



„Regionale Abfallströme bergen großes Potenzial als künftige Rohstoffquellen.“

Tarek Al-Wazir
Hessischer
Wirtschaftsminister

ALTERNATIVER ABFALL

Neue Technologien, Verfahren, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle werden helfen, die Art und Weise, in der wir produzieren und konsumieren, weiter zu verändern. Bedeutend für eine ressourcenschonende und effiziente Produktion wird zukünftig sein, wie wir mit Abfällen aus der Herstellung und Nutzung von Waren umgehen.

Eine besondere Herausforderung ist die optimale Nutzung stofflicher und energetischer Potenziale von biogenen Stoffströmen. Je nach Zusammensetzung wird Abfall gegenwärtig entweder thermisch verwertet oder endgültig einer Deponielagerung zugeführt. Damit wird sein Gehalt an Wertstoffen für neue Produktlebenszyklen bei weitem nicht ausgeschöpft.

Angestrebt wird die Entwicklung der sogenannten Kreislaufwirtschaft, die das Potenzial einer Ressource optimal ausschöpft. Dabei gilt: alle Rohstoffe oder daraus hergestellte Produkte müssen so lange, so häufig und so effizient wie möglich genutzt werden. Im Anschluss an ihr Produktlebensende müssen alle Rohstoffe über einen Recyclingprozess der Wertschöpfungskette wieder zugeführt werden. In Zukunft wird es dabei vor allem auf das Schließen von Stoffkreisläufen und die Verwertung von bisher ungenutzten Reststoffen ankommen.

Die vorgestellten Anwendungsbeispiele verdeutlichen den zukünftigen Einsatz innovativer Konversionstechnologien. Sie werden dank der lokalen Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte in Hessen unter technischen und wirtschaftlichen Kriterien weiterentwickelt.

VORWORT

Sehr geehrte Damen und Herren,

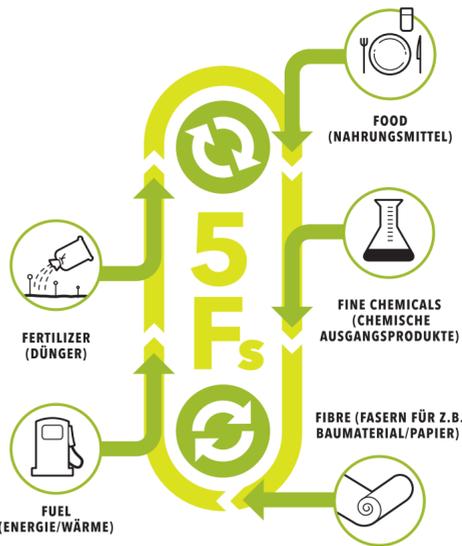
nachwachsende Rohstoffe und ressourcenschonende Verfahren sind die Antwort auf Herausforderungen wie die Klimaerwärmung und die Endlichkeit fossiler Brennstoffe. Der Übergang zu einer solchen Bioökonomie wird ganze Wertschöpfungsketten und Industriebranchen tiefgreifend verändern. Dieser Wandel birgt Chancen – gerade für ein Technologie- und Innovationsland wie Hessen. Die Landesregierung leistet ihren Beitrag, um Biotechnologie-Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu vernetzen und damit Innovationen zu fördern.

Großes Potenzial als künftige Rohstoffquellen versprechen regionale Abfallströme – diese Broschüre zeigt Ihnen Beispiele, wie daraus intelligente Verwertungskreisläufe werden können. Hessen als traditionell starker Chemie- und Pharmastandort hat alle Voraussetzungen, sich diese Potenziale zu erschließen.

Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.

Tarek Al-Wazir

Tarek Al-Wazir
Hessischer Minister für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Wohnen

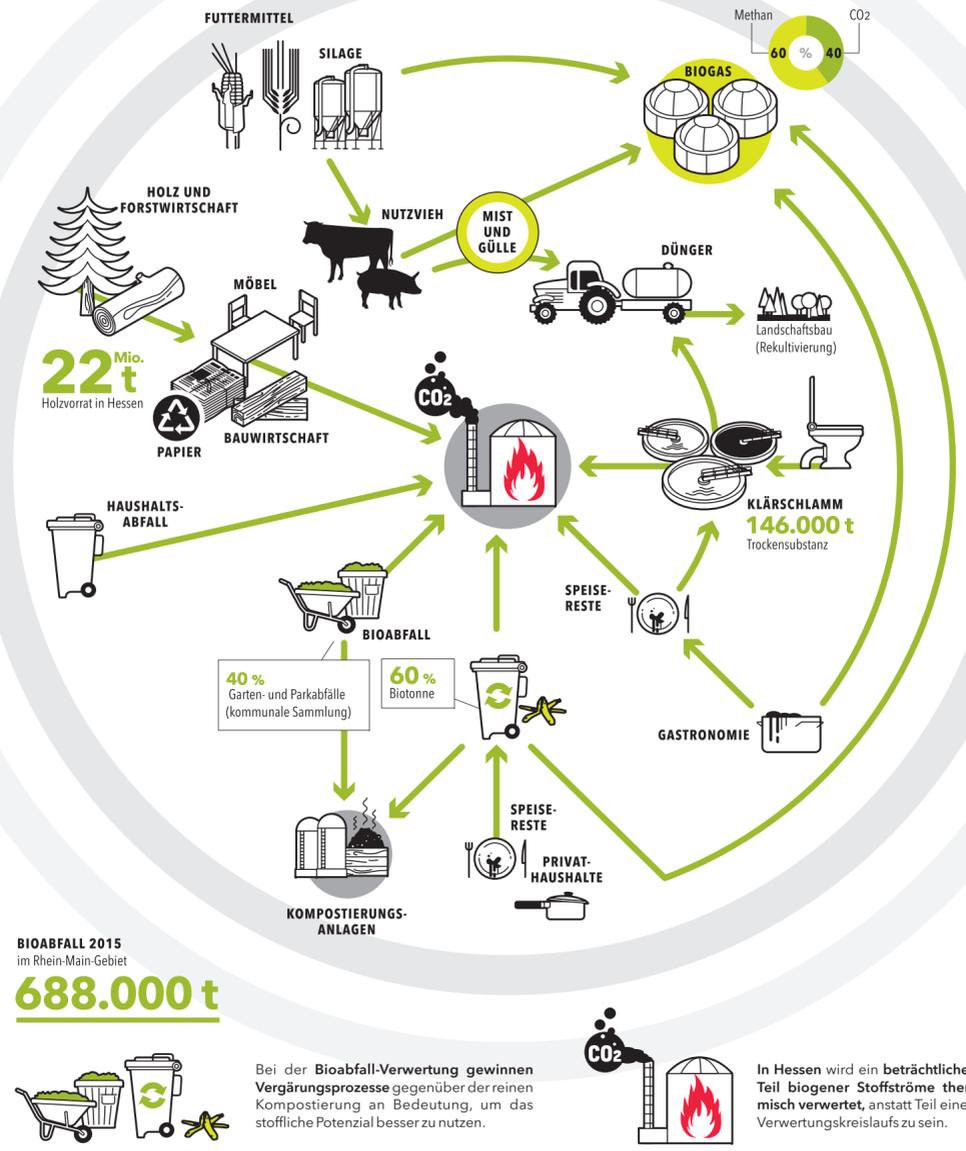


ABFALLVERWERTUNG IM KREISLAUFMODELL

Aus dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft folgt, dass auch biobasierte Ressourcen in einer Wertschöpfungskaskade genutzt werden. Dieses Kaskadenmodell wird international als die 5F-Kaskade* bezeichnet: Food (Lebensmittel), Fine Chemicals (chem. Ausgangsprodukte), Fiber (Fasern für z. B. Baumaterial/Papier), Fuel (Energie/Wärme) und Fertilizer (Dünger).

Daraus wird deutlich: **Unsere erste Priorität gilt der Erzeugung von Nahrung**, dann der Nutzung des Rohstoffs in verschiedenen Stufen der Verwertung und an letzter Stelle der Rückführung als Dünger für neue Lebensmittel. Dabei sollen die Stoffe fließend von höheren in niedrigere Wertschöpfungsniveaus übergehen und am Ende des Kreislaufs wieder der Nahrungsmittelproduktion dienen, um damit einen geschlossenen biologischen Kreislauf zu bilden.

BIOGENE STOFFSTRÖME IM RHEIN-MAIN-GEBIET



BIOABFALL 2015
im Rhein-Main-Gebiet
688.000 t

Bei der Bioabfall-Verwertung gewinnen Vergärungsprozesse gegenüber der reinen Kompostierung an Bedeutung, um das stoffliche Potenzial besser zu nutzen.

In Hessen wird ein beträchtlicher Teil biogener Stoffströme thermisch verwertet, anstatt Teil eines Verwertungskreislaufs zu sein.

BIOÖKONOMISCHE ZUKUNFT

Das Aufkommen biogener Rest- und Seitenströme im Rhein-Main-Gebiet bietet eine Vielzahl von Ansatzpunkten für die Einführung von Nutzungskaskaden. Die beispielhaft vorgestellten Konversionstechnologien sind für die Metropolregion Rhein-Main besonders vielversprechend aufgrund der lokalen Verfügbarkeit biobasierter Stoffströme, der Umsetzbarkeit der stofflichen Verwertung und ihres wirtschaftlichen Potenzials. An lokalen Forschungsstandorten werden durch Demonstrations- und Pilotanlagen sowohl die stoffliche Verwertung als auch das wirtschaftliche Potenzial der biogenen Stoffströme im Rhein-Main-Gebiet erschlossen.

Neue Technologien befinden sich ökonomisch in Konkurrenz zu etablierten Herstellungsverfahren auf Basis fossiler bzw. pflanzlicher Roh- und Faserstoffe. Die Erzeugung von Biopolymeren, der Einsatz von Insekten, die Klärschlammverwertung und die biotechnologischen Verfahren zur Edelmetallrückgewinnung aus Abfallströmen gelten jedoch als besonders aussichtsreich.

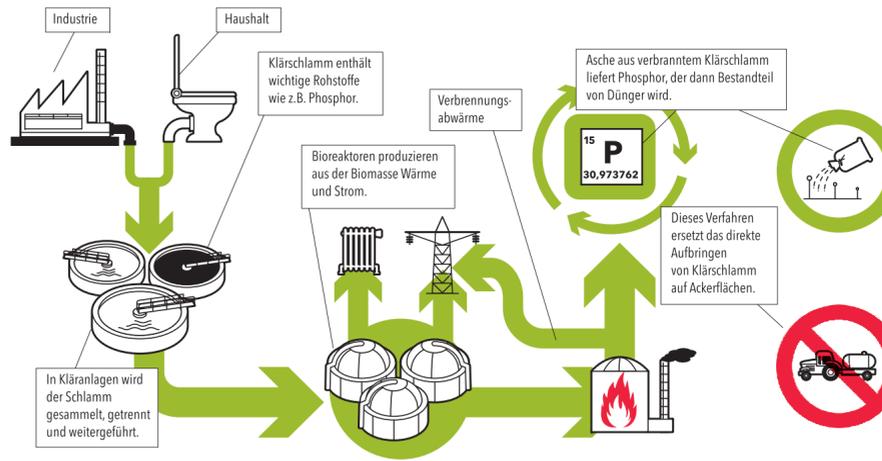
2 INSEKTEN-BIOTECHNOLOGIE

Insekten sind eine sehr effiziente Bioressource für Anwendungen in der Medizin, im Pflanzenschutz oder der Industrie. Mit einem enormen Repertoire an Mechanismen schützen sie sich vor Krankheitserregern und erschließen nahezu jedes Substrat als Nahrung. Dank Insekten wird organischer Abfall zu einer Quelle hochwertiger Proteine und Lipide. Insekten haben damit in Zukunft wahrscheinlich auch eine größere Bedeutung für die Ernährung der Weltbevölkerung, entweder indirekt als Tierfutter oder direkt als Proteinquelle für den Menschen.

Intensive Untersuchungen zur Insektenbiotechnologie haben gezeigt, dass Insekten antimikrobielle Wirkstoffe produzieren, die völlig neue Wirkmechanismen für die Entwicklung innovativer Medikamente ermöglichen. Damit ließen sich zeitnah die Zugabe von Antibiotika im Tierfutter reduzieren und zukünftig neue Medikamente entwickeln. Zudem können Insektenproteine die nicht-toxische Basis für Wundpflaster oder zur Verkapselung von Stammzellen liefern. Auch Pilze sind ein vergleichbarer Wirkstofflieferant und eine Quelle hochwertiger Proteine. Damit eignen sie sich ebenfalls für einen stärkeren Einsatz im Bereich Tierfutter oder als alternative Proteinquelle für Lebensmittel.

3 KLÄRSCHLAMM-VERWERTUNG

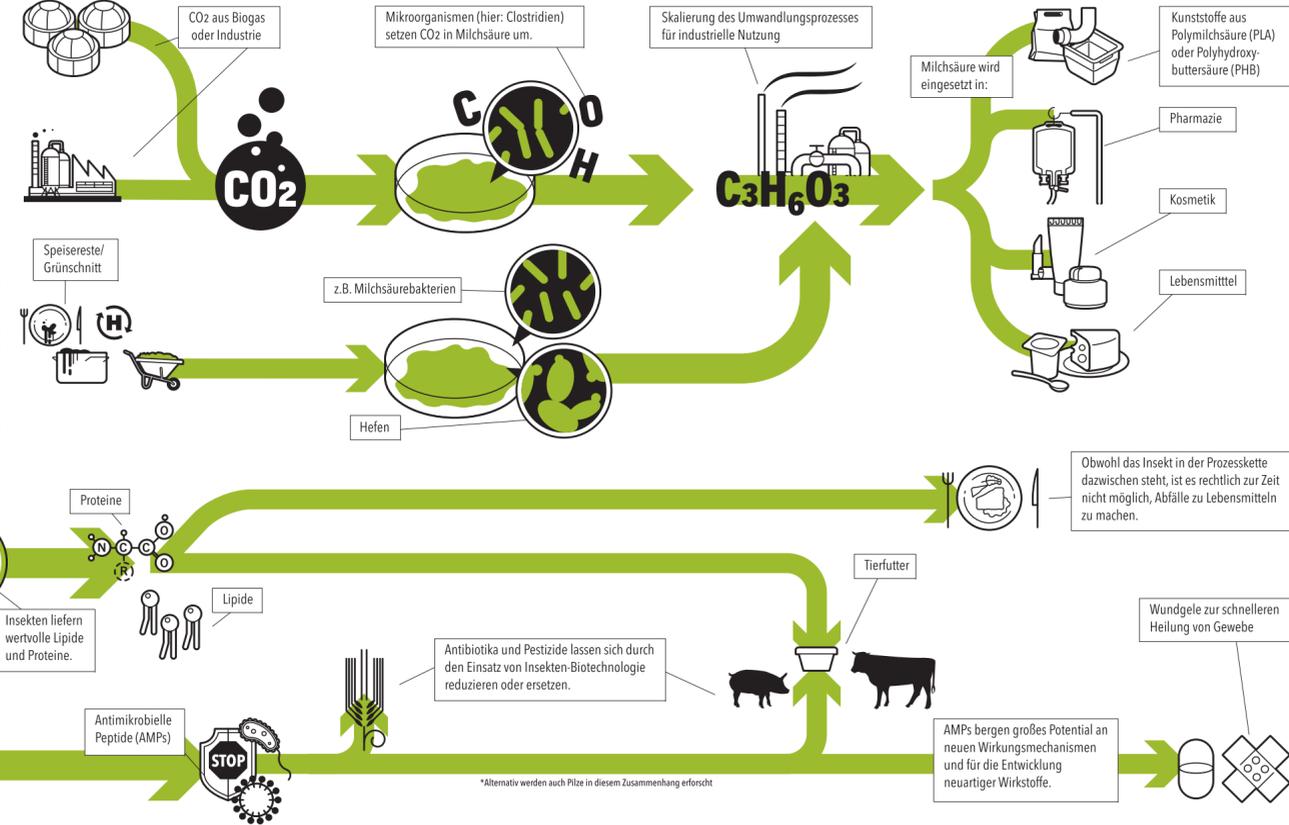
Zwei Drittel des kommunalen Klärschlamm Aufkommens werden thermisch verwertet, ein Drittel kommt in der Bodenkultivierung zum Einsatz. Klärschlamm wird in der Landwirtschaft nach einer Kompostierung und Anreicherung mit anderen Stoffen als Düngemittel eingesetzt. Aufgrund seiner Schadstoff- und Schwermetallbelastung schränkt die Klärschlammverordnung von 2017 seine bodenbezogene Nutzung zukünftig ein. Je nach Größe haben Kläranlagenbetreiber zwischen zwölf und fünfzehn Jahre Zeit für die Umsetzung. Für die Klärschlammmasche wird eine Rückgewinnungsquote von 80 Prozent angestrebt, für den wässrigen Klärschlamm 50 Prozent. Aktuell großtechnisch eingesetzte Verfahren erzielen Quoten von 25-30 Prozent. Es besteht ein erhöhter Handlungs- und Forschungsbedarf nach alternativen Verwertungswegen, wie beispielsweise hydrothermale Karbonisierung oder Verfahren zum Phosphorrecycling.



1 VOM KOHLENDIOXID ZUM BIOPLASTIK

Kohlendioxid (CO₂) gilt als klimaschädliches Treibhausgas. Wird jedoch CO₂ aus der Herstellung von Materialien oder Chemikalien direkt wiederverwertet, ließe sich der Treibhauseffekt minimieren und der Stoffkreislauf für CO₂ schließen. Besonders effektiv ist hier der Einsatz von Mikroorganismen. Ein Beispiel ist die Erzeugung von Milchsäure aus Abgasströmen mit Clostridien. Diese Bakterien können ohne Sauerstoff überleben und das CO₂ biochemisch umwandeln. Die biobasierte Milchsäure wird von der weiterverarbeitenden Industrie als Basis für Kunststoffpolymere von Verpackungsmaterialien oder als Ausgangsmaterial für Kosmetika, Lebensmittel und Pharmazeutika genutzt.

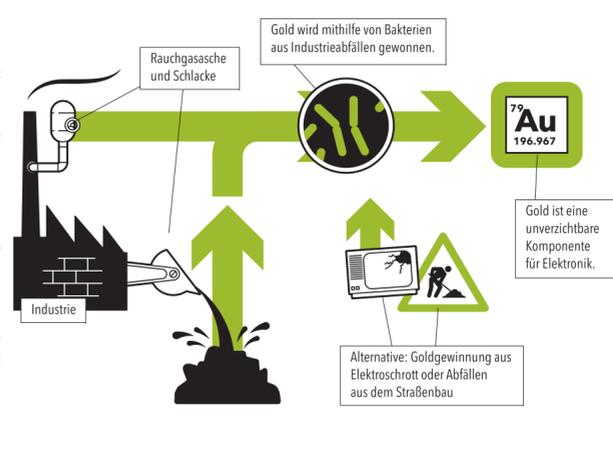
Eine weitere Möglichkeit biobasierte Milchsäure zu produzieren, ist die direkte Verwertung von Speiseresten und Biomüll durch Mikroorganismen. Hier eignen sich verschiedene Bakterien und Hefen, die bereits heute biotechnologisch verwendet werden. Doch statt der heute genutzten stärkehaltigen Nutzpflanzen lassen sich in Zukunft nachhaltigere biogene Abfälle für die Produktion nutzen.



*Alternativ werden auch Pilze in diesem Zusammenhang erforscht

4 EDELMETALLE AUS ABFALL

Konventionelles Edelmetall-Recycling ist mit hohem Energieaufwand, aber auch dem Einsatz und der Freisetzung von giftigen Chemikalien verbunden. Die Forschung und Entwicklung umfasst derzeit beispielsweise Mikroorganismen, mit denen besonders problematische Schadstoffe aus Klärwässern oder Rauchgasen entfernt werden. Dazu gehören wiederum Bakterien, die Kohlendioxid stofflich verwerten, ebenso wie solche, die im grünen Bergbau („Green Mining“) umweltschonend Seltene Erden oder Edelmetalle wie Gold oder Silber extrahieren, die in der High-Tech-Industrie dringend benötigt werden. Von ökonomischem Interesse ist beispielsweise die Einschätzung, dass der Gold- und Silbergehalt auf Computerplatinen bis zu 200 Mal höher ist als der natürliche Erzgehalt. Auch Baumaterialien und Abfälle aus dem Straßenbau bergen wahre Edelmetallschätze. Biotechnologisches Edelmetall-Recycling wird einen entscheidenden Beitrag für die nachhaltige Nutzung von Metallen leisten.



*Quelle: OECD: Industrial Biotechnology and Climate Change, 2011, S. 16