

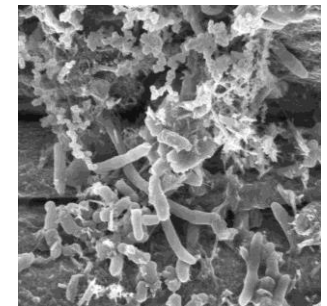
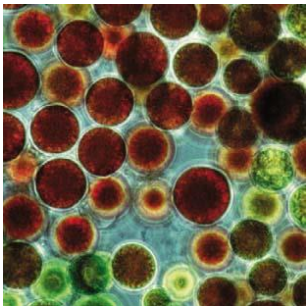
---

# Bioenergiepotenzial organischer Reststoffe – Biogasproduktion und Verwertungsstrategien

---

Dr.-Ing. Ursula Schließmann  
Fraunhofer IGB, Stuttgart

[ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de](mailto:ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de)



1. Hammer Bioenergietage, 20.7.2015, Hamm

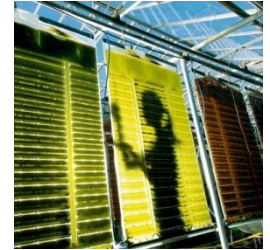
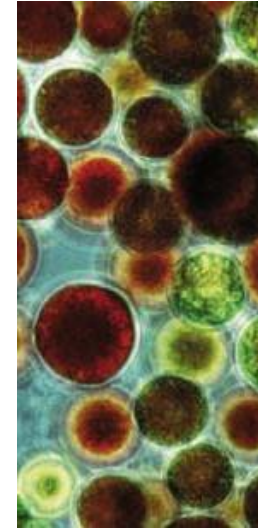
# Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB

- 1953 gegründet
- Seit 1969 am Standort Stuttgart, seit 1976 Fraunhofer IGB
- > 300 Mitarbeiter
- Budget 2014 von 21 Mio €
- Ca. 7200 m<sup>2</sup> Labore, Technika, Büroräume



# Umweltbiotechnologie und Bioverfahrenstechnik

- Abwasserreinigung und nachhaltiges urbanes Wassermanagement
- Stofflich-energetische Verwertung von organischen Roh-, Rest- und Abfallstoffen
- Rückgewinnung anorganischer Bestandteile aus Abwasser als Mineraldünger
- Algenproduktion im Photobioreaktor zur Produktion von Wertstoffen aus Mikroalgen
- Prozessentwicklung inklusive Scale-up und Downstream-Processing für biobasierte Produkte
- Grenzflächenmikrobiologie





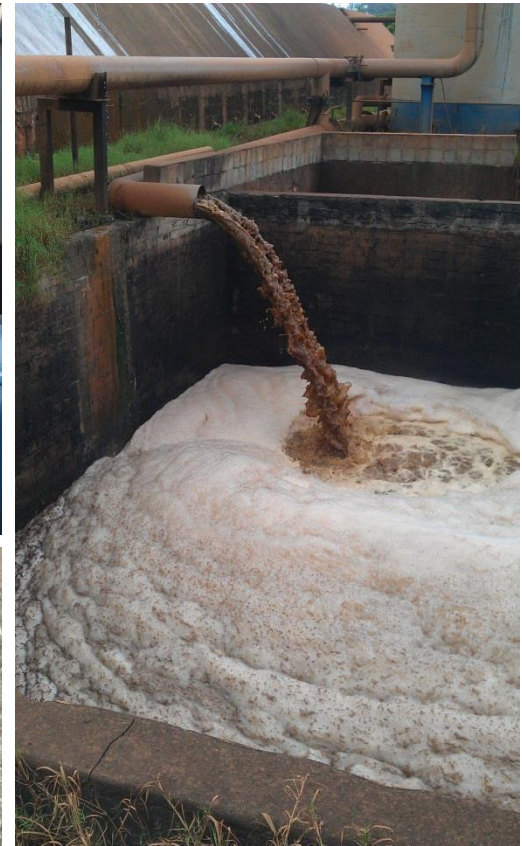
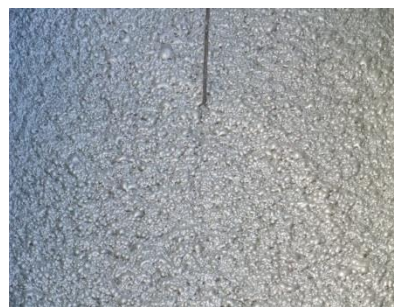
# Organische Quellen für die Produktion von Biogas

## ■ Feststoffe

- Organische kommunale Abfälle
- Organische industrielle Rückstände/Abfälle
- Landwirtschaftliche Reststoffe
- Nachwachsende Rohstoffe/Energiepflanzen

## ■ Flüssigkeiten

- Kommunales Abwasser
- Industrieabwasser
- Gülle



# Qualität von Biogas in Abhängigkeit vom Substrat

Stoff	$I_{\text{Gas}}/\text{kg}_{\text{SS}}$	Methangehalt [%]	Heizwert [ $\text{kWh}/\text{m}^3$ ]
Kohlenhydrate	700 – 830	50 – 55	5,0 – 5,5
Proteine	700 – 900	70 – 75	7,0 – 7,5
Fett	1.000 – 1.400	68 – 73	6,8 – 7,3
Organischer Müll	350 – 500	55 – 68	5,5 – 6,8
Nachwachsende Rohstoffe	500 – 700	50 – 62	5,0 – 6,2

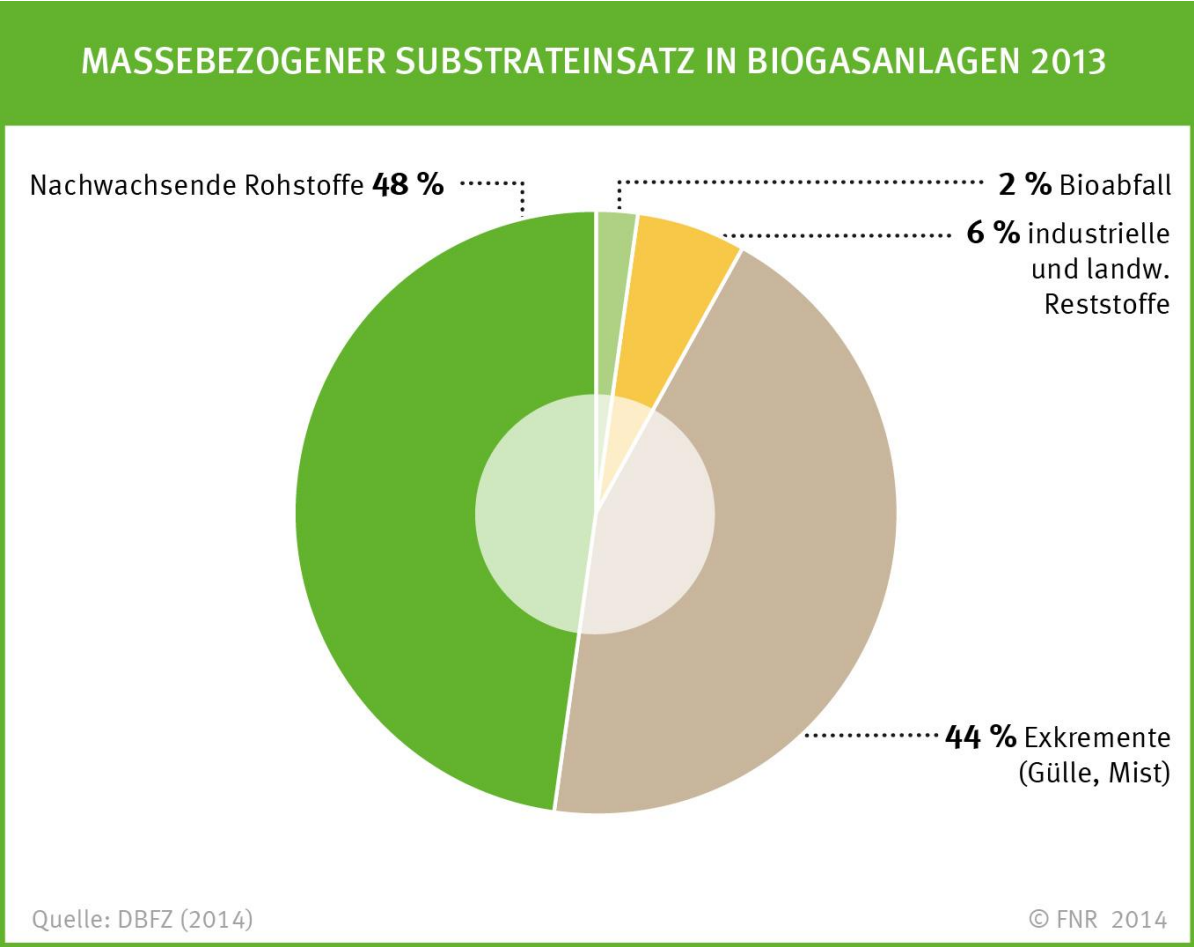
# Nutzung von Biogas

- Verbrennung (thermische Nutzung)
- Kraft-Wärme-Kopplung (Strom und Wärme)
- Reinigung zu Methan (Erdgas, Biomethan)
  - **Kraftstoff für Fahrzeuge**
  - Einspeisung ins Erdgasnetz
  - Brennstoffzellen
- Biomethan kann Erdgas direkt ersetzen
- Biogas wird kontinuierlich produziert
- Biogas ist speicherbar und sowohl grund- als auch spitzenlastfähig

# Projektbeispiele und Rahmenbedingungen für die Produktion und Nutzung von Biogas

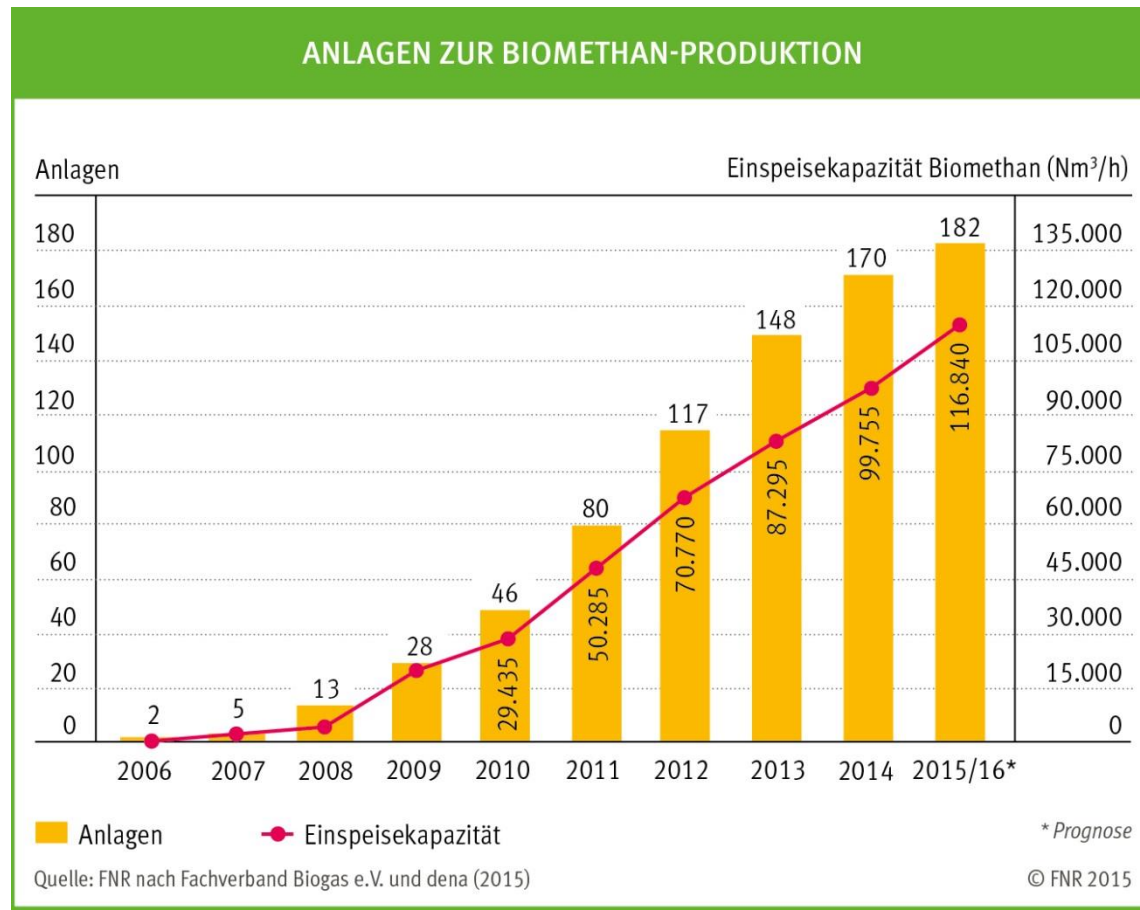
- In Deutschland
- In Europa
- International

# Substrate für Biogasanlagen

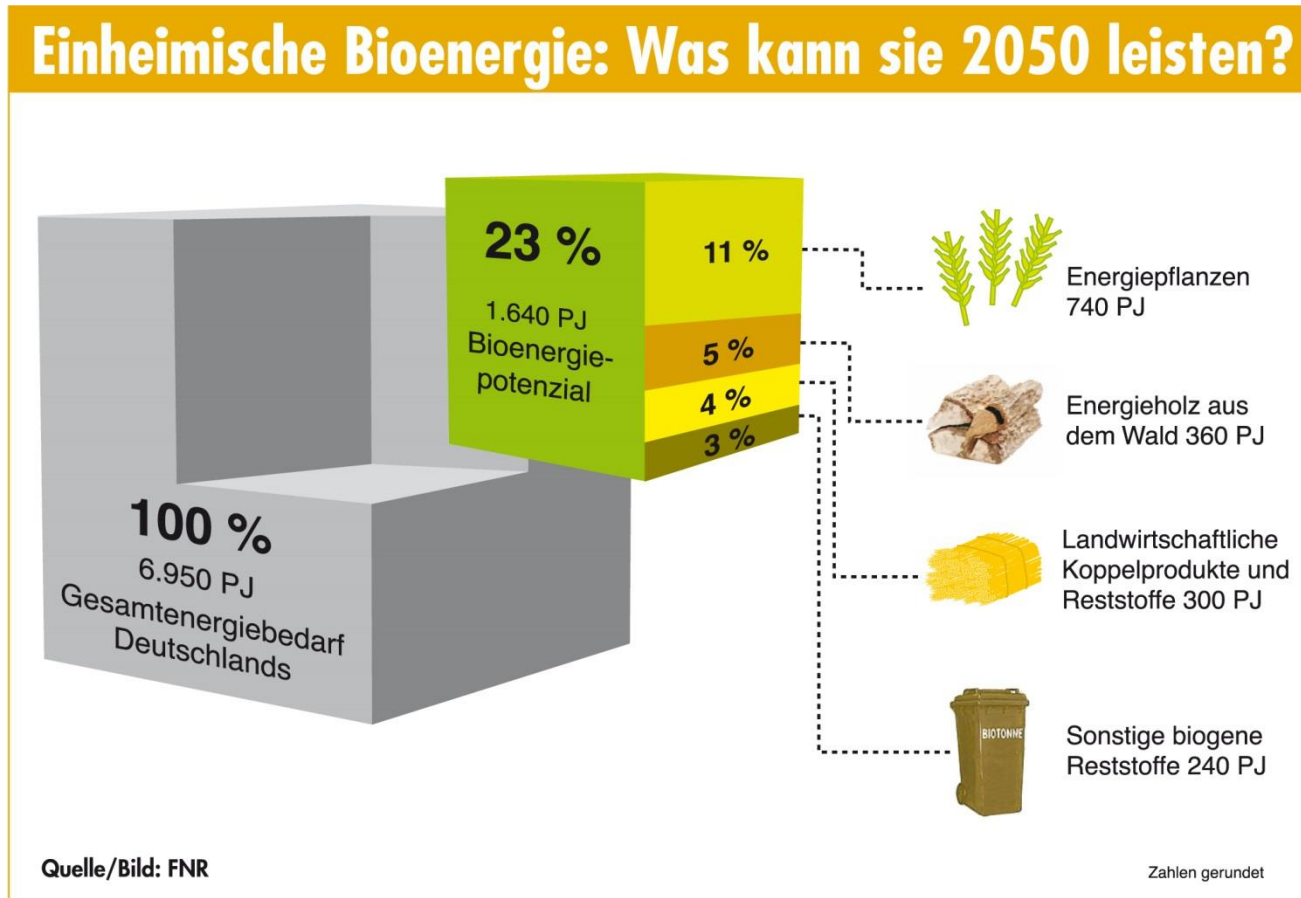




# Biomethanproduktion in Biogasanlagen in Deutschland



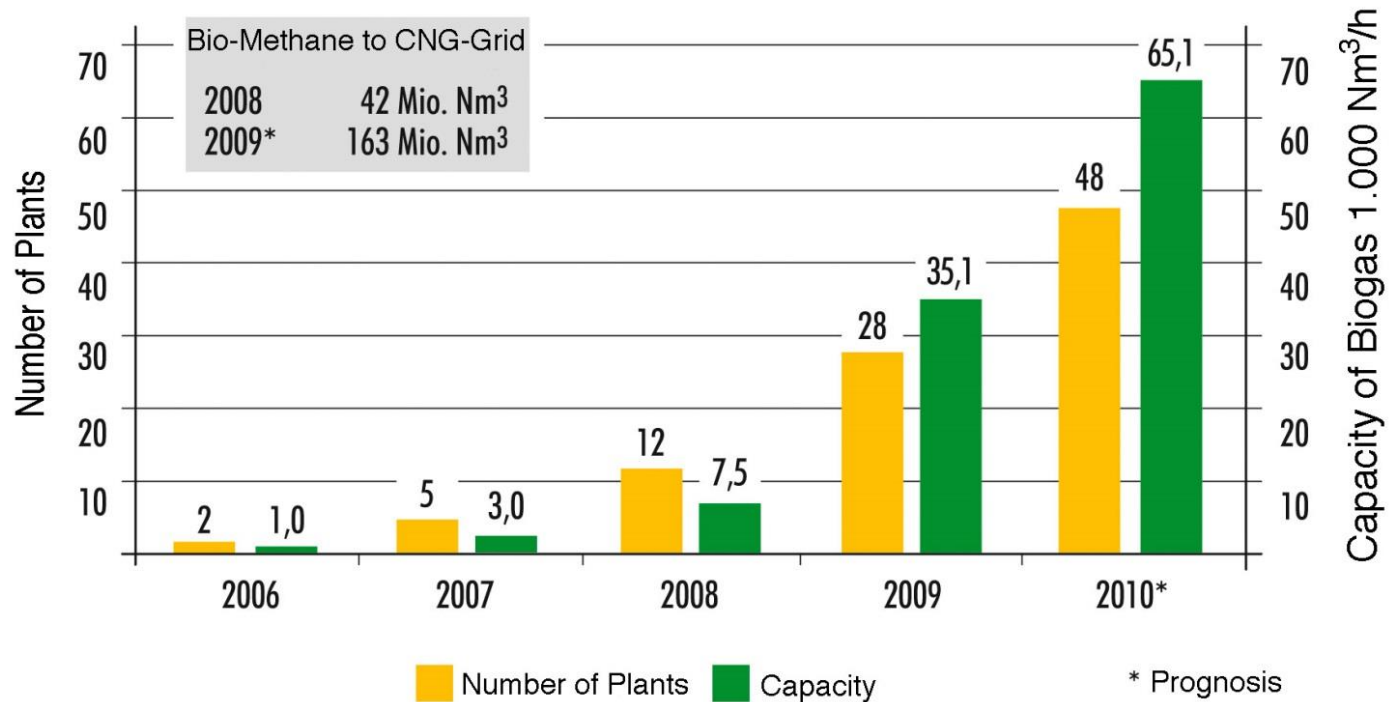
# Bioenergiepotenzial in Deutschland - 2050



# Nationale Strategien

- Juni 2013:  
Verabschiedung der neuen Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung
- U.a. Steigerung der CO<sub>2</sub>-Effizienz im Straßenverkehr
- Im Vergleich zu Benzin zeichnet sich Erdgas (CNG) durch eine Emissionsminderung von bis zu 24 Prozent (well-to-wheel) aus. Bei einem Beimischungsanteil von 20 Prozent Biomethan – wie im Jahr 2013 in Deutschland der Fall – erhöht sich das Treibhausgas-Minderungspotenzial auf 39 Prozent. Wird reines Biomethan getankt, verringern sich die Emissionen um bis zu 97 Prozent [dena 2011]
- Empfehlung: Einheitliche Preisauszeichnung für alle Kraftstoffoptionen an Tankstellen
- Erdgasnetz in Deutschland: 475.000 Kilometer Rohrleitungsnetz, 48 unterirdische Speicher
- Anzahl an Erdgastankstellen soll bis 2020 auf 1.300 erhöht werden

# Einspeisung von Biomethan in das deutsche CNG-Netz

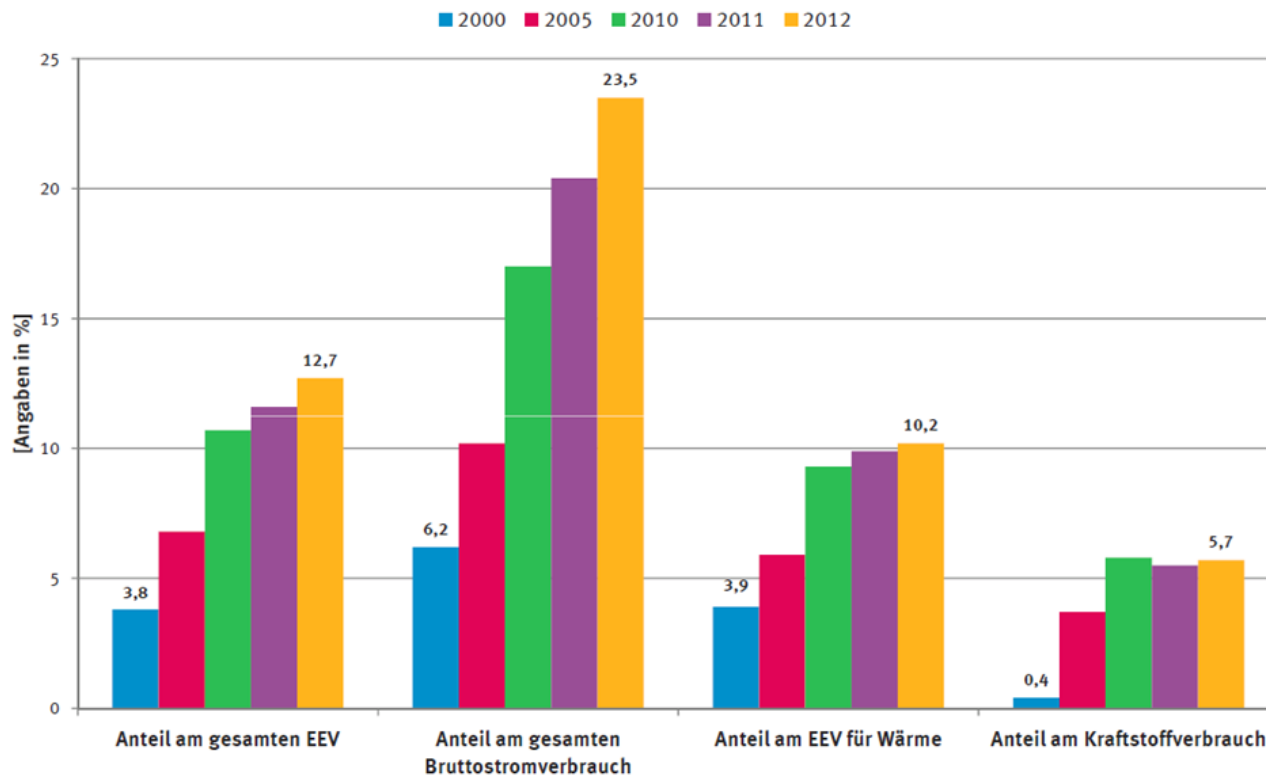


Sources: Fachverband Biogas, Bundesnetzagentur

# Nutzung von Biomethan als Kraftstoff in Deutschland

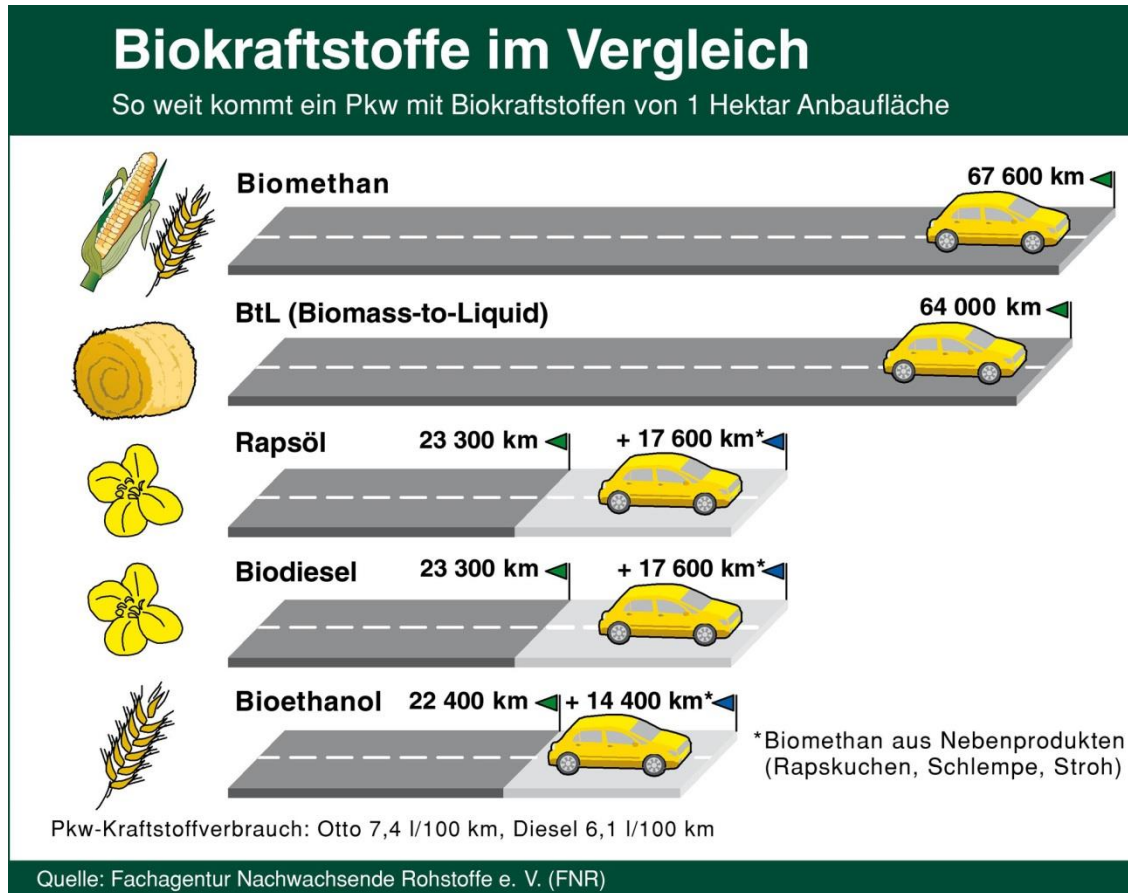
Bilanziertes Biomethan: 0,35 TWh

## Anteile erneuerbarer Energien an der Endenergiebereitstellung in Deutschland



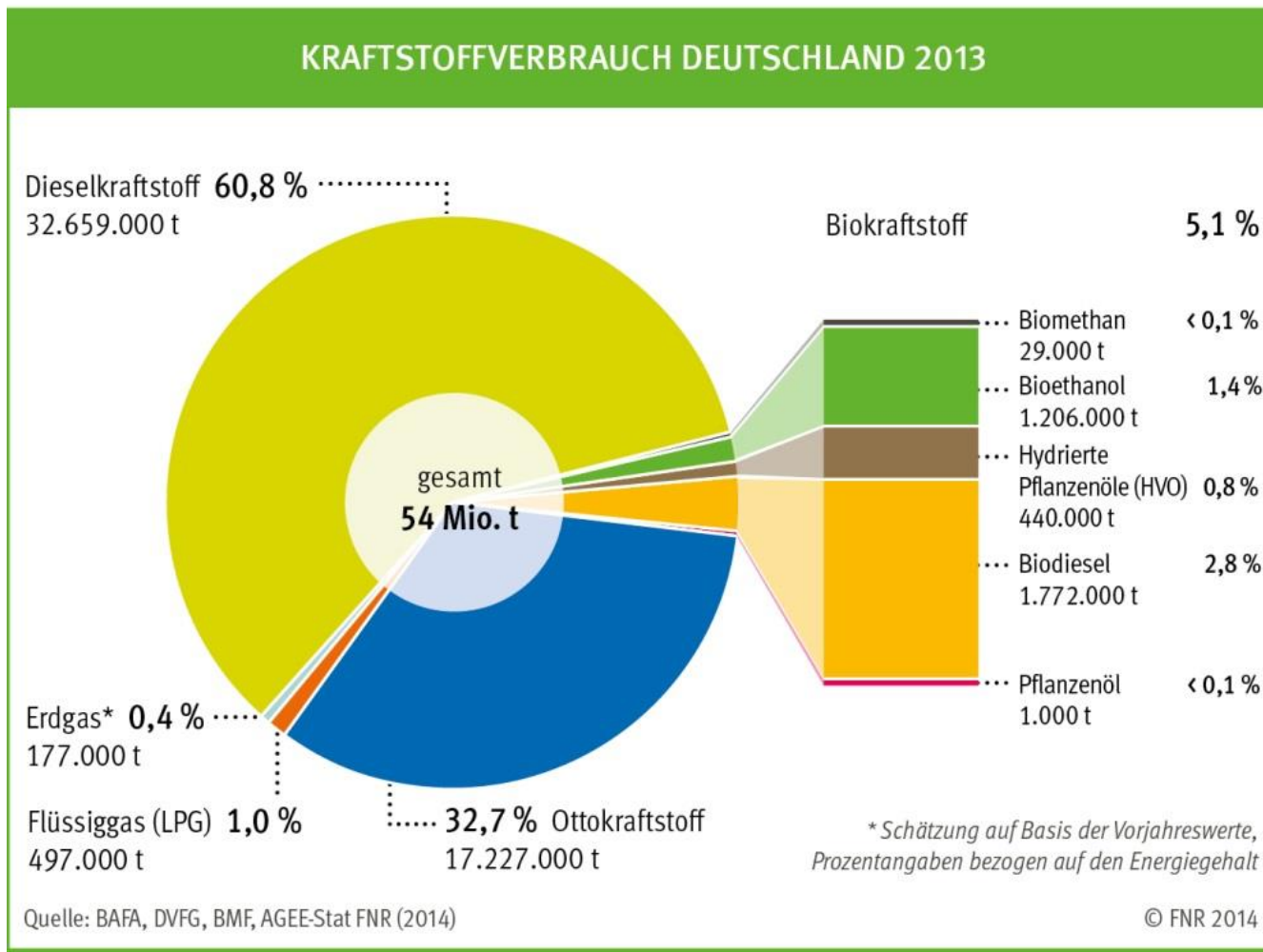
Quelle: AGEE-Stat; Stand: Juli 2013

# Biokraftstoffe - Reichweiten

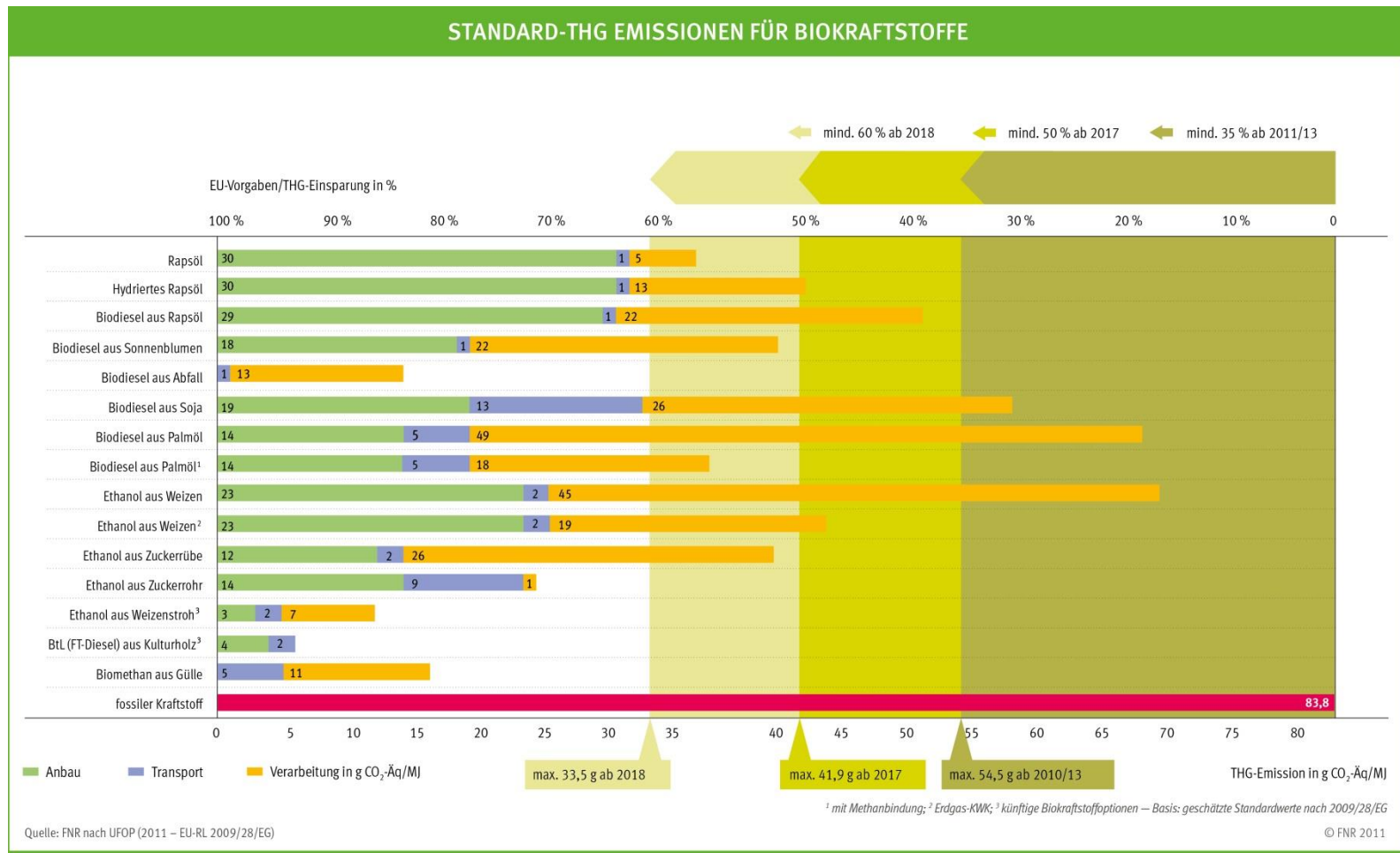




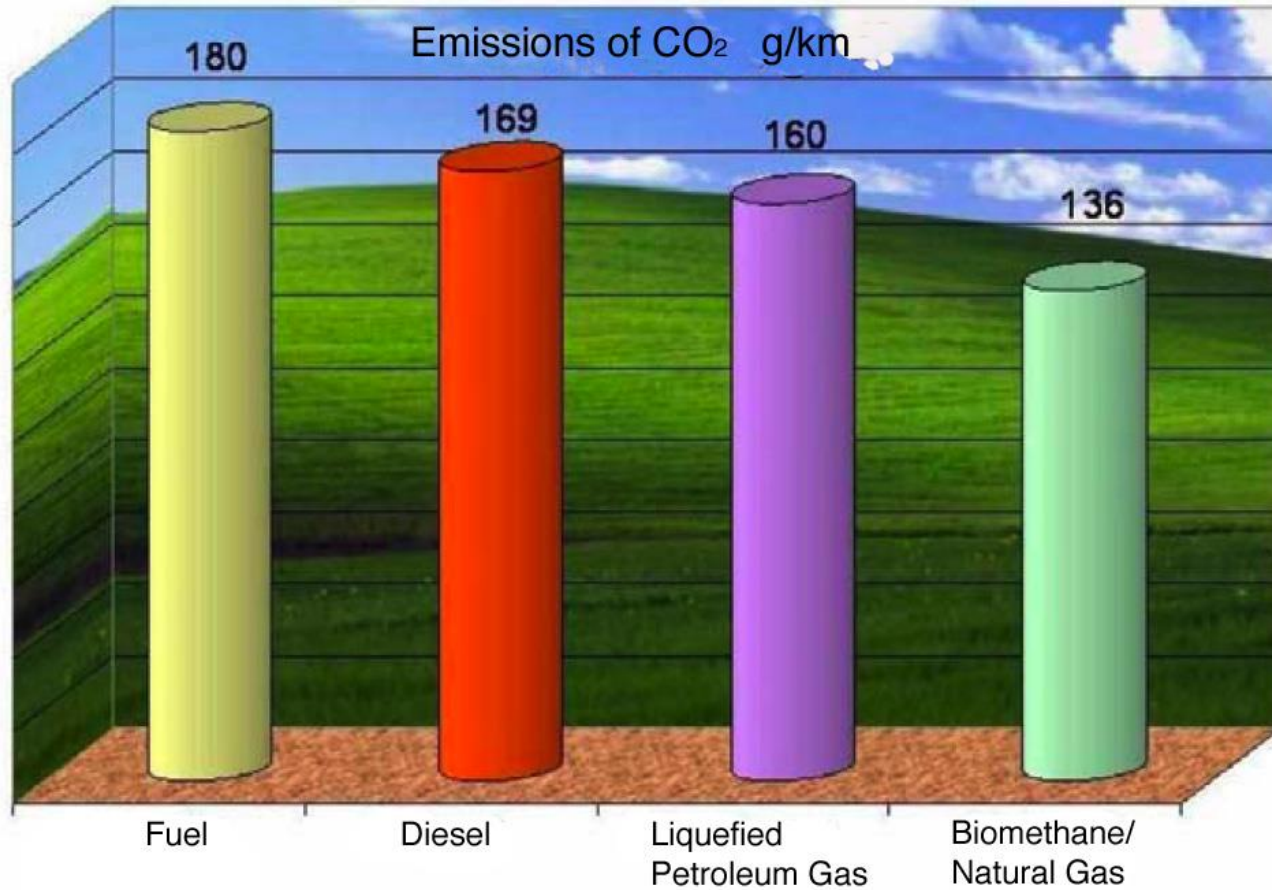
# Kraftstoffverbrauch in Deutschland



# Standard-THG Emissionen für Biokraftstoffe



# CO<sub>2</sub> – Emissionen für verschiedene Treibstoffe



Source: Hammer&Straub

# Nutzung von Biomethan als Kraftstoff in Deutschland

- Über 70% der CO<sub>2</sub>-Emissionen werden durch den Verkehrssektor verursacht

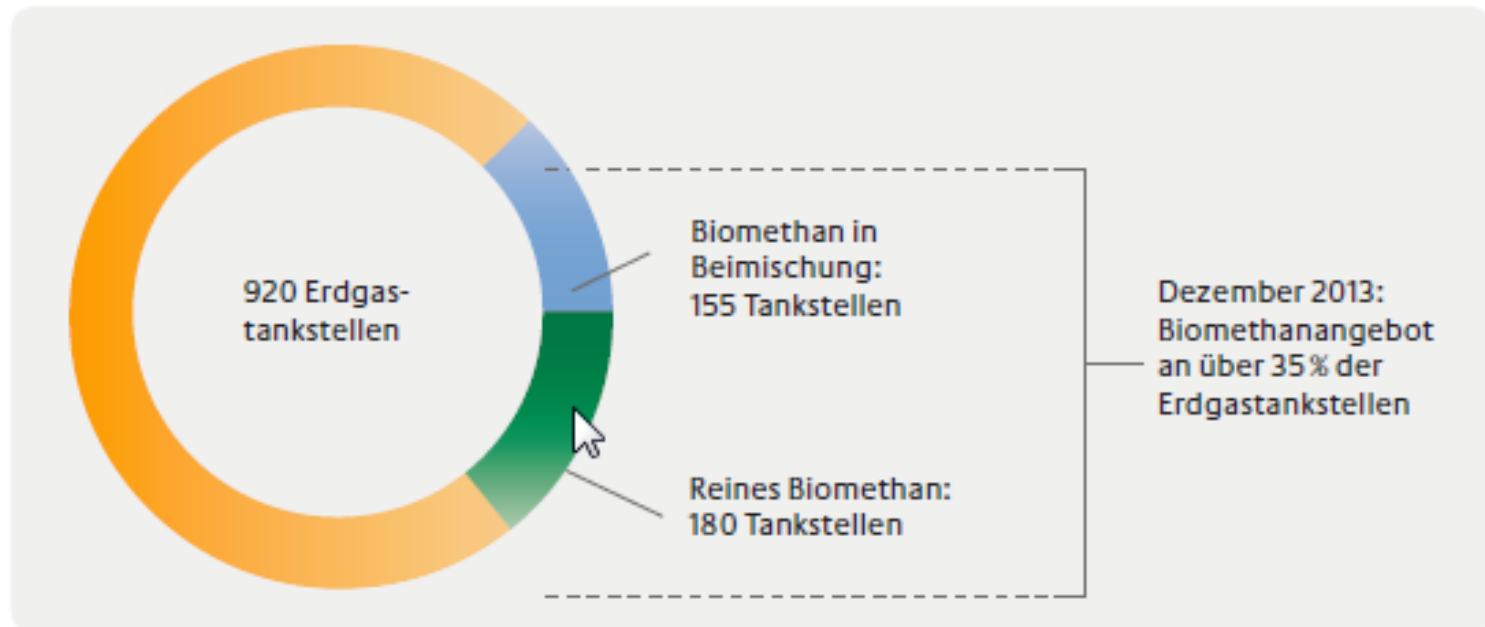


Abb. 21: Biomethanangebot an Erdgastankstellen [erdgas mobil 2013].

# Vorteile von Biomethan als Kraftstoff

Biomethan wird als der sauberste momentan verfügbare Kraftstoff betrachtet. Der besondere Vorteil liegt in seiner neutralen CO<sub>2</sub>-Bilanz – die Verbrennung von Biomethan erzeugt nahezu kein neues THG.

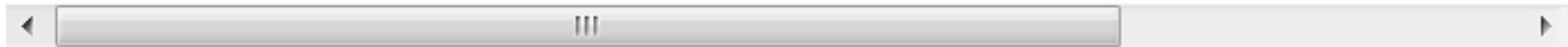
- Verminderung der NO<sub>x</sub>-Emissionen
- Verminderung der CO-Emissionen
- Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Verminderung der Kohlenwasserstoff-Emissionen
- Verminderung der Partikel (Feinstaub)
- Verminderung der Lärmemissionen

# Nutzung von Biomethan als Kraftstoff außerhalb Deutschlands

## z. B. Biogasproduktion in Schweden

Substrate für die Biogasproduktion (2012) 1)

Anlagentyp 2)	Essensreste	Klärschlamm	Dünger	Abfälle der Lebensmittelindustrie	Schlachtabfälle einschließlich Belebtschlamm
.Kläranlage	59.310	5.982.878	0	60.675	0
.Co-Vergärungsanlage	185.540	0	222.532	217.150	102.348
.Landwirtschaftliche Anlage	0	0	231.125	2.925	8.160
Insgesamt	244.850	5.982.878	453.657	280.750	110.508



1) in t Nassgewicht; 2) keine Angaben zu Industrieanlagen vorhanden

Quelle: Energimyndigheten



# Biogas- och Aufbereitungsanlagan in Schweden

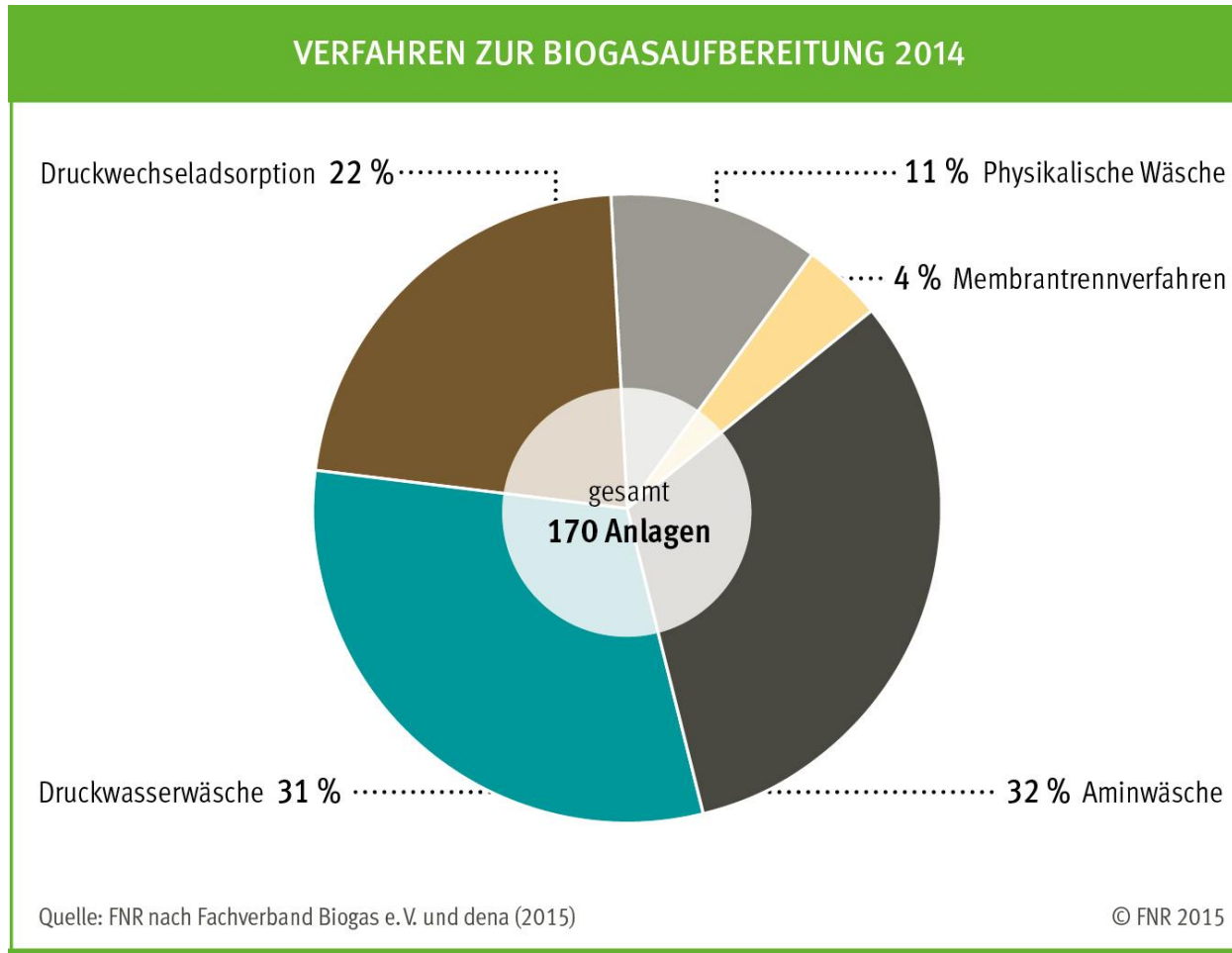


## Visa i kartan

-  Avloppsreningsverk
-  Deponianläggning
-  Industrigasläggning
-  Gårdsbiogasläggning
-  Samrötningsläggning
-  Uppgraderingsläggning

Symbolerna framtagna av Biogas Öst

# Verfahren zur Biogasaufbereitung



# Aufbereitungstechniken für Biogas zu Biomethan

- **Druckwechsel Adsorption:** CO<sub>2</sub> wird an der inneren Oberfläche von Aktivkohle oder Zeolithen unter Druck von bis zu 10 bar adsorbiert.
- **Druckwasserwäsche:** CO<sub>2</sub> wird in Flüssigkeiten unter Atmosphärendruck oder Überdruck bis zu 10 bar absorbiert. Als Flüssigkeiten werden Wasser, Glykole oder Amine eingesetzt.
- **Membran Technologien:** Einige Gase werden an Membranen zurückgehalten, andere permeieren durch die Membran hindurch. In der Erdgasindustrie werden hohe Drücke angewandt.
- **Kryogene Trennung:** Biogas wird auf unter -80 °C abgekühlt. Sowohl Methan als auch Kohlendioxid werden in flüssiger Phase in hoher Reinheit abgetrennt.

# Projektbeispiele

- Organische Reststoffe aus der Industrie

# EtaMax – Kraftstoff aus Bioabfällen

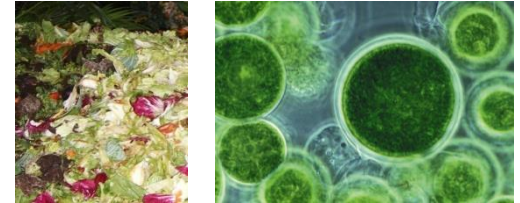
## Flexible Multisubstrat-Hochlastvergärungsanlage

- 160 Tonnen Rohmaterial (lignocellulosefreie Markt-Abfälle, Algenbiomasse) pro Jahr
- Zweistufiges anaerobes Verfahren (2 x 3 m<sup>3</sup>)
- Konstante Biogasausbeute durch intelligente Prozesssteuerung
- Nutzung der nährstoffreichen Filtratwässer zur Algenkultivierung
- Hydrothermale Vergasung von Gärreststoffen
- Aufreinigung des Biogases zu Biomethan mittels Membrantechnik

## Förderung

- BMBF, Laufzeit: 06/2009 – 12/2014

Partner: Fraunhofer IVV | Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Paul Scherrer Institut PSI, Daimler AG, EnBW Energie Baden-Württemberg AG, FairEnergie GmbH, Netzsch Mohnopumpen GmbH, Stulz Wasser- und Prozesstechnik GmbH, Subitec GmbH, Stadt Stuttgart.



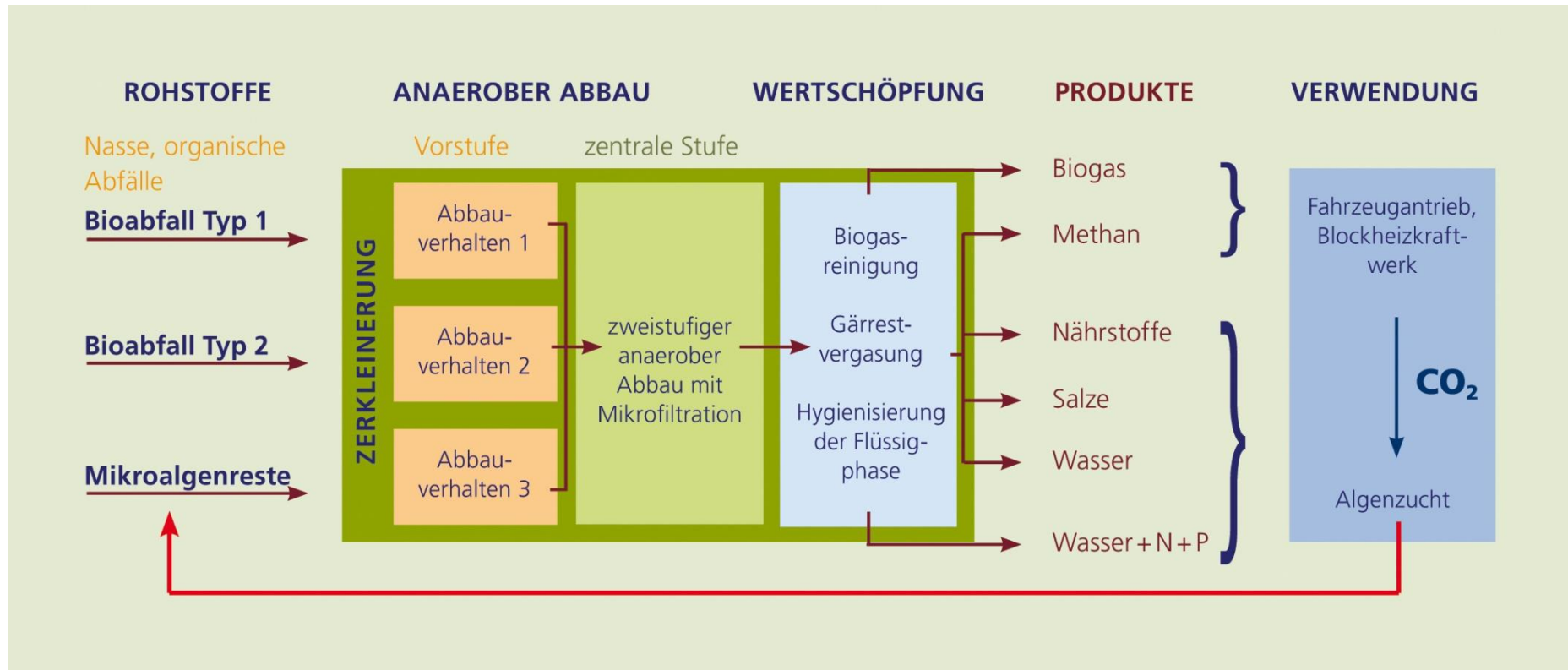
# Verwertung von Reststoffen: EtaMax - Effizienzsteigerung durch Kreislaufführung

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Energie und Nährstoffe aus Großmarktabfällen und Mikroalgen



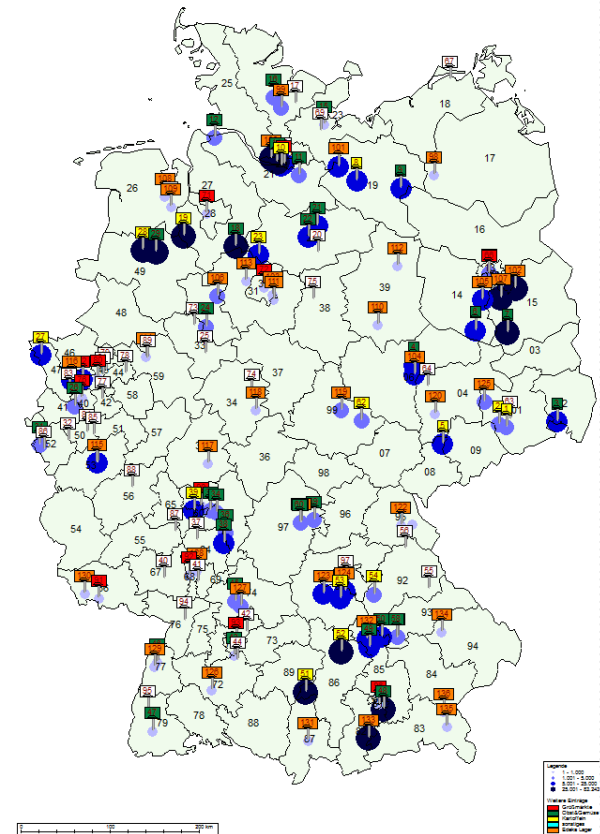


# Ziel des Projekts

- Großmarktabfälle wie Salat, Obst und Gemüse sollen Methan als Kraftstoff liefern
- Rohstoff- und Energieeffizienz:
  - Nährstoffrecycling, insbesondere Stickstoff und Phosphor
  - Der bekannte Biogasprozess bietet Potentiale für diverse Verbesserungen: z.B. Maximierung des Nettoenergieertrags
  - „Abfallfreie“ vollständige Umwandlung von Biomassen
- Anlagenqualität ermöglicht dezentrale Nutzung/Positionierung nahe der anfallenden Biomassesubstrate und den potenziellen Nutzern
- Darstellung der gesamten Prozesskette im Demonstrationsmaßstab
- Bessere Gesamtenergiebilanz durch energetische Optimierung der gesamten Prozesskette bei Minimierung des Eigenverbrauchs
- Nutzung von Abgas-CO<sub>2</sub> und Nährstoffen der wässrigen Phasen aus der anaeroben Vergärung als Basissubstrat für die Produktion lipidreicher Algen
- Alle Interessensgruppen vertreten, auch spätere Hersteller und Nutzer

# Abfallsubstratkataster für Deutschland

- Ziel: Menge und Verteilung nasser, lignozellulosearmer Bioabfälle (Obst, Gemüse, Salat, Kartoffeln) ermitteln
- **768.000 t/a** Bioabfälle konnten identifiziert werden
- Entspricht 56 % der „Marktverluste“ (ab Feld/Plantage, Verarbeitung, Handel, Verbraucher) nach BMELV-Statistik
- 97 definierte Einzelanfallstellen identifiziert (50 t/a – 83.000 t/a)
- Einzelanfallstellen machen 488.000 t/a der Bioabfälle aus (63 %)



Einzelanfallstellen: Regionale Verteilung nach Art und Größe der Anfallstelle

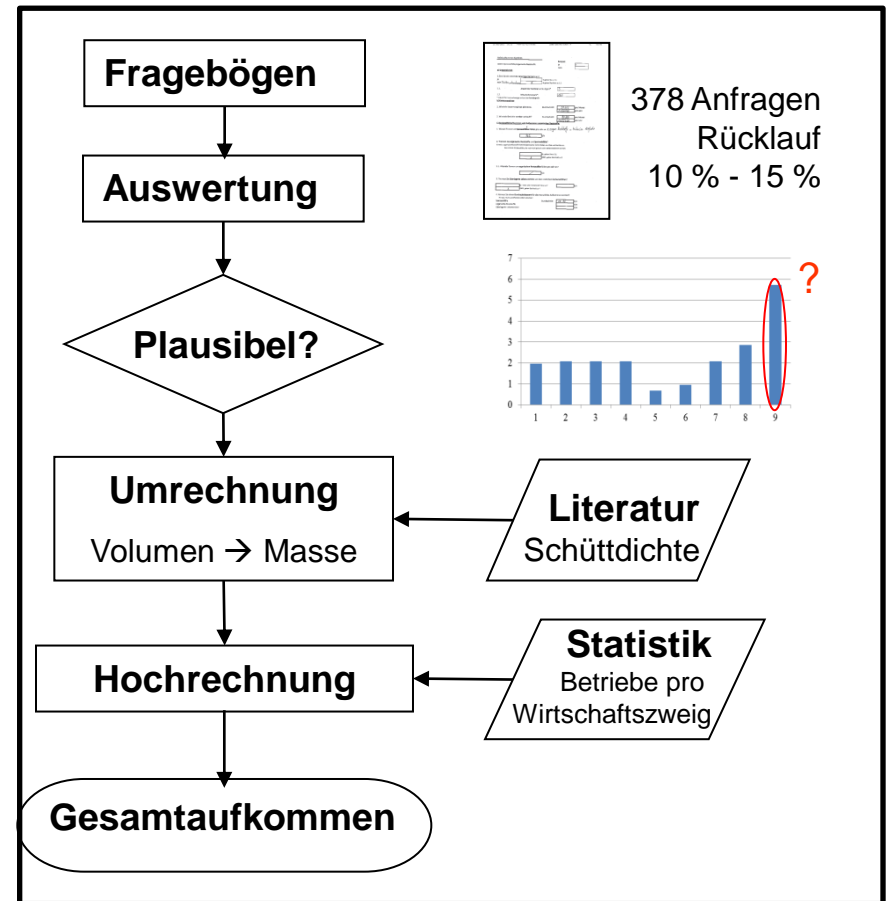
# Abfallsubstratkataster für Stuttgart

■ Ziel: Erfassung des gewerblichen Bioabfalls in Stuttgart

■ Ergebnis:

Küchen- & Speiseabfälle	8008 [m <sup>3</sup> /a]	2402 t/a
Überlagerte Lebensmittel	7768 [m <sup>3</sup> /a]	1802 t/a
org. Reststoffe	501 [m <sup>3</sup> /a]	117 t/a
Fett aus Abscheider	414 [m <sup>3</sup> /a]	411 t/a
<b>Gesamt</b>		<b>4.700 t/a</b>

- Hygienisierung meist notwendig
- Störstoffabtrennung notwendig
- Vertragslaufzeit <= drei Jahre



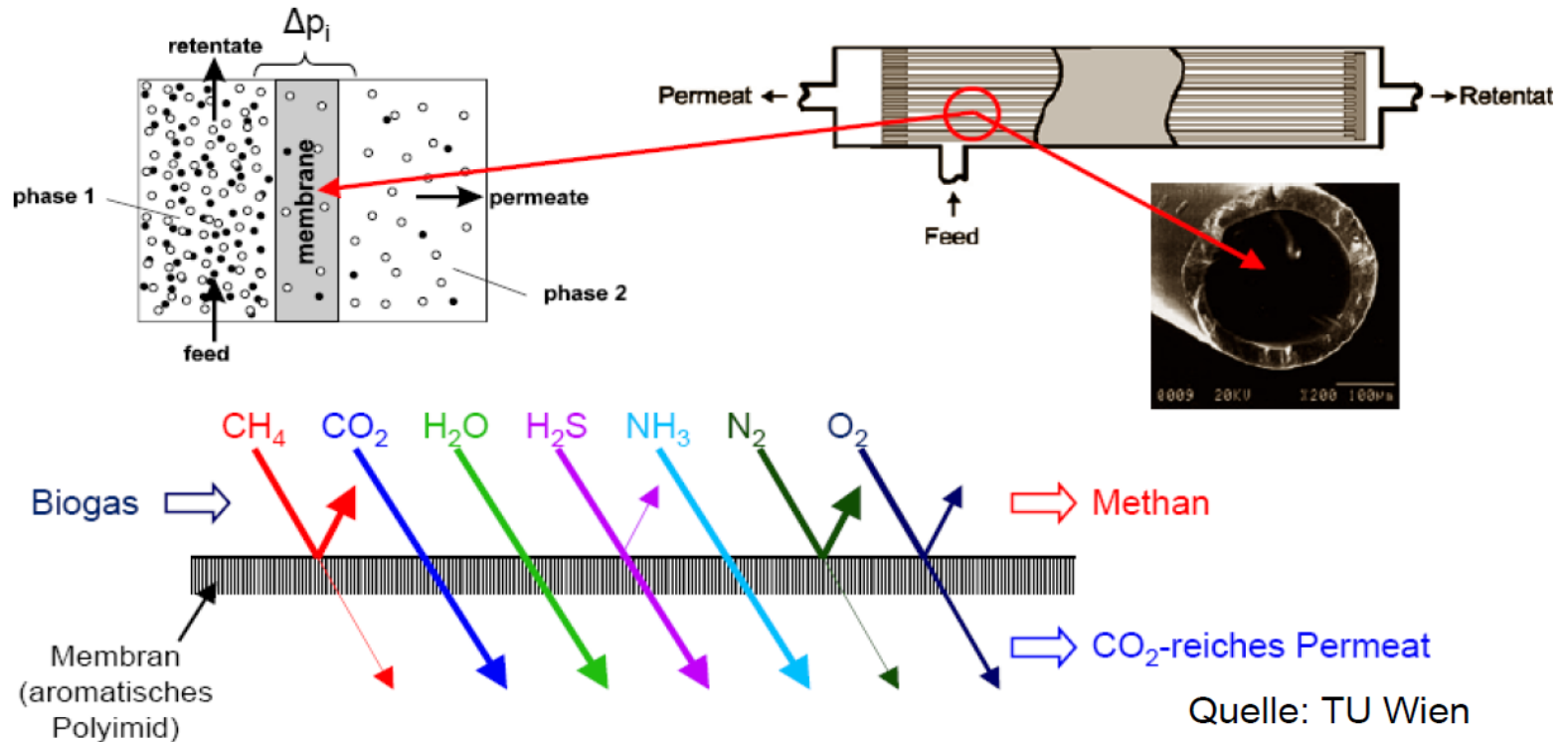
# Gasaufbereitung und -verwertung

- Biogasentschwefelung, Trocknung
- Gasspeicher
- CO<sub>2</sub>-Entfernung durch Membranverfahren
- Tankstelle mit Biomethan unterschiedlicher Konzentration (einstellbar auf 85%-95%)



# Aufbereitungstechniken für Biogas zu Biomethan

- **Membran Technologien:** Einige Gase werden an Membranen zurückgehalten, andere permeieren durch die Membran hindurch. In der Erdgasindustrie werden hohe Drücke angewandt.



# Projekt ChiBio

- Entwicklung einer **Bioraffinerie**-Plattform für die integrierte Umwandlung von Crustaceen-Rückständen aus Europa, Afrika und Asien in chemische Produkte durch die Produktion von **Biopolymeren**.
- Das Projekt beinhaltet u.a. die Vorbehandlung mittels Enzymen und Biokatalysatoren zur Depolymerisation, um die Aufarbeitung zu vereinfachen.
- Verwendung der Reststoffe (abgetrennte By-Produkte wie Lipide, Proteine, Bentonit,...) zur **Biogasproduktion**.

European Project which is financed by the European Union



# Projekt ChiBio

- Residuals of crustacean industry
  - > 6 million tons per year in Europe
  - disposal on sanitary landfill
- Composition of residual materials
  - calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ )
  - chitin (3 biopolymers)
  - proteins



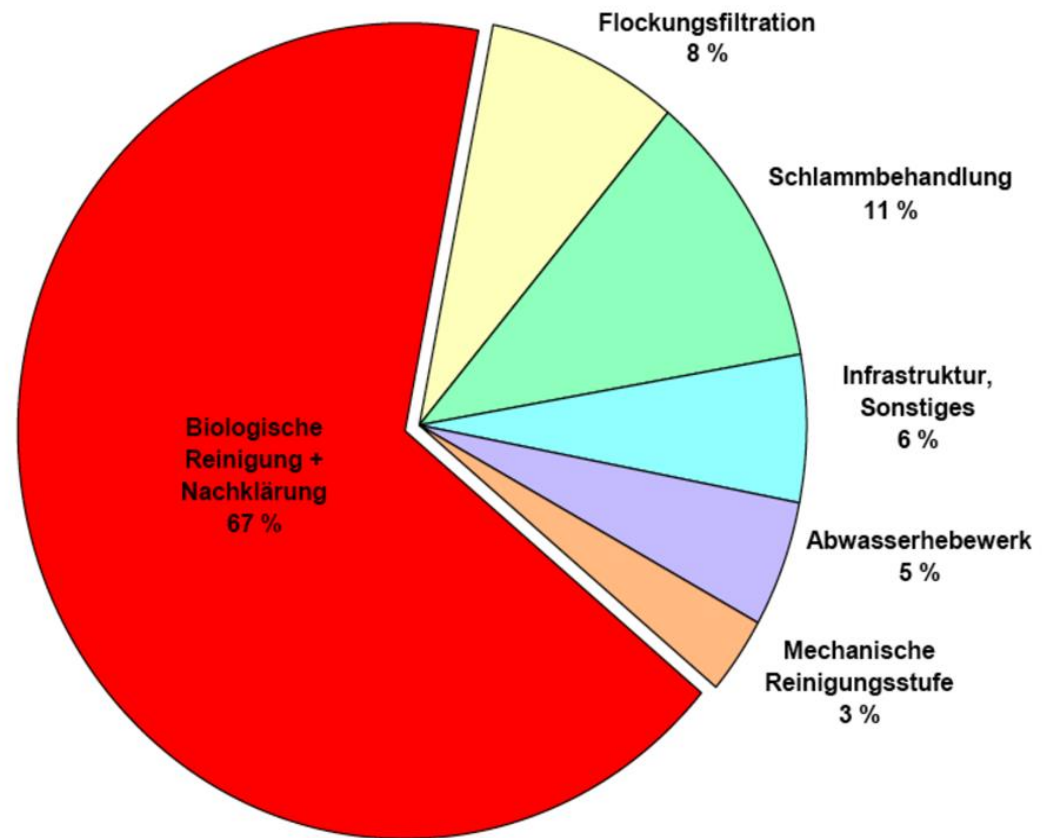


# Projektbeispiele

- Kläranlagen, Schlammfäulung
- Abwasserreinigung

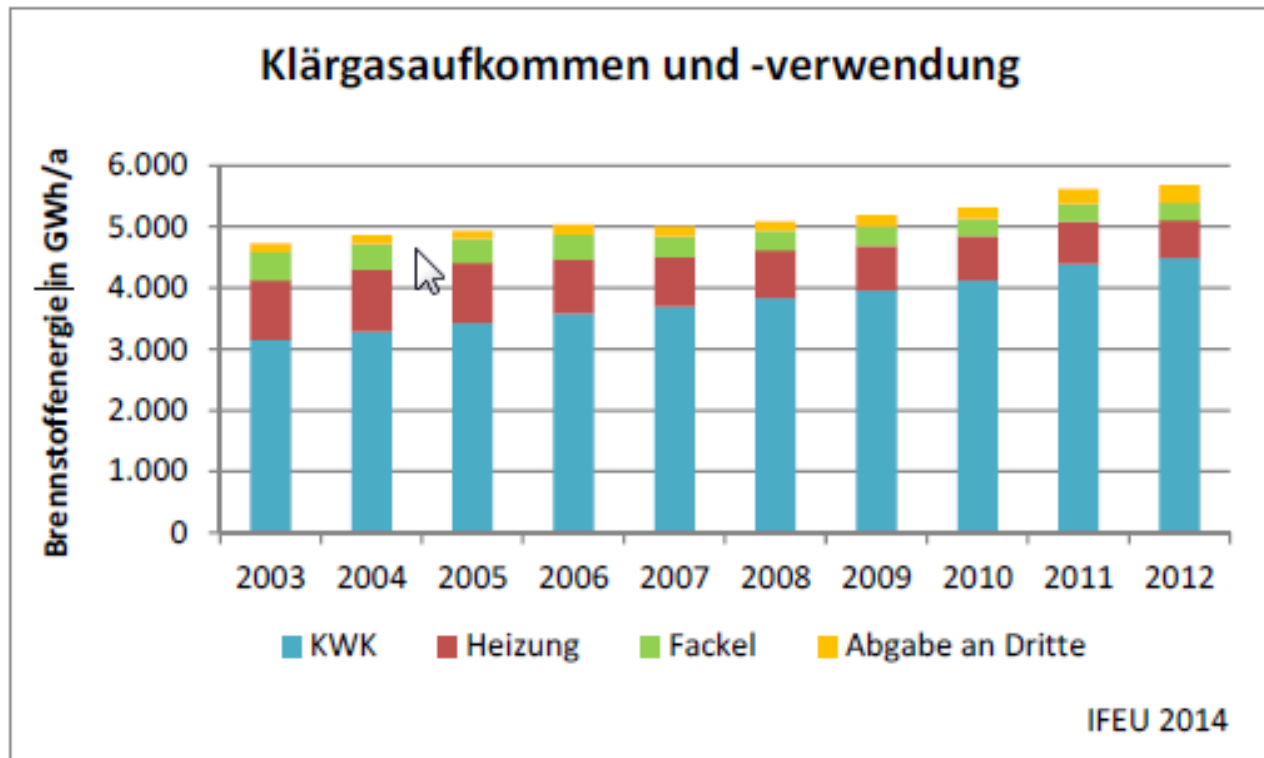
# Kläranlagen als Stromverbraucher

- In Deutschland sind ca. 94 % der Bevölkerung an die kommunale Abwasserentsorgung angeschlossen.
- Ca. 10.000 kommunale Kläranlagen
- Gesamtstromverbrauch der Kläranlagen betragen etwa 4.400 GWh pro Jahr
- Kläranlagen mit ca. 20 % Anteil am kommunalen Stromverbrauch größter Stromverbraucher vor Schulen, Krankenhäusern, Wasserversorgung, Straßenbeleuchtung



# Biogaspotenzial aus der Schlammfaulung kommunaler Kläranlagen

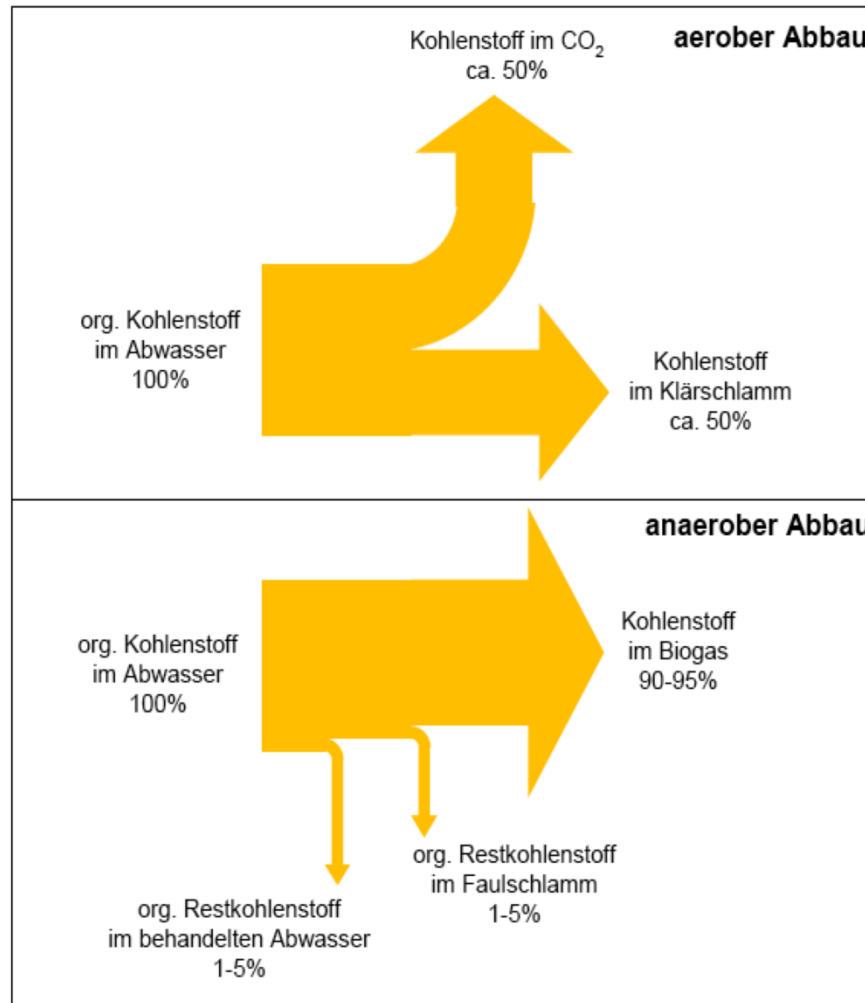
- Der Anschlussgrad betrug 2010 in BaWü bereits 99,3%
- Biogaspotenzial aus der Schlammfaulung: 0,44 TWh
- Hauptnutzung: Eigenbedarf



# Schlammstabilisierung

- Anaerobe Schlammstabilisierung zwar energetisch günstiger als aerobe, sie benötigt aber einen höheren apparativen Aufwand.
- Deshalb besteht wirtschaftlich sinnvolle Grenze der Anwendung beider Schlammstabilisierungsverfahren.
- Bei niedrigen Energie- und Schlamm Entsorgungspreisen früher sinnvolle Grenze etwa bei 50.000 EW.
- Deshalb existieren viele KA mit aerober Schlammstabilisierung.
- Heute Wirtschaftlichkeitsgrenze deutlich nach unten verschoben.

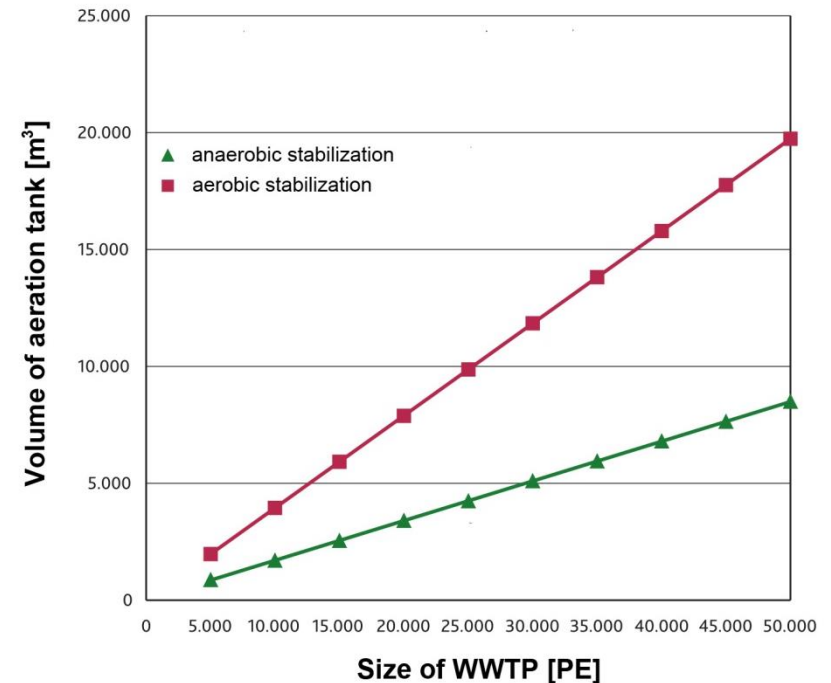
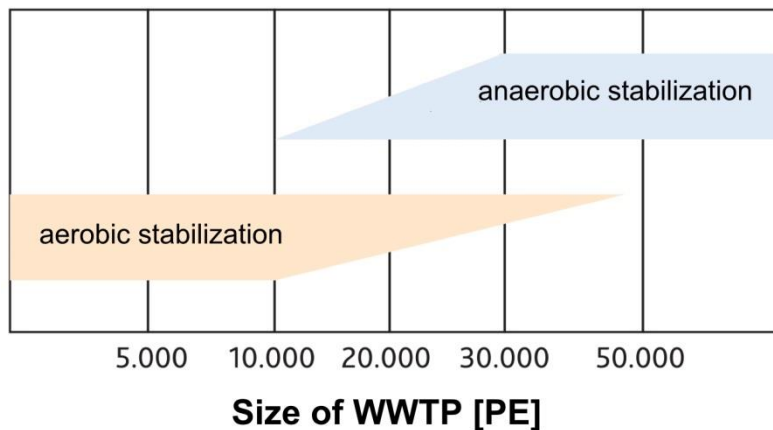
# Aerober und anaerober Stoffwechsel



Quelle: Köpke

# Potenzial zur Optimierung des Energiebedarfs

- Konversion von aerober zu anaerober Schlammstabilisierung
  - Früher lag die Untergrenze der anaeroben Schlammstabilisierung bei 30.000 bis 50.000 EW -> heutzutage liegt die Untergrenze bei etwa 10.000 EW
  - Vorteile:  
Reduzierung des Volumens des belüfteten Reaktors, Stromproduktion, Reduzierung des Schlammvolumens



# Ökonomische Konversion von aerober zu anaerober Schlammstabilisierung (25.000 EW)

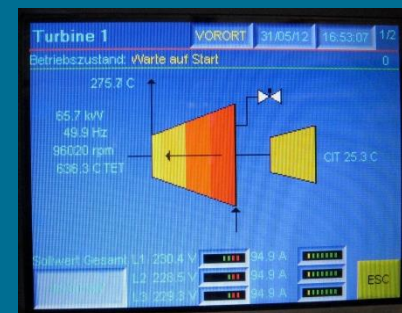
## aerobic sludge stabilization

- spec. electric power consumption  
34 kWh/(PE\*year)
- electricity generation  
0 kWh/(PE\*year)
- external procurement  
34 kWh/(PE\*year)
- sludge disposal  
7,34 Euro/(PE\*year)



## anaerobic sludge stabilization

- spec. electric power consumption  
31 kWh/(PE\*year)
- electricity generation  
16 up to 18 kWh/(PE\*year)
- external procurement  
13 up to 15 kWh/(PE\*year)
- sludge disposal  
4,7 up to 5,2 Euro/(PE\*year)

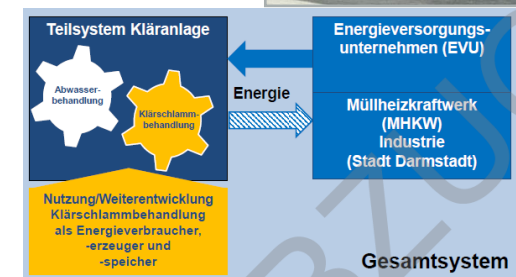




# Effizienzsteigerung durch Nutzung der Energiepotenziale von Abwasser und Abfall im urbanen Raum

Umsetzungs- und Forschungsprojekte:

- Energetische Optimierung einer Verbandskläranlage mit Kampagnenbetrieb (Weinbau) durch Verfahrensumstellung  
Verbandsgemeindewerke Edenkoben, 2013 - 2016
- Nutzung dezentraler Energiepotenziale aus Abwasser für urbane Strukturen  
Stadt Erbach, 2014 - 2017
- Kraftstoff aus Bioabfällen  
BMBF-Verbundprojekt EtaMax, 06/2009 – 12/2014
- Nachhaltige und flexible Wertschöpfungsketten für Biogas, Po  
Erzeugung von Biogas in Klärschlammvergärungsanlagen  
Forschungsprogramm Bioökonomie  
Baden-Württemberg, 04/2014 – 03/2017
- Abwasserbehandlungsanlage der Zukunft:  
Energiespeicher in der Interaktion mit technischer Infrastruktur im Spannungsfeld von Energieerzeugung und –verbrauch  
BMBF-Verbundprojekt ESiTI, 01/2014 - 12/2016



# Hochlastfaulung in Tauberbischofsheim



# Hochlastfaulung in Bad Dürrenberg

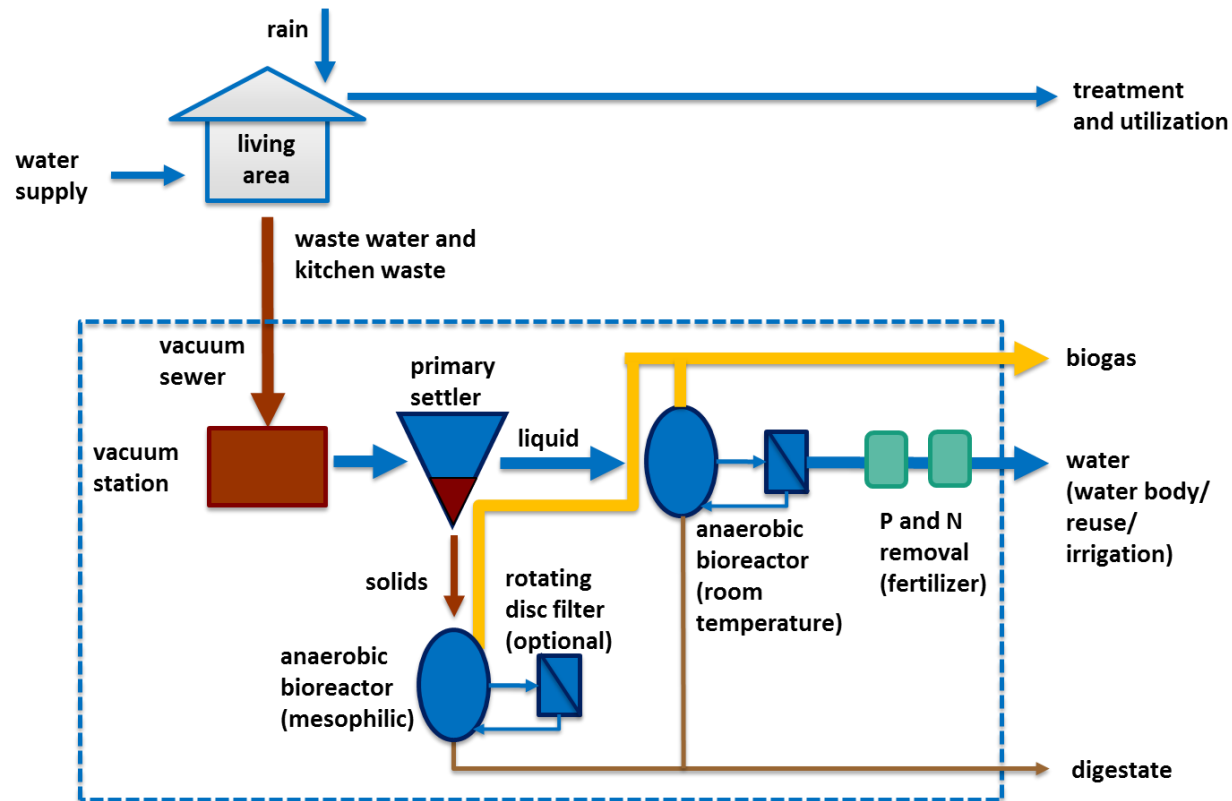




# Demonstrationsprojekt zur anaeroben Abwasserreinigung und Verwertung biogener Haushaltsabfälle

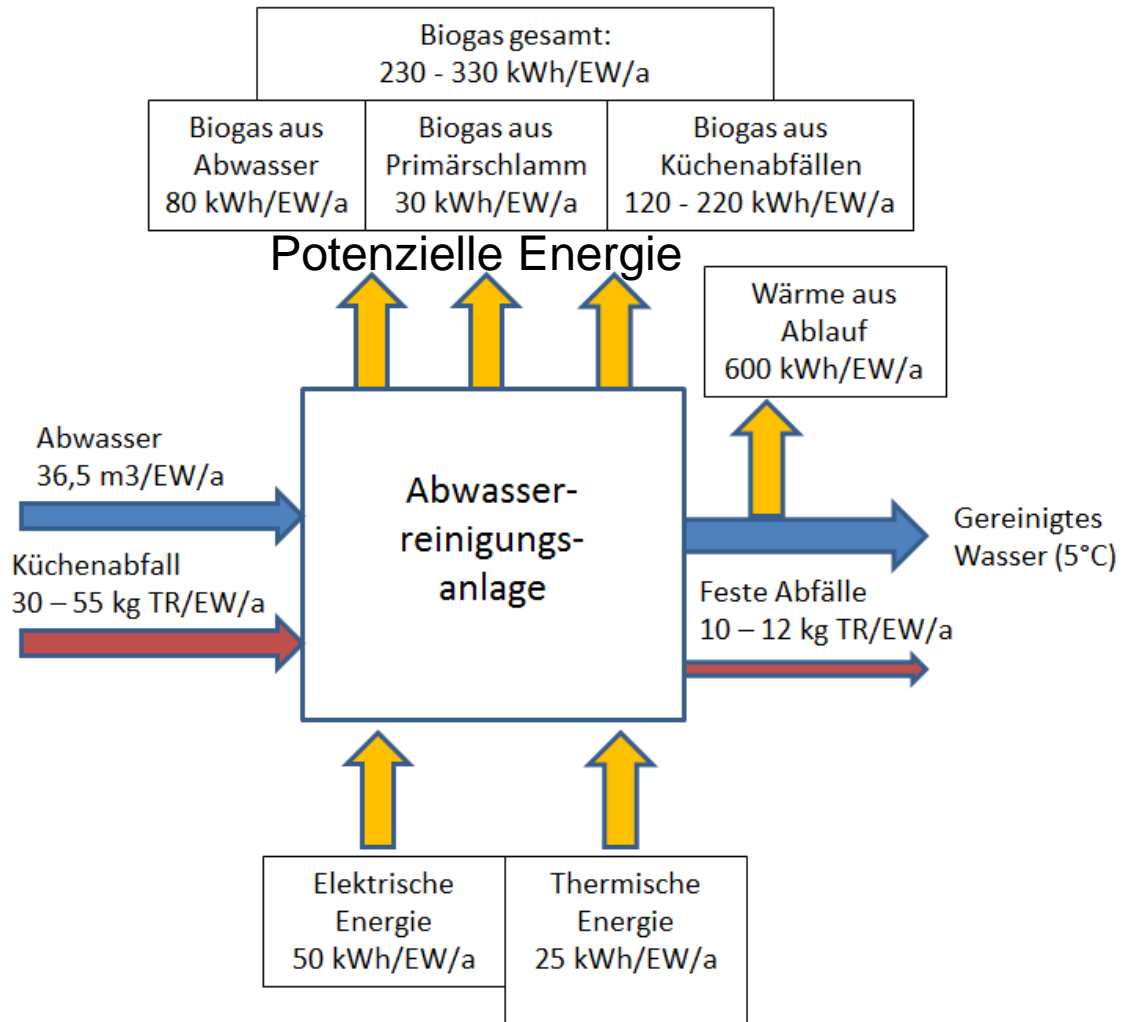
Demonstrationsprojekt: 105 Grundstücke

- Regenwassernutzung
- Vakuumkanalisation
- Anaerobe Abwasserbehandlung



# Wasser und Energie

- Produktion Biogas auf herkömmlicher Kläranlage: ca. **20 - 25 l / EW / d**
- Produktion Biogas im System DEUS 21: ca. **60 l / EW / d**
- Energiegehalt Biogas im System DEUS 21: ca. **150 kWh / EW / a**
- Herausforderung: intelligente Nutzung der Energie



# Integriertes Ressourcenmanagement in asiatischen Städten: der urbane Nexus

Entwicklung alternativer Wassermanagement-Konzepte unter Berücksichtigung der länderspezifischen Situation

Machbarkeitsstudien in China, Mongolei, Thailand, Philippinen, Vietnam und Indonesien

- Entwicklung technischer Systemkonzepte zur
  - Abwasserreinigung und
  - Nutzung des Energiepotenzials durch Konvertierung der Organik von Abwasser und lokaler biogener Abfälle aus Haushalten und Gewerbebetrieben in Biogas.
  - Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft

Auftraggeber:  
Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Thailand;  
06/2013 - 12/2014

Philippines



Construction of waste-water treatment facility



Slaughterhouse and existing wastewater ponds

# Konzepterstellung für asiatische Städte

City	Inhabitants	Country
Rizhao	2.9 million	China
Weifang	9.0 million	China
Ulaanbaatar	1.2 million	Mongolia
Naga City	0.2 million	Philippines
Santa Rosa	0.3 million	Philippines
Korat	0.2 million	Thailand
Da Nang	0.9 million	Vietnam

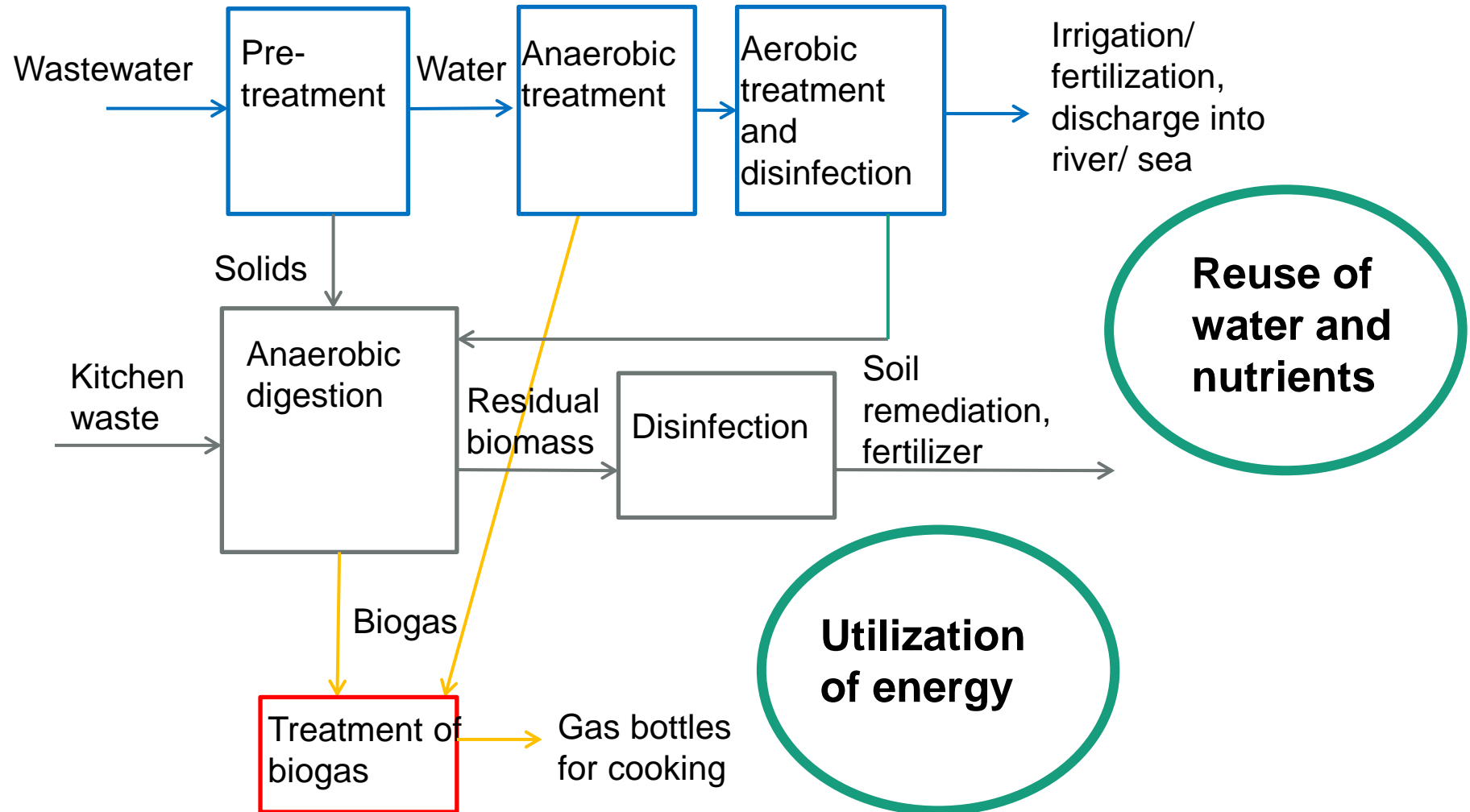


# Da Nang, Eastern Coastal Area

- Currently: Septic tanks, few connected, drainage of stormwater
- First step: pilot vacuum sewer system for around 100 households
- Next step: connection of more households to vacuum sewer system
- Build wastewater treatment plant (30,000 inhabitants, 4,000 m<sup>3</sup>/d)
- Gain experience as basis for design of WWTPs for rest of peninsula

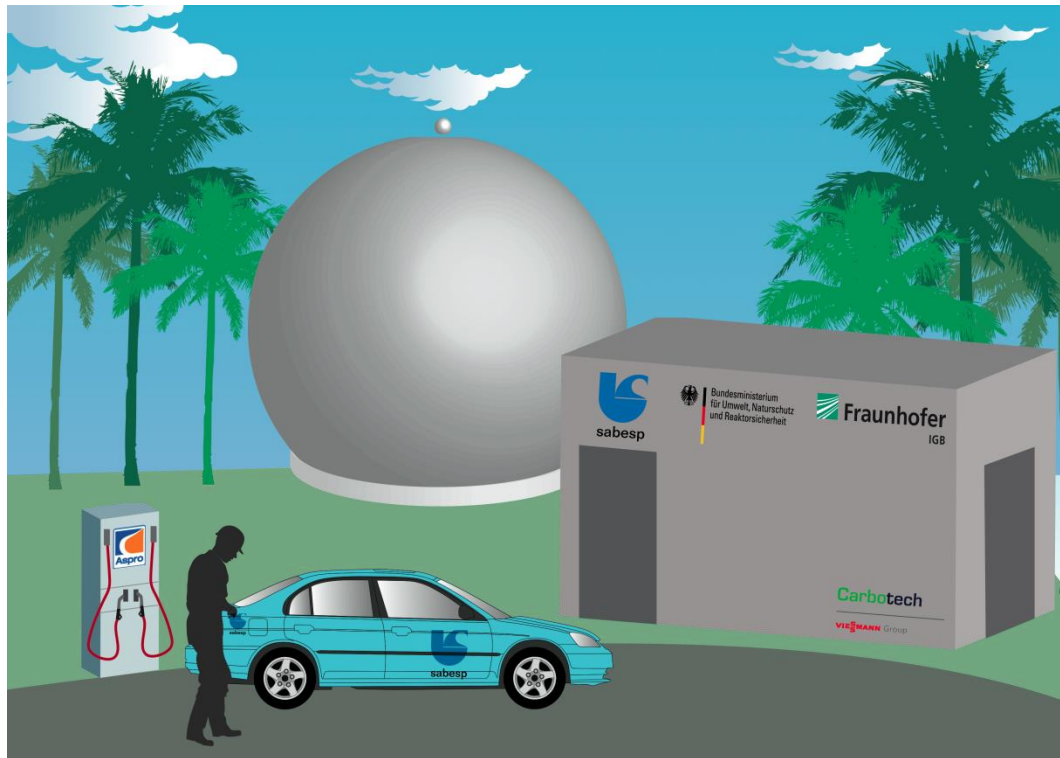


# Wastewater treatment concept Da Nang



# Biomethannutzung als Kraftstoff in Franca, Brasilien

Das Projekt fasst und reinigt das Faulgas der Kläranlage Franca, SP, Brasilien, betrieben durch SABESP, auf Erdgasqualität und nutzt dieses Biomethan als Kraftstoff für die Flotte von SABESP in Franca und für die kommunale Flotte der Stadt Franca.



# Kläranlage Franca, SP



Quelle: SABESP



# Kläranlage Franca, SP, einige Daten

■ Art der Behandlung	Belebtschlamm
■ hydraulische Ausbaugröße	750 l/s
■ momentane mittlere Belastung	370 l/s
■ Betriebsbeginn	1998 - 1999
■ Schlammbehandlung	3 Faultürme
■ Schlammmentwässerung	2 Bandfilterpressen
■ Biogasproduktion	2200 bis 2900 m <sup>3</sup> /d
■ Gasnutzung	2 Fackeln



# Beschreibung des Prozesses – Erste Stufe:

Das Biogas entsteht in der Schlammfaulung der ETE in Franca.



# Beschreibung des Prozesses – Zweite Stufe:

Das Biogas wird gespeichert (1000 m<sup>3</sup>).

- A Außenmembran
- B Innenmembran
- C Air flow system
- D Lufterhaltungsventil
- E Stützluftgebläse
- F Verankerungsring
- G Sicherheitsventil
- H Sichtfenster
- I Füllstandsmessung

Quelle: Sattler





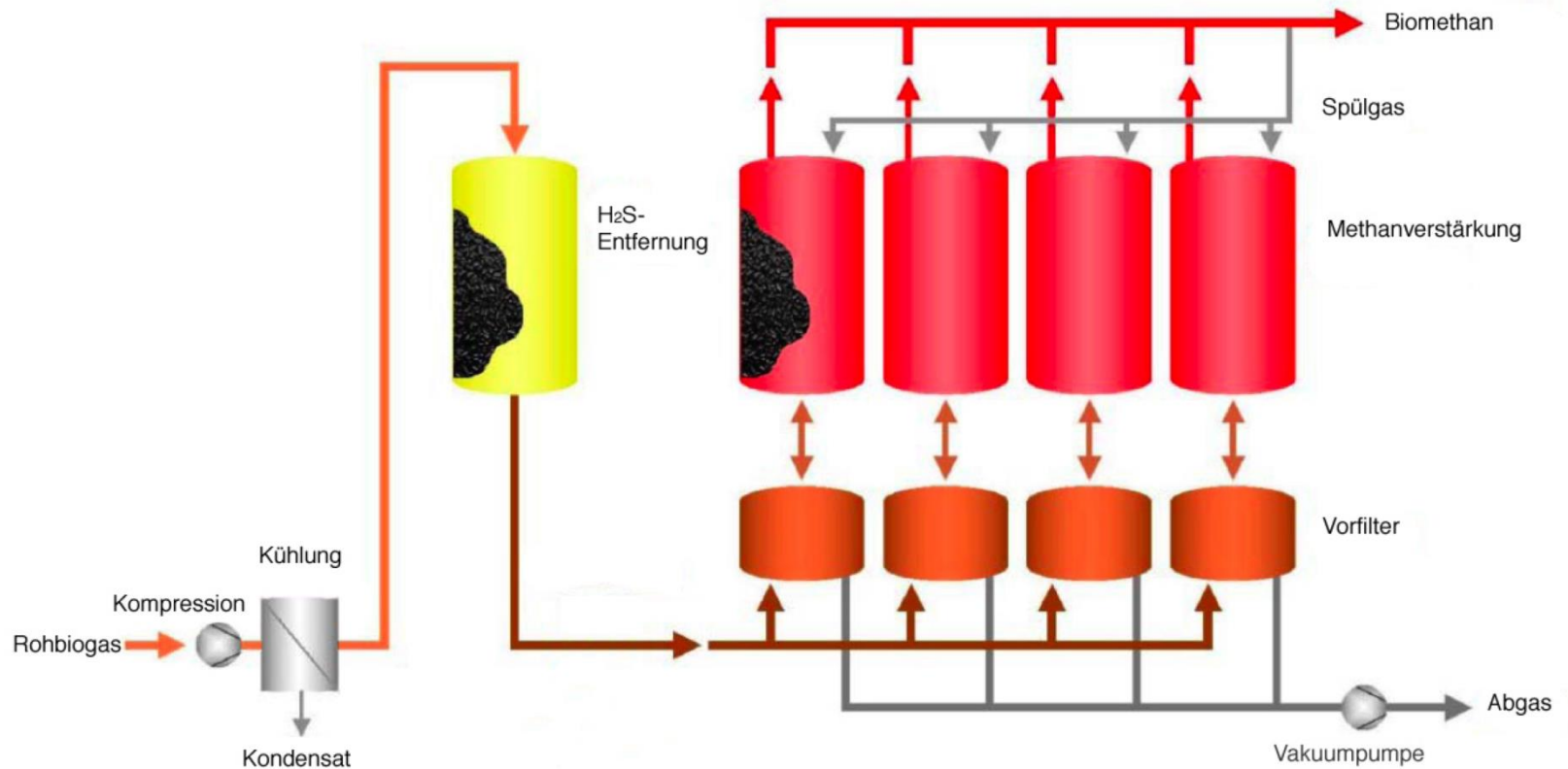
# Beschreibung des Prozesses – Dritte Stufe:

Das Biogas wird im Gasreinigungscontainer gereinigt.



# Beschreibung des Prozesses – Dritte Stufe:

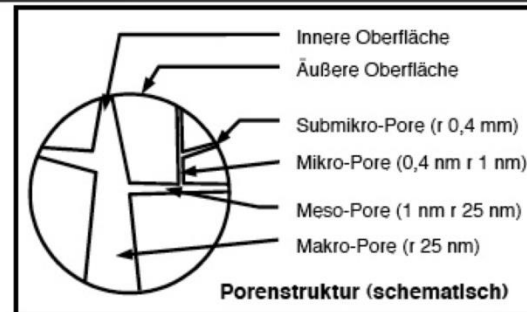
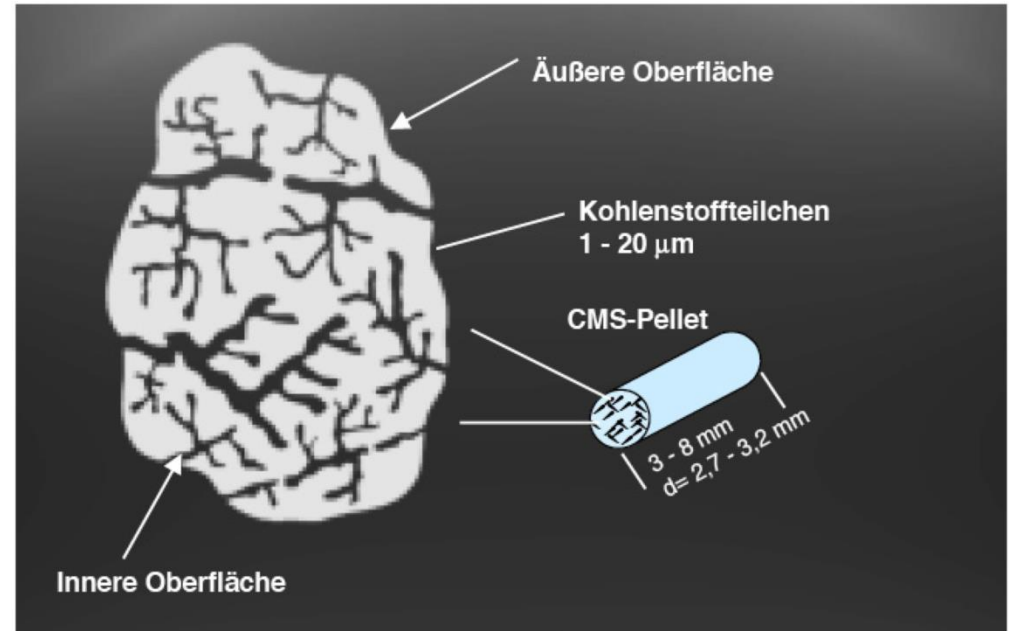
Der Container enthält verschiedene Prozesse wie Kompression, Trocknung, Entfernung von  $H_2S$ , Spurenstoffen wie Siloxane sowie von  $CO_2$ .



Quelle: Carbotech  
modifiziert

# Beschreibung des Prozesses – Dritte Stufe:

Zur Entfernung von Kohlenstoffdioxid wird das getrocknete und vom Schwefelwasserstoff befreite Biogas einer Druckwechseladsorption PSA zugeführt. Dort wird das  $\text{CO}_2$  an einem Kohlenstoffmolekularsieb adsorbiert, so dass im Ausgang der PSA ein Gas entsteht, das sehr reich an Methan ist – Biomethan.

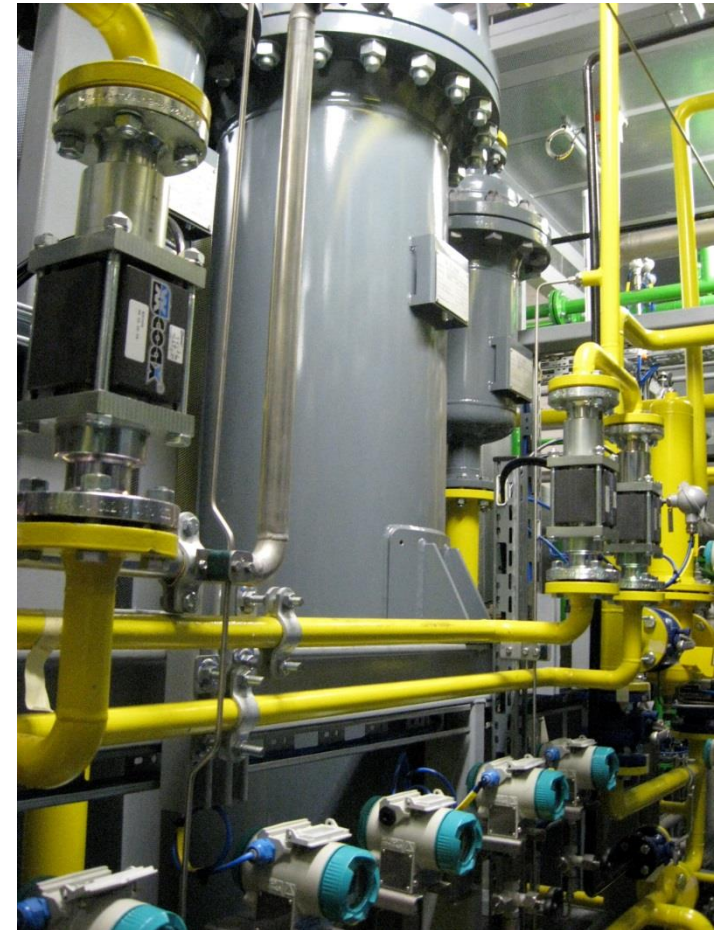


Molekül-Durchmesser	
$\text{CH}_4$	: 0,4 nm
$\text{N}_2$	: 0,3 nm
$\text{O}_2$	: 0,28 nm
$\text{CO}_2$	: 0,26 nm
$\text{H}_2$	: 0,25 nm

Quelle: Carbotech modifiziert



# Beschreibung des Prozesses – Dritte Stufe:



# Beschreibung des Prozesses – Vierte Stufe:

Das Biomethan wird nun auf etwa 250 bar verdichtet und einem Hochdruckspeicher zugeführt, um als Biokraftstoff an einer Tankstelle zur Verfügung zu stehen.





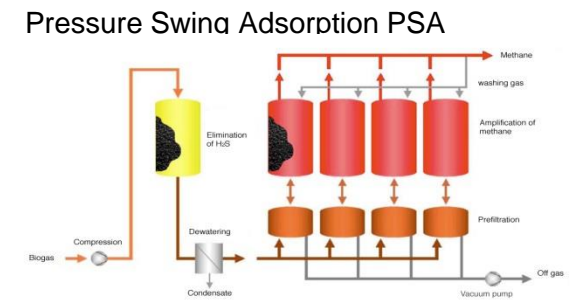
# Beschreibung des Prozesses – Fünfte Stufe:

Das Biomethan wird als nachhaltiger Kraftstoff genutzt.



# Energy Recovery from Sludge Gases at a Municipal Sewage Treatment Plant in Brazil

- The current project will capture the biogas produced at a wastewater treatment plant and upgrade it to methane. This bio-methane will then be used as vehicle fuel
- Biogas is produced at the anaerobic digesters in Franca (Brazil)
- Biogas is upgraded to biomethane
- The Wastewater treatment plant in Franca produces over 2.800 Nm<sup>3</sup>/day of biogas (1.680 Nm<sup>3</sup> CH<sub>4</sub>/day)
- 1Nm<sup>3</sup> of methane is equivalent to around 1l of gasoline, thus 1.680 l gasoline/day
- It is enough methane for the whole vehicle fleet



Source: Carbotech





# Biomethanpotenzial in Brasilien

<b>Wastewater Treatment</b>		
<b>Biomethane potential WWTP</b>	m3/year	701.743.727,76
<b>Vinasse (by-product from Sugar cane)</b>		
<b>Biomethane Potential</b>	m3/year	1.209.075.000
<b>Waste disposal site</b>		
<b>Biomethane potential</b>	m3/year	2.526.277.420
<b>Biogas cumulative</b>	*10 <sup>3</sup> /year	4.219,75
<b>Compared to total energy consumption</b>		1,7%
<b>Compared to total gas consumption</b>		22,6%

Other interesting sources of organic matter:

- Waste from livestock,
- other agricultural products such as maize and soy,
- waste from biodiesel production with special regard to Glycerin

# Fazit

- Die Biogasproduktion und –nutzung wird weltweit immer interessanter, wenn integrative technische Lösungen angestrebt werden.
- Lösungsansätze, die den Gesamtzusammenhang berücksichtigen beinhalten häufig die Produktion von Biogas mit dem Effekt verschiedener Vorteile (geringere Schlamm-mengen auf der Kläranlage, bessere Entwässerbarkeit von Gärresten, Erzeugung eines Energieträgers am Bedarfsort, ...)



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**  
**[ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de](mailto:ursula.schliessmann@igb.fraunhofer.de)**