „energetische Durchbruch“ seit dem Jahre 2016 konnte bislang nur mit der Marke „*Donau-Silphie*“ an ausgewählten Standorten erzielt werden. Experten sind sich darin einig, dass bei einer weiteren Optimierung der Silphium-Kulturen hinsichtlich Anbausystemen und -verfahren sowie Silierung und Fermentierung noch Potentiale für einen höheren Trockenmasseertrag und eine höhere Methanausbeute vorhanden sind.

Durch die Erfolge bei der Saatgutbehandlung mit einem qualitativ hochwertigen Saatgut standortangepasster, leistungsfähiger Formen und der Entwicklung eines intelligenten Anbauverfahrens durch eine Direktsaat der Silphie ist auch ein sensationeller Durchbruch bei der Kostenkalkulation erzielt worden. Mit dem Vertragsanbau-Unternehmen „*Metzler & Brodmann KG, Hahnennest*“ wurde eine Entwicklung eingeleitet, welche den Anbau dieser Silphium-Kultur („*Donau-Silphie*“) unter ökonomischen Gesichtspunkten äußerst wirtschaftlich macht. In den folgenden Jahren kann die Staude mehr als 20 Jahre lang am selben Standort verbleiben. Ihre Wirtschaftlichkeit ist bei einer mindestens 5-jährigen Kulturdauer nachgewiesen. Danach wird im Durchschnitt ein deutlich höherer Deckungsbeitrag als bei Mais erzielt. Die Anfangsinvestition für eine Silphium-Kultur lohnt sich umso mehr, je länger der Bestand genutzt wird, da ab dem zweiten Jahr in der Regel keine Bodenbearbeitungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen erforderlich sind. Der älteste Silphien-Bestand in Baden-Württemberg, eine bereits über 30-jährige Dauerkultur, befindet sich am Landwirtschaftlichen Zentrum Aulendorf (LAZBW), ohne dass hier eine Ertragsdegression erkennbar ist.

Silphium-Kulturen: Nur gute Eigenschaften

Silphium-Felder braucht man nur einmal anzulegen. Danach können sie 20 Jahre und länger genutzt werden. Damit entfallen zahlreiche Arbeitsgänge auf dem Feld. Während einjährige Ackerkulturen wie beim Mais alljährlich vorbereitet werden müssen (pflügen, grubbern, Saatgut kaufen, säen und anderes mehr) sowie mit Pflanzenschutzmitteln behandelt werden müssen, ist dies bei den Silphium-Kulturen nur im ersten Jahr erforderlich. Aufgrund der langjährigen Dauerkultur der Silphie spart der Landwirt nicht nur viel Arbeitszeit und Diesel, sondern schont den Boden, der in dieser Zeit nicht bearbeitet

werden muss. Im Unterschied zum Maisanbau werden die Böden nicht verdichtet und liegen nie nackt im Wind und Regen. So wird Erosion verhindert, Nährstoffauswaschungen vermindert und Humus aufgebaut, was den Bodenlebewesen guttut.

Die Ausbildung eines kompakten Wurzelstocks befähigt die Silphie dazu, auch erosionsgefährdete Böden, besonders in Hanglagen, zu schützen und zu stabilisieren.

Der Verzicht auf Bodenbearbeitungsmaßnahmen bei der Silphie als Dauerkultur leistet zudem einen Beitrag zur CO₂-Fixierung. Der Einsatz mehrjähriger Kulturen wie die der Silphie wird auch vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) als Maßnahme mit einem Potential angesehen, das gleichermaßen positiv auf den Klima- sowie auf den Naturschutz wirken kann. Dies steht im Einklang mit der Entwicklung nationaler Klimaschutzstrategien, welche den Anbau und die Nutzung von Biomasse in den Fokus zur Schonung natürlicher Ressourcen und zur Reduzierung des CO₂-Beitrags zur Treibhausgasemission stellt.

Bemerkenswert ist auch die besondere Anpassung der Silphie an trockene Standorte. Die Pflanze hat tiefreichende Wurzeln und kommt daher gut mit längeren Trockenperioden zurecht. So bietet sich der Anbau auf Grenzstandorten, also Flächen mit geringer Bodengüte, geradezu an. Dies hat zur Folge, dass die Silphie für mehr Biomasse und eine höhere Biogasausbeute sorgt.

Auch kann die Silphie vorzugsweise auf kleineren oder verwinkelten Restflächen angebaut werden, ebenso als Randstreifen im Maisschlag. Hier kann die Silphie zeitgleich mit dem Mais geerntet werden.

In Gebieten mit Einschränkungen der Felderbewirtschaftung, z.B. Wasserschutzzonen oder wegen harter Winterfröste, oder Randzonen entlang eines Waldsaumes durch Schattenwurf, zeigt sich die nahezu universelle Tauglichkeit des Silphien-Anbaus. Auch wenn durch einen Hagelsturm oder ein Unwetter die Silphium-Stängel umgeworfen werden, können die liegenden Triebe auf dem Feld belassen werden. Sie behindern nicht den Neuaustrieb im Folgejahr. Sie müssen deshalb nicht wie beim Mais arbeitsaufwändig beseitigt oder weg-geeggt werden.

Der Anbau in Dorf- bzw. Straßennähe oder als Gewässerrandstreifen kann dazu beitragen, die Akzeptanz für den Energiepflanzenanbau zu fördern. Hierbei steht bei den Landwirten weniger die Ertragsleistung als vielmehr die positive Darstellung des Energiepflanzenbaus durch die Nutzung der optisch ansprechenden Silphium-Kulturen im Vordergrund. Nicht zuletzt lockern die gold-gelben Blüten der Silphie das Dorf- und Landschaftsbild auf.

Das von der Silphie möglicherweise ausgehende Invasionspotenzial ist als sehr gering einzuschätzen. Die Pflanze bildet keine Ausläufer bzw. tiefreichende Rhizome. Ihre Jungpflanzen entwickeln sich langsam und weisen nur eine geringe Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Pflanzen auf. Damit breitet sich die Silphie nicht aus, sondern bleibt auf ihrer Anbaufläche.

Die Silphien-Kulturen werden von Wildschweinen nicht als Nahrungsressource genutzt und tragen damit nicht zur Vergrößerung der Wildschwein-Population bei.

Tierische Schädlinge sind bei dieser Kultur nicht bekannt, wohingegen beim Mais die allmähliche Zunahme tierischer Schädlinge dokumentiert ist wie beim Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera*) sowie Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) und bei zunehmender Klimaerwärmung noch erhebliche Probleme aufwerfen wird. Der Maiszünsler bohrt sich in das Innere des Stängels oder des Kolbens und vernichtet dadurch große Teile der Ernte. Der Einsatz an Pestiziden beim Mais nimmt von Jahr zu Jahr zu, da Schädlinge wie der Maiszünsler und der Maiswurzelbohrer sich immer mehr ausbreiten.

Weiterhin warnen die Vereinten Nationen vor der raschen Ausbreitung einer neuen Raupenplage im Mais. Der vom amerikanischen Kontinent eingeschleppte *Herbst-Heerwurm* hat in kürzester Zeit verschiedene Länder im südlichen Afrika befallen. Der *Herbst-Heerwurm* gilt als einer der schlimmsten Schädlinge Nord- und Südamerikas. Experten des Zentrums für Landwirtschaft und Biowissenschaften im englischen Egham warnen davor, dass sich dieser Mais-Schädling schon bald von Afrika bis in den europäischen Mittelmeerraum verbreiten könnte.

Auch Fusarium-Pilze sind gerade in regenreichen Jahren wie im Jahr 2016 ein Problem im Maisanbau. Verpilzung der Kolben, gebildet aus Körnern, Spindeln und Lieschblättern, sind unter anderem die Folge. Allgemein zählen Fusariosen weltweit zu den bedeutendsten Getreidekrankheiten. Im Gegensatz zu anderen pilzlichen Schaderregern können einige Fusariumarten Mykotoxine bilden. Das sind giftige Stoffwechselprodukte wie beispielsweise Deoxynivalenol (DON) oder Zearalenon (ZEA). Diese Gifte können die Gesundheit von Mensch und Tier gefährden. Und die weitaus größte Gefahr geht vom Mais aus. Neben Stoppeln sind auch Lieschblätter (Hüllblätter des Maiskolbens) und besonders Spindeln (Teile des Maiskolbens) oft stark befallen.

Solche Getreidekrankheiten wie beim Mais können bei der Silphie als Korbblütengewächs nicht auftreten. Auch sind anderweitige Erkrankungen der Silphie durch Schädlinge in den vergangenen Jahrzehnten nicht bekannt geworden. Damit sind aufwändige Pflanzenschutzspritzungen bei der Silphie im Gegensatz zum Mais nicht nötig, was wiederum die Umwelt und Ökologie erheblich schont und die Wirtschaftlichkeit verbessert.

Zusammenfassend sind als besondere Ökosystemdienstleistungen der Silphium-Kulturen die Kohlenstoff-(CO₂-)Speicherung, Förderung der Bodenbiologie, Humusspeicherung und Bodengefügestabilisierung, Biodiversitäts- und Nützlingsförderung, Erosionsschutz sowie Grundwasserschutz zu nennen.

Nutzung von belasteten und degradierten Flächen

Etwa 5 Prozent der landwirtschaftlichen Flächen (Acker- und Grünland) in Deutschland sind potentiell mit Schwermetallen belastet. Dies sind mehr als 800 000 Hektar an belasteten Böden und führt zu teilweise degenerierten Landschaften. Relevante Gehalte an Schwermetallen sind vor allem in Auen-, Bergbau- und Verhüttungsgebieten sowie auf geogen belasteten Böden und punktuell auf Altlastenstandorten zu finden. Als Beispiele sind hier die Auenbereiche des nördlichen Harzvorlandes genannt, dann die Rieselfelder der Klärschlamm-Aufbringung in den Randzonen von Berlin, Braunschweig und Lüneburg, sowie die Schwermetallindustrie-Standorte.

Einige Schwermetalle, wie beispielsweise Eisen (Fe), Mangan (Mn), Zink (Zn), Kupfer (Cu), Molybdän (Mo) gehören zu den unentbehrlichen Pflanzennährstoffen, den sog. Spurenelementen. Im Überfluss wirken sie toxisch. Zu den bedenklichen Schwermetallen im Boden zählen Blei (Pb), Thallium (Tl), Quecksilber (Hg), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Nickel (Ni), Kupfer (Cu), Zink (Zn) und das Halbmetall Arsen (As).

Schwermetalle können im Boden nicht abgebaut werden. Sie zählen zu den persistenten Verbindungen, die sich im Boden stark anreichern können und sind nahezu unbeweglich. Eine Anreicherung im Boden ist deshalb kaum rückgängig zu machen. Man kann sie nur durch Vorbeugemaßnahmen verhindern.

Für den Landwirt besteht aufgrund der weit verbreiteten hohen Gehalte an Arsen, Blei und Cadmium im Boden eine besondere Verantwortung gegenüber dem Verbraucher. Schwermetalle können von Pflanzen auf verschiedenen Wegen, aus dem Boden, über das Wasser oder die Luft aus Stäuben über die Pflanzenoberfläche aufgenommen werden. Lange bevor es zu Wachstumsstörungen kommt, kann eine zu hohe Schwermetallaufnahme die Pflanzen für Futter- oder Nahrungszwecke unbrauchbar machen. Dies gilt besonders für das toxische Element Cadmium.

Die Einlagerung von Schwermetallen in den einzelnen Pflanzenteilen ist unterschiedlich hoch. Wurzeln speichern mehr als Sprossorgane, Stängel und Blätter mehr als Samen. Die Aufnahme steigt tendenziell mit der Höhe der Schwermetallbelastung der Böden, wobei aber nicht die Gesamtkonzentration im Boden entscheidend ist für die Verfügbarkeit und damit die Aufnahme durch Pflanzenwurzeln oder durch Bodenorganismen, sondern die chemische Zusammensetzung. Ist eine Überschreitung der Grenzwerte in Lebens- und Futtermittelpflanzen festgestellt worden, so müssen die Landwirte ihre Produkte in der Regel als Abfall deklarieren. Hohe wirtschaftliche Verluste sind die Folge.

Aus diesem Grund ist der direkte Anbau von Energiepflanzen eine sich lohnende Alternative für Landwirte, unter Beachtung der gesetzlichen Regelungen. Die energetische Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen betrifft die Bereiche:

- Biogaserzeugung zur Energie- und Wärmegewinnung
- Biogasherstellung als Produkt sowie zur Einspeisung ins Gasnetz.

So konnte bei der Vergärung von belasteter Grünschnittsilage im diskontinuierlichen bzw. kontinuierlichen Gärtest keine Beeinträchtigung der Gasbildung und Gasqualität durch die Belastung der Ausgangssubstrate mit Arsen und Schwermetallen festgestellt werden. Biogasertrag wie Methangehalt lagen im normalen Bereich. Die Bilanzierung der Stoffströme in den Biogasversuchen zeigte, dass die in den Substraten enthaltenen Mineralstoffe sowie Arsen und Schwermetalle vollständig in den Gärrückständen der Biogas-Anlagen vorliegen.

Somit bietet die Verwertung belasteter Aufwüchse von Energiepflanzen zur Biogas-Produktion eine Möglichkeit, kontaminierte Flächen außerhalb der Lebens- und Futtermittelproduktion sinnvoll zu nutzen. Hierbei sind die gesetzlichen Vorgaben für die Verwertung und Entsorgung der Gärrückstände aus den Biogas-Anlagen zu berücksichtigen.

Um jedoch eine Anreicherung von Schwermetallen über verschiedene Nutzungswege präventiv zu verhindern, kann beim Energiepflanzenanbau verstärkt auf solche Kulturen gesetzt werden, welche wirksame Mechanismen besitzen, Schwermetalle nicht oder nur in geringen Konzentrationen aufzunehmen.

Die Silphie erfüllt weitgehend diese Anforderungen. Der Mechanismus der Translokation von Schwermetallen, der Verlagerung aus Wurzeln, Stängeln und Blättern in die Speicherorgane, ist bei der Silphie im Vergleich zu anderen Kulturen weitgehend gehemmt (Barriere-Status). Bei der Cadmium-Konzentration liegt die Silphie auffälligerweise an letzter Stelle der untersuchten Kulturarten. Die Konzentrationen der toxischen Elemente wie Arsen, Thallium, Cadmium, Quecksilber, Blei liegen in den Silphie-Speicherorganen (Samen) unterhalb der analytischen Nachweisgrenze von 0,01 mg/kg. Damit gilt die Silphie als bevorzugter Kandidat für eine Phytostabilisation. Die Phytostabilisierung dient vorrangig der Sicherung des Bodens durch eine Verringerung der Mobilität der Schadstoffe. So ist die Phytostabilisierung im Sinne des Bundes-Bodenschutzgesetzes eine Bodensanierung, insbesondere nach §17 Abs. 2 BBodSchuG: Erhalt der Bodenstruktur, Bodenaktivität und Humusgehalt; Vermeidung von Bodenabträgen; Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen.

Der Anbau von Silphium-Kulturen als „ökologischer Allrounder“ auf kontaminierten Standorten bietet ein hohes, zusätzlich nutzbares Potenzial zur Erzeugung regenerativer Energien (Wärme, Strom, Gas) und dies in einem regionalen Kreislauf. Durch die Schaffung regionaler Wertschöpfungsketten wird nicht nur die ökologische, sondern auch die wirtschaftliche Nachhaltigkeit gewährleistet. Es nutzt und stärkt das Innovationspotenzial eines Wirtschaftsstandortes.

Lebensraum für viele Insekten und andere Tierarten

Die Silphium-Kultur ist eine hervorragende Bienenweide. Vor allem ihr Blühzeitpunkt macht die Pflanze attraktiv, denn sie blüht von Ende Juni/Anfang Juli bis weit in den Monat September hinein. Das ist ein Zeitraum, in dem mittlerweile Blüten in der Landschaft rar geworden sind und der für Bienen und zahlreiche andere Insekten wie Hautflügler (Hymenoptera) oft durch Nahrungsmangel geprägt ist. Damit ist die Silphie mit ihren leuchtenden und wohlriechenden Blüten ein Sammelpunkt von Honig- und Wildbienen, Hummeln, Schwebfliegen und Schmetterlingen und trägt auf diese Weise zu Schutz und Erhaltung der Artenvielfalt bei.

Studien der Universität Hohenheim zeigen, dass die Silphie auch aus imkerlicher Sicht eine sehr interessante Trachtpflanze (Bienenweide) darstellt, also eine Pflanze als Nahrungsquelle für Bienen und Hummeln. Sie ist für Bienen äußerst attraktiv und liefert reichlich Nektar und Pollen, insbesondere zu einer Jahreszeit, in der, wie oben schon ausgeführt, das Nahrungsangebot für Bienen und andere Insekten oft sehr begrenzt geworden ist.

Um den Honigertrag der Silphium-Kulturen zu quantifizieren, wurden Studien im Rahmen von Bachelor-Abschlussarbeiten im Fach Biologie angefertigt. Es wurden mögliche Honigerträge von bis zu 150 kg je Hektar ermittelt. Vorteilhaft ist weiter, dass der Honig kaum kristallisiert. Ebenso positiv wird der ungewöhnlich hohe Pollenanteil beurteilt. Blütenpollen, welche unbelastet sind und damit frei von Pestiziden. *„Die Silphium-Kulturen sind ein wahrer Segen“*, so die Meinung der schwäbischen Imker. Es ist deshalb auch aus Sicht der Bienenzüchter wünschenswert, die Silphie in naher Zukunft als Bioenergiepflanze in Baden-Württemberg und darüber hinaus vermehrt anzubauen. Der Landesverband Bayerischer Imker bezeichnete die Silphie bereits als „richtungsweisend“ und hofft darauf, dass sie „den Mais als Bioenergie-Monopolist ablösen“ wird.

Die Aussage der Imker ist mehr als verständlich wenn man bedenkt, dass rund 1 Million Hektar mit Energiemais in Deutschland bepflanzt sind. Und dies immer noch mit steigender Tendenz. Bienen und andere Insekten wie Hummeln, Schwebfliegen und Schmetterlinge können den Mais als blütenlose Pflanze nicht nutzen. Damit sind 1 Million Hektar für diese Tiere wie eine Wüste. Ein Lebensraum, welcher diesen Insekten entzogen worden ist. Und das führt zur Trennung ganzer Populationen. So wird verständlich, dass die Silphie als Energiepflanze zur Hoffnung all derer wird, die sich wegen einer weiteren „Vermaisung“ unserer Agrarlandschaften Sorgen machen.

Das angebliche Zitat des großen Physikers und Genies Albert Einstein mag wohl sehr dramatisch klingen:

„Wenn die Biene einmal von der Erde verschwindet, hat der Mensch nur noch vier Jahre zu leben. Keine Biene mehr, keine Bestäubung mehr, keine Pflanzen mehr, keine Tiere mehr, kein Mensch mehr“.

Und der zur Zeit amtierende baden-württembergische Agrarminister Peter Hauk sagt, dass der Wert der Bestäubungsleistung vor allem im Obst- und Gemüsebau im Milliarden-Euro-Bereich liege.

Tatsache ist, dass die Honigbiene eine Schlüsselrolle im Naturhaushalt einnimmt, weil sie 80 Prozent aller Pflanzen bestäubt. Durch ihre Bestäubungsleistung, die sie bei ihrer Nahrungssuche den Pflanzen als Gegenleistung anbietet, sichert sie einen Fruchtansatz auf unseren landwirtschaftlichen Flächen und natürlich auch in Wald und Flur. Das sichert die Versorgung in der gesamten Nahrungskette, in der wir als Menschen auch stehen. Die Bestäubungsleistung wird natürlich noch von vielen anderen Tieren mitgeleistet. Aber die Honigbiene überwintert als staatenbildendes Insekt und ist im zeitigen Frühjahr in der Lage, mit sehr großen Individuenzahlen innerhalb von wenigen Stunden Hunderttausende oder gar Millionen Blüten zu bestäuben. Alle anderen solitär lebenden Insekten fliegen einzeln herum und versuchen sich zu vermehren, indem sie Eier legen oder erst anfangen ein kleines Nest aufzubauen, wie es beispielsweise die Hummeln machen. Die Honigbiene dagegen überwintert mit rund 15 000 Exemplaren und wenn alles zu blühen beginnt, wachsen die Völker in kurzer Zeit auf 30 000 an. Selbst bei schlechtem Wetter kann sie innerhalb nur weniger Sonnenstunden sehr viele Blüten bestäuben.



Silphien-Kulturen bieten ein reichhaltiges Nahrungsangebot für Bienen und Schmetterlinge

Die Silphium-Kulturen haben noch andere wertvolle Vorzüge. Während der in Monokulturen angebaute Mais Lebensräume vernichtet, bietet die Silphie vielfältigen

Lebensraum nicht nur für Insekten, sondern auch für Wildtiere. Die bis zu 4 Meter hohen Pflanzen dienen im Hochsommer als schützender Rückzugsort für das Wild und zahlreiche wirbellose Tierarten.

Silphium-Kulturen wachsen alljährlich früh heran und bedecken bereits im April die Ackerfläche vollständig. Sie bieten daher bald nach Beginn der Vegetationsperiode Wildtieren der Ackerfluren wie Rebhuhn, Fasan und Feldhase ausreichend Deckung in einer ansonsten äußerst deckungsarmen Jahreszeit.

Nimmt man noch den Wert für das Landschaftsbild dieser hohen Pflanze aus der botanischen Familie der „Korbblütler“ mit ihrer Blüte im Hochsommer hinzu, so bietet sie mit ihrer goldgelben Blütenpracht auch optisch eine reizvolle Bereicherung des Landschaftsbildes. Und dies zu einer Jahreszeit, in der nur wenig blüht. Der Slogan „Farbe ins Feld“ wird mit der Silphie realisiert.

Humusaufbau und Wasserhaushalt – eine echte Chance für gesundes Trinkwasser und den Hochwasserschutz

Klima, Wetter und Hochwasser sind seit den letzten Jahren in aller Munde. Hochwasser entsteht durch den schnellen Abfluss des Regenwassers. Was wir brauchen, sind „Hochwasserbremsen“, welche das Regenwasser zurückhalten, den Wasserabfluss bremsen und damit die stromabwärts liegenden Bäche und Flüsse entlasten. Also keine Hochwasser**abfluss**flächen wie bei den Maisäckern, sondern Hochwasser**minderungs**flächen. Die Anbauflächen der Silphie bilden in einer natürlichen Weise aufgrund ihres Humusaufbaus und damit einer erhöhten Aufnahmefähigkeit für Wasser ideale Hochwasser**minderungs**flächen. Denn Humus speichert das Achtfache seines Gewichtes an Wasser.

Silphium-Bestände haben gleich viel Wurzelmasse im Boden wie die oberirdische Biomasse. Zusätzlich werden etwa 60 Prozent an Wurzelmasse jährlich neu gebildet. Dies bedeutet, dass zirka 10 Tonnen an organischer Trockenmasse pro Jahr und Hektar im Boden für den Humusaufbau durch Mikroorganismen verbleiben.

Humus besitzt eine dreifach höhere Kationenaustauscher-Kapazität gegenüber Tonmineralien. Somit kann die Humus-Substanz wesentlich effizienter Nährstoffe wie Kalium, Ammonium, Magnesium, Calcium u.a. an ihrer Oberfläche binden und bei Bedarf an die Pflanze abgeben. Dadurch werden Stoffeinträge aus landwirtschaftlichen Flächen minimiert und viele Gewässer weniger mit diffusen Stoffeinträgen belastet.

Hinzu kommt ein weiterer stabilisierender Faktor, dass für Humus und Huminstoffe im Allgemeinen keine Translokationsprozesse bestehen. Das bedeutet, diese organischen Substanzen sind nur schwer verlagerbar.

Silphium-Kulturen besitzen ein hohes Stickstoff(N)-Aneignungsvermögen und binden ganzjährig mineralischen Stickstoff im Boden. Dabei wird nicht der gesamte aufgenommene Stickstoff in Substratertrag umgesetzt. Ein erheblicher Teil erfolgt als Stickstoff-Fixierung im Wurzel- und Rhizombereich. Dies prädestiniert den Silphium-Anbau auch für Wasserschutzgebiete und wäre die Möglichkeit, die in Deutschland hohen Nitrat-Konzentrationen im Grund- und Trinkwasser, in Flüssen und Seen langfristig zu minimieren („hydrobotanisches System“).

Die Silphie bildet ein weitverzweigtes und tiefreichendes Wurzelsystem in Form von Büschelwurzeln aus, welches bis in eine Tiefe von zwei Metern reicht. An Seitentrieben

entwickeln die Pflanzen zahlreiche, gut verzweigte Adventivwurzeln (sprossbürtige Wurzeln), die rasch und vollständig das verfügbare Bodenvolumen erschließen. Diese intensive und tiefe Durchwurzelung sorgt für eine gute Lockerung und Durchlüftung auch in tieferen Bodenschichten. Die Wasseraufnahmefähigkeit für Regenwasser steigt, ebenso die effiziente Nutzung des aufgenommenen Wassers für die Biomasseproduktion. Dank dieser Eigenart ist die Silphie auch an Trockenstandorte angepasst und kann Trockenperioden tendenziell besser überstehen als Mais.

Durch die Dauerkultur der Silphie, in der nicht jedes Jahr der Boden erneut aufgebrochen wird, siedeln sich große Mengen an Regenwürmern an („unterirdische Biodiversität“). Durch die Wühlarbeit der Würmer wird der Boden zusätzlich gelockert und ein vertikales Röhrensystem im Boden erzeugt, ein sog. kontinuierliches Makroporensystem. Dies erhöht die Infiltration des Regenwassers. Das bedeutet, die Böden können wesentlich mehr Wasser aufnehmen und so gelangt bei einem Starkregen weniger Wasser in die Bäche und Flüsse. Ein Boden mit sehr vielen Regenwürmern kann aufgrund der vielen Röhren im Untergrund bis zu 150 Liter Wasser pro Stunde und Quadratmeter aufnehmen. Ein an Regenwürmern verarmter Boden reagiert hingegen wie ein „verstopftes Sieb“. Das verstärkt zusätzlich die Hochwassergefahr. Im Zuge des Klimawandels wird von meteorologischer Seite prognostiziert, dass generell in Mitteleuropa die extremen Niederschlagsereignisse an Anzahl und Ausmaß zunehmen werden. Dies verdeutlicht den großen Handlungs- und Umsetzungsbedarf. Der Anbau von Silphium-Kulturen würde einen nachhaltigen Beitrag zum vorbeugenden Hochwasserschutz leisten. Ebenso wird durch eine Silphium-Dauerkultur auch die Bodenerosion deutlich gemindert. Kurzum, durch den Anbau der Silphie wird eine Ökosystemleistung erbracht, welche Schadenshochwässer mindert und Ziele des Natur- und Landschaftsschutzes unterstützt.

Ausblick

Die Silphie ist aus ökologischer und arbeitswirtschaftlicher Sicht eine interessante Pflanze. So wird die Substitution von Mais durch die Silphie als Energiepflanze ein innovativer Fortschritt sein, verknüpft mit zahlreichen ökologischen Vorteilen, insbesondere für den Bodenschutz und Erhalt der Bodenfruchtbarkeit, weiterhin für den Gewässer- und Grundwasserschutz sowie die Biodiversität. Intelligente Anbaumethoden und eine Erweiterung der genetischen Variabilität werden die Silphie aus ihrem Nischendasein in den breitflächigen Praxisanbau bringen.

Wenn ehemalige Maisäcker zu Blumenwiesen werden und damit gleiche Erträge erzielen und dies bei niedrigeren Bewirtschaftungskosten, sowie darüber hinaus die Biodiversität fördern, Humus aufbauen und Energie- und Rohstoffe produzieren, dann übernimmt jene bislang so gescholtene Landwirtschaft wieder eine aktive Rolle bei der nachhaltigen Gestaltung der Landschaft und auch innerhalb unserer, gegenüber der Landwirtschaft recht kritisch eingestellten Umweltpolitik und Gesellschaft. Wenn Bienen wieder Wildhonig auf landwirtschaftlichen Feldern produzieren, wird bereits viel erreicht sein.

Quellen und Literatur

Beckedorf, S.: Die Hoffnung blüht gelb. Deutsches Bienenjournal, Heft 6, S. 3 – 9 (2013).

Brodmann R., Frölich W.: Die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*). Erfolgsbericht aus der Praxis, verbunden mit wissenschaftlichen Erkenntnissen. - Ökonomie und Ökologie in einer Pflanze vereint. Vortragstagung/JKI Braunschweig, 24 S., 10. Mai 2016.

Emmerling, Ch.: Bodenqualität beim Anbau von Dauerkulturen für die Biomasseproduktion am Beispiel der Durchwachsenen Silphie (*Silphium perfoliatum* L.) - ein innovatives Agrarsystem der Zukunft. Journal für Kulturpflanzen, **68** (12), S. 399-406 (2016).

Frölich, W., Brodmann R., Metzler, Th.: Die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum*) - ein Erfolgsbericht aus der Praxis. Journal für Kulturpflanzen, **68** (12), S. 351-355 (2016).

Gerstberger, P.: Praxishinweise für die Kultur der Becherpflanze, *Silphium perfoliatum*. www.bioenergieregion-bayreuth.de (2015).

Hartmann, A. et al.: Durchwachsene Silphie als Biogassubstrat. In: Biogas Forum Bayern Nr. I-25, Hrsg. ALB Bayern e.V. (2014).

Horn, H.: Viel Nektar und Pollen. Erste Erfahrungen mit der Durchwachsenen Silphie als Trachtpflanze. In: Allgemeine Deutsche Imkerzeitung (ADIZ), Heft 11, S. 14 – 15 (2012).

Janzing, B.: Praktiker ebnen der Silphie den Weg. In: BIOGAS JOURNAL, Heft 6, S. 43 – 45 (2015).

Jedicke, E.: Boden: Entstehung, Ökologie, Schutz. 128 Seiten. Ravensburger Buchverlag Otto Maier GmbH (1989).

Koch, E.: Bodenuntersuchung. Zweite Auflage, 156 Seiten. Offenbach/Main: VDSF-Verlags- und Vertriebs-GmbH (1987).

Koch, E.: Gewässerrandstreifen prägen und schützen unsere Fließgewässer. Offenbach/Main: Allg. Fischerei-Zeitung/Fischwaid, Heft 3, S. 14 – 18 (2011).

Koch, E.: Sorge um unser Wasser. Offenbach/Main: Allg. Fischerei-Zeitung/Fischwaid, Heft 6, S. 19 – 21 (2013).

Metzler & Brodmann KG: Donau-Silphie. <http://www.donau-silphie.de> (2016).

REKULTA: Wissenschaftliche Primär- und Sekundärliteraturanalyse zum Anbau von nachwachsenden Rohstoffen auf schwermetallkontaminierten Arealen der Region Freiberg und Bergbaufolgefächern der Region Chomutov. - Abschlussbericht, 54 S. (2013).

Saxonia: Optionen des Biomasseanbaus auf kontaminierten Flächen – eine Handlungsempfehlung zum Anbau und zur Verwertung von Biomasse im Raum Freiberg/Sachsen; Veröffentlichung im Rahmen des Central Europe-Projektes ReSource. SAXONIA Standortentwicklungs- und Verwaltungsgesellschaft mbH (2010).

Stolzenburg, K. et. al.: Produktion von Kosubstraten für die Biogasanlage. Ergebnisse der Versuche mit Durchwachsener Silphie (*Silphium perfoliatum L.*) in Baden-Württemberg. Themenheft „Informationen für die Pflanzenproduktion (IfPP)“. Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Heft 4 (2016).

Wurth, W. et al.: Was leisten „alternative“ Kulturen im Vergleich zu Energiemais? 59. Jahrestagung der AGGF in Aulendorf, Tagungsband, S. 101 – 105 (2015).