

MIT NEUEN IDEEN ZU MEHR BIOGAS

Organische Abfälle aus Lebensmittelindustrie, Gärten und Landwirtschaft einschliesslich Gülle und Mist sind wertvolle Ressourcen. Durch Vergärung lässt sich daraus Biogas gewinnen, das sich unter anderem in Wärme und Strom umwandeln lässt. Die rund 110 landwirtschaftlichen und 35 industriellen Biogasanlagen der Schweiz tragen aktuell ca. 2 % zur landesweiten Gasversorgung bei. Zwei Forschungsprojekte haben untersucht, in welchem Mass und mit welchen Mitteln sich dieser Anteil steigern liesse.



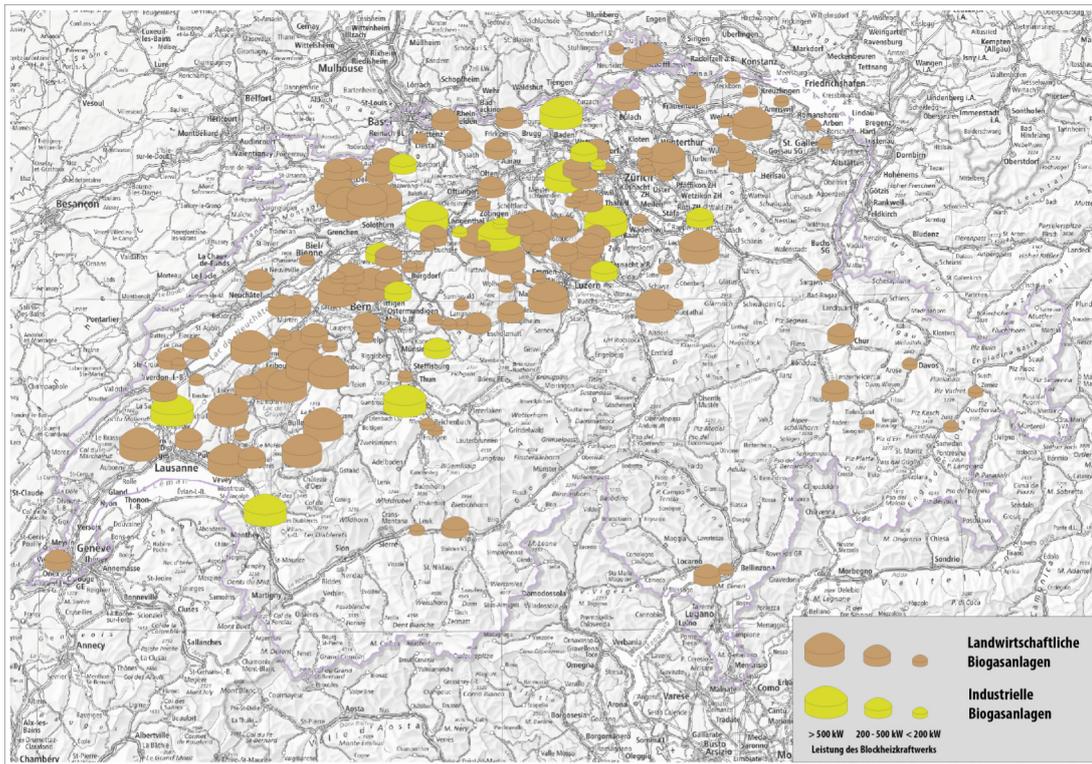
Kleinvieh macht Mist, Grossvieh erst recht: In der Schweiz gibt es rund 1,5 Millionen Rinder und 1,3 Millionen Schweine. Der allergrösste Anteil an Hofdünger fällt in Form von Rinder- und Schweinegülle an. Foto: Florian Rüschi

Fachbeitrag zu den Erkenntnissen aus zwei Forschungsprojekten im Bereich Bioenergie, die vom Bundesamt für Energie unterstützt wurden. Der Beitrag ist unter anderem in der Fachzeitschrift Schweizer Landtechnik (Dezember 2023) erschienen.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE



Darstellung der Biogasanlagen in der Schweiz, die für ihre Stromproduktion von einer Förderung durch die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) profitieren. Illustration: B. Vogel (auf der Basis von map.geo.admin.ch)

In den Geschichten von Jeremias Gotthelf spielen Mist und Gülle eine wichtige Rolle. Ein grosser Misthaufen vor dem Bauernhof steht für wirtschaftliche Kraft und Ansehen in der Gesellschaft. Die tierischen Ausscheidungen sind wertvolle Stoffe, die den Landwirten das Überleben sichern. Der wortgewaltige Berner Schriftsteller beobachtete bei Bauern eine regelrechte Leidenschaft, ihre Höfe mit tadellosen Misthaufen zu schmücken. Manch ein Bauernherz hänge «inniger» an einem reinlichen Misthaufen «als manch Herrenherz an seiner Frau», scherzte Gotthelf.

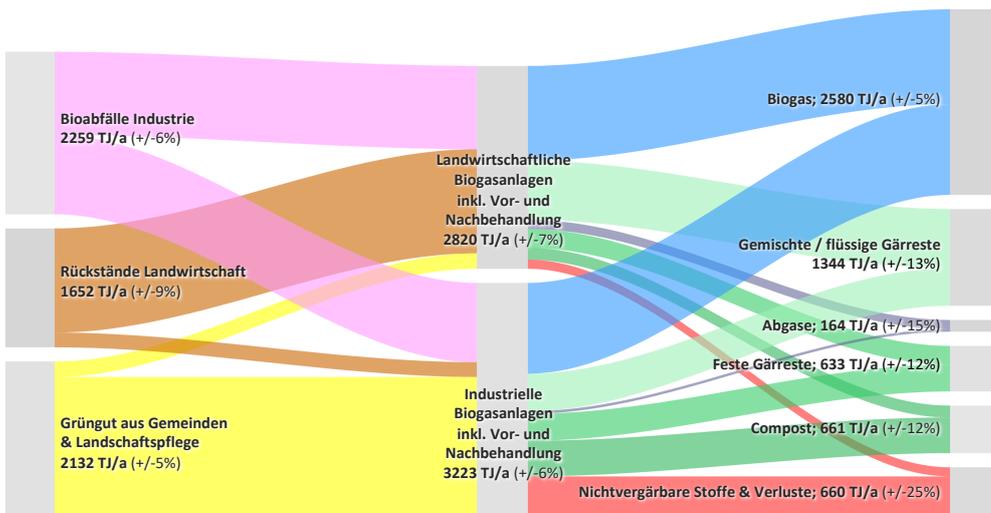


Auch landwirtschaftliche Nebenprodukte wie Pflanzenreste können in Biogasanlagen vergärt werden. Foto: Florian Rüschi

Die Zeiten haben sich geändert. Der Misthaufen ist für viele Menschen in weite Ferne gerückt. Doch in der aktuellen Energiediskussion feiert er eine Renaissance. Mist und Gülle gelten plötzlich wieder als interessante Ressourcen, als Träger von Energie und Nährstoffen. Beide Substrate werden unter dem Begriff «Hofdünger» zusammengefasst. Umweltwissenschaftlerin Gillianne Bowman sagt: «Wir wissen aus früheren Studien, dass Hofdünger insbesondere von Milchkühen ein grosses Potenzial für die energetische Verwertung hat. Während die Ressource Holz heute schon stark genutzt wird, liegt bei Hofdünger ein grosses Potenzial brach, das wegen meist fehlender Wirtschaftlichkeit nur spärlich genutzt wird.»

Energie, aber auch Nährstoffe

In der Schweiz gibt es rund 110 landwirtschaftliche Biogasanlagen, die unter anderem durch die Vergärung von Hofdünger Biogas herstellen und dieses über Blockheizkraftwerke in Strom umwandeln (bei elektrischen Leistungen zwischen 5 und 740 kW). Hinzu kommen rund 35 industrielle Anlagen im Leistungsbereich von mitunter 1000 kW und mehr, die als Ressource für die Biogas-Herstellung Grün- und organische Abfälle aus der Lebensmittelverarbeitung einsetzen. Zusammengefasst verarbeiten diese anaeroben (unter Luftabschluss arbeitenden) Vergärungsanlagen 1.9 Millionen Tonnen Biomasse zu Biogas, aus dem anschliessend Wärme und Strom gewonnen werden kann. Die Gasproduktion ent-



Das Sankey-Diagramm zeigt die Herkunft der Substrate und die darin enthaltene Primärenergie (in Tera-joule/TJ). Gut die Hälfte der Substrate (gemessen am Energieinhalt) wird in den rund 35 industriellen Biogasanlagen vergärt, der Rest in den 110 landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Grafik: Schlussbericht BioCircle

spricht rund 2 % des Schweizer Gasverbrauchs bzw. rein rechnerisch dem Wärmebedarf von 48'000 Einfamilienhäusern (in Wirklichkeit wird ein wesentlicher Teil des Biogases nicht in Wärme, sondern in Strom umgewandelt).

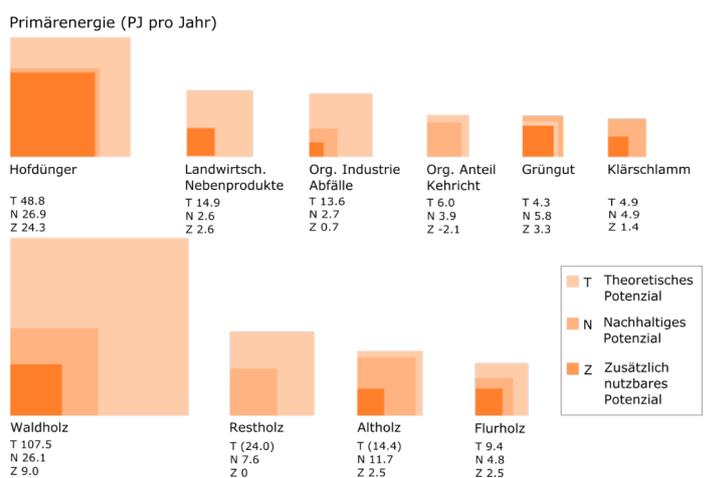
Gillianne Bowman hat nun mit weiteren Expertinnen und Experten der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landwirtschaft (WSL) und des Fachverbands Ökostrom Schweiz untersucht, wie stark sich die Produktion von Biogas weiter steigern liesse, indem gleichzeitig ein Mehrwert – nämlich die Substitution von mineralischem Dünger – geschaffen werden könnte. Neben der Energieproduktion fokussierte die Studie «Biocircle and circular economy» (kurz: BioCircle) auf die Nährstoffe: Die in Biogasanlagen anfallenden Gärreste können nämlich zur Düngung von Agrarflächen herangezogen werden. Bei der Gasproduktion entstehen heute 1.6 Millionen Tonnen Gärreste. Sie enthalten 22'000 Tonnen Nährstoffe in Form von Stickstoff (N), Phosphor (genauer: Phosphorpentoxid/P₂O₅) und Kalium (genauer: Kaliumoxid/K₂O).

Noch ein grosses Potenzial

Die BioCircle-Forscherinnen und -Forscher haben im Zuge der Studie errechnet, dass die Produktion von Energie und Dünger durch landwirtschaftliche und industrielle Biogasanlagen «erheblich» gesteigert werden könnte, wie sie im Schlussbericht ihres Projekts festhalten: «Bis 2050 könnte mindestens die doppelte Menge an Biogas geliefert werden, gleichzeitig könnten erhebliche Mengen an Mineraldünger und Treibhausgas-Emissionen einspart werden. Somit könnte eine verstärkte anaerobe Vergärung von organischen Rückständen und Abfällen die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und

Ressourcenimporten verringern und gleichzeitig die Kreislaufwirtschaft fördern.»

Ein zusätzliches Potenzial, Gärreste als organischen Dünger zu nutzen, besteht insbesondere bei industriellen Biogasanlagen. Viele Substrate, die in solchen Anlagen verwertet werden könnten, werden heute oft nicht in der Landwirtschaft eingesetzt, sondern in Kehrichtverbrennungsanlagen verbrannt oder einfach kompostiert. Das BioCircle-Team hat errechnet, dass mit den Gärresten aus industriellen Biogasanlagen schon heute ein erheblicher Teil des Düngemittelbedarfs der Schweizer Landwirtschaft gedeckt und damit der Import von (in Bergwerken abgebautem oder chemisch hergestell-



Im Jahr 2017 hatte ein Team aus WSL-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftlern das energetische Potenzial unterschiedlicher Biomassen quantifiziert. Die Aufstellung zeigt unter anderem, dass beim Hofdünger ein grosses Potenzial besteht, das insbesondere wegen fehlender Wirtschaftlichkeit bisher kaum genutzt wird. Grafik: WSL



Mobile Anlage zur Auftrennung (Separierung) von Hofdünger in flüssige und feste Bestandteile. Foto: Jean-Louis Hersener

tem) Mineraldünger reduziert wird: Bei Stickstoff werden auf dem Weg 12 % des landesweiten Bedarfs gedeckt, bei Phosphor 21 % und bei Kalium sogar 24 %. Durch den Ausbau industrieller wie auch landwirtschaftlicher Biogasanlagen könnte dieser Anteil in Zukunft markant gesteigert werden, betonen die Autorinnen und Autoren der BioCircle-Studie. Sie verweisen in diesem Zusammenhang auf die steigenden Preise für Mineraldünger. Es sei nicht nur aus ökologischer, sondern auch aus wirtschaftlicher Sicht ratsam, die Vermarktung von Gärresten aus Biogasanlagen zu steigern.

Ungenutzte Energie von Hofdünger

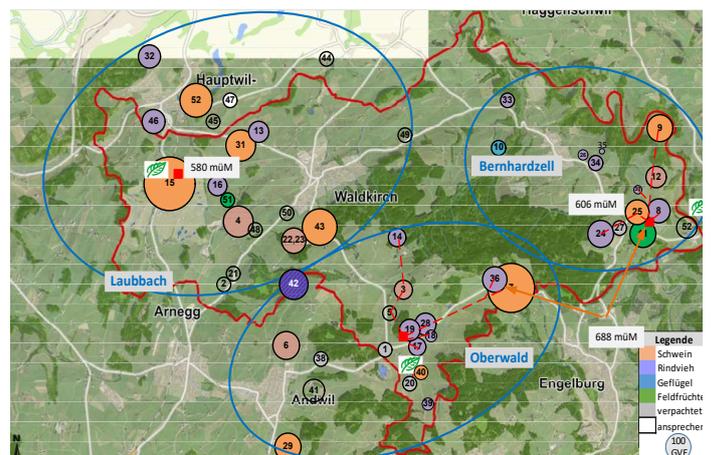
«Nachhaltigkeitsüberlegungen sprechen klar für einen Ausbau der Schweizer Biogas-Produktion», sagt Gillianne Bowman, «allerdings brauchen wir neue Geschäftsmodelle, um die Rentabilität insbesondere kleinerer landwirtschaftlicher Biogasanlagen sicherzustellen.» Bisher werden vom Schweizer Hofdünger erst 3 bis 5 % zu Biogas vergärt. Die geringe Nutzung hat wirtschaftliche Gründe: Zum einen haben Gülle und Mist eine geringe Energiedichte, zum anderen sind die Fermenter landwirtschaftlicher Biogasanlagen im Vergleich zum den erzielten Erträgen vergleichsweise teuer.

Eine bessere Rentabilität ist das Ziel eines zweiten Forschungsprojekts mit dem Namen «Nährstoff- und Energietechnik-Zentrum» (NETZ), das bisher in seiner ersten Stufe (Vorprojekt) umgesetzt wurde. Die Untersuchung wurde von Dr. Hans-Joachim Nägele, Fachgruppenleiter an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Wädenswil (ZH), geleitet. Beteiligt waren ferner die WSL, das Ingenieurbüro Hersener, die LAVEBA-Genossenschaft und die

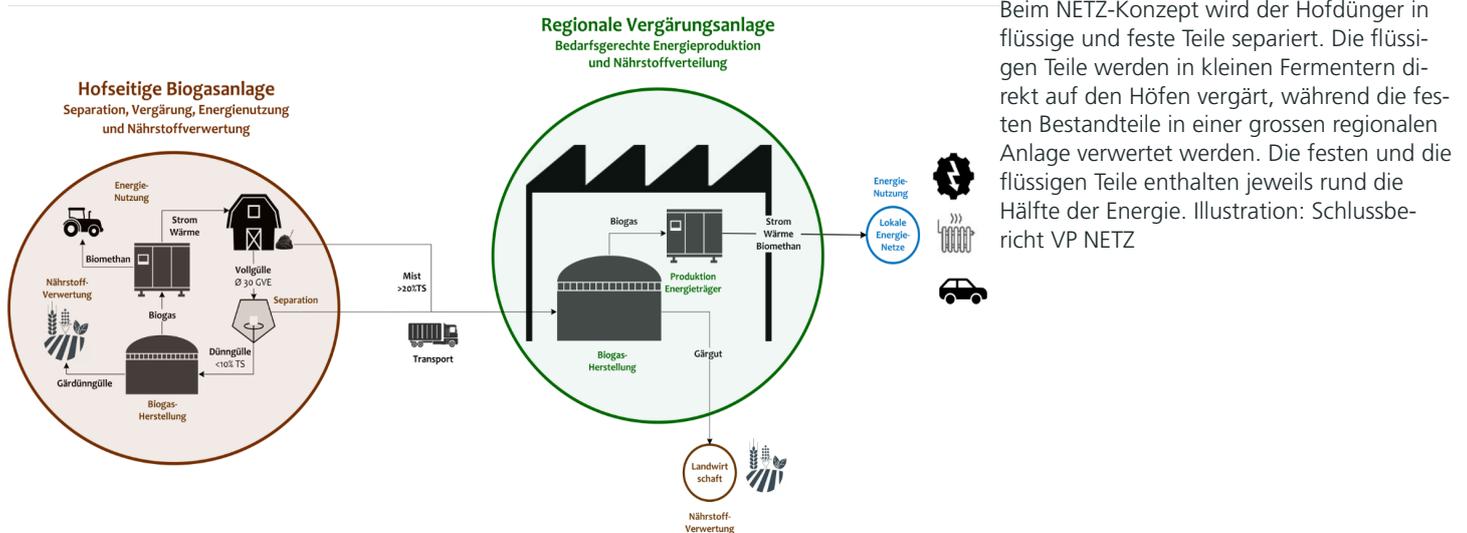
Gregio Energie AG. Das Projekt wurde wie bei Biocircle vom BFE unterstützt.

Trennung in flüssige und feste Stoffe

Die Idee des NETZ-Konzepts: Die landwirtschaftlichen Substrate werden vor der Vergärung im Biogasreaktor in flüssige und feste Komponenten getrennt. Die flüssigen Bestandteile werden anschliessend vor Ort auf dem Bauernhof durch eine sogenannte Nassvergärung in Biogas umgesetzt. Die Feststoffe gelangen in eine regionale Vergärungsanlage und werden dort zusammen mit Feststoffen aus anderen Bauernhöfen vergärt. «Dank der Separierung vermeiden wir Transportkosten, und die zentrale Anlage lässt sich effizienter



Karte der Modellregion Waldkirch (SG). Die Bauernhöfe, in denen Hofdünger oder pflanzliche Biomasse anfällt, sind durch eine Farbscheibe repräsentiert, die Substrattyp und -menge darstellt. Die blauen Ellipsen markieren die drei Gebiete, für die die Wissenschaftler die Möglichkeit einer regionalen Vergärungsanlage für Feststoffe prüften. Illustration: Schlussbericht VP NETZ



Beim NETZ-Konzept wird der Hofdünger in flüssige und feste Teile separiert. Die flüssigen Teile werden in kleinen Fermentern direkt auf den Höfen vergärt, während die festen Bestandteile in einer grossen regionalen Anlage verwertet werden. Die festen und die flüssigen Teile enthalten jeweils rund die Hälfte der Energie. Illustration: Schlussbericht VP NETZ

betreiben», unterstreicht Gillianne Bowman die Vorteile. «Wir erhoffen uns, dass dieses Gesamtsystem wirtschaftlicher ist als eine Ansammlung konventioneller Biogasanlagen.»

Die Vorstudie hat deutlich gemacht, welche Hürden bis zu diesem Ziel zu überwinden sind. Der NETZ-Ansatz wurde in zwei Modellregionen (Waldkirch/SG und Safiental/GR) gedanklich durchgespielt. Hierbei stellte sich heraus, dass sich insbesondere wegen fehlender Bereitschaft der Bauern und wegen planungsrechtlicher Probleme nur ein Teil des energetischen Potenzials des Hofdüngers nutzen liessen (35 % in Waldkirch, 10 % im Safiental). Obwohl das NETZ-Konzept auf dem Reissbrett funktionieren würde und voraussichtlich auch wirtschaftlich betrieben werden könnte, kommt das Studienteam im Schlussbericht des Vorprojekts zu einem ernüchternden Ergebnis: «In naher Zukunft wird in der Region Waldkirch trotz des vorhandenen Biomassepotenzials und des Energie- und Wärmebedarfs voraussichtlich kein Projekt umgesetzt. Die Gründe hierfür sind einerseits Unstimmigkeiten zwischen den Betrieben und andererseits die fehlende Möglichkeit, durch Umzonung einen geeigneten Standort für die regionale Vergärungsanlage zu finden.» In der Region Safiental besteht zumindest Hoffnung auf eine teilweise Umsetzung des NETZ-Konzepts in einer abgespeckten Version (ohne energetische Verwertung der Feststoffe).

Vorzüge mit praktischer Umsetzung demonstrieren

Die beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind vom NETZ-Konzept weiterhin überzeugt. Um der Idee

zum Durchbruch zu verhelfen, müsse in zwei Richtungen gearbeitet werden, betont ZHAW-Wissenschaftler Hans-Joachim Nägele: «Zum einen sind technisch einfache, effiziente und günstige Kleinbiogasanlagen zur Vergärung von flüssigen Substraten zu entwickeln. Zum anderen sollten wir das NETZ-Konzept in einer Pilotregion umsetzen, um die Machbarkeit zu demonstrieren und Aspekte wie Wirtschaftlichkeit, Genehmigungsfähigkeit oder Akzeptanz vertieft zu untersuchen.»

- Der **Schlussbericht** zum Forschungsprojekt «Bioenergy and circular economy – the biogas plant as a hub» ist abrufbar unter: <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=45239>.
- Der **Schlussbericht** zum «Vorprojekt NETZ – Nährstoff- und Energietechnik-Zentrum» ist abrufbar unter: <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=46573>.
- **Auskünfte** zu beiden Projekten erteilt Dr. Sandra Hermle ([sandra.hermle\[at\]bfe.admin.ch](mailto:sandra.hermle[at]bfe.admin.ch)), Leiterin des BFE-Forschungsprogramms Bioenergie.
- Weitere **Fachbeiträge** über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Bioenergie unter www.bfe.admin.ch/ec-bioenergie.