

2. Deutsch - Brasilianisches Symposium

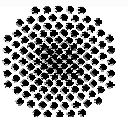


2. Sípósio Brasil – Alemanha

12. - 15. September 2005

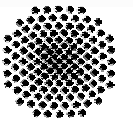
Methangasgewinnung durch anaerobe Fermentation von Reststoffen

Dr.-Ing. Daniela Neuffer



Inhalt

- **Einführung**
- **anaerobe Fermentation**
- **Methoden und Materialien**
- **Ergebnisse**
- **Zusammenfassung und Ausblick**



Energiearten

fossile Energie

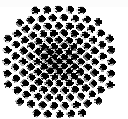
Erdöl

Erdgas

Kohle

Torf

Einführung



Energiearten

fossile Energie

Erdöl

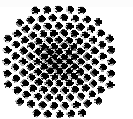
Erdgas

Kohle

Torf

P Vorkommen begrenzt

Einführung



Energiearten

fossile Energie

Erdöl

Erdgas

Kohle

Torf

P Vorkommen begrenzt

erneuerbare Energie

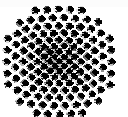
Sonne

Wasser

Geowärme

Windkraft

Biomase



Energiearten

fossile Energie

Erdöl

Erdgas

Kohle

Torf

P Vorkommen begrenzt

erneuerbare Energie

Sonne

Wasser

Geowärme

Windkraft

Biomase

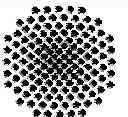
kultivierte
Biomase

Reststoffe

häusliche

landwirtschaftliche

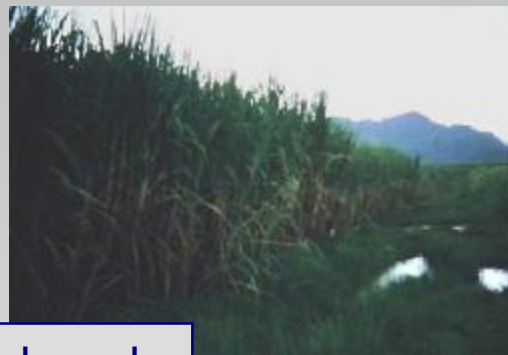
industrielle



Biomasse



Raps



Zuckerrohr

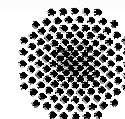
kultivierte Biomasse



Getreide



Sonnenblumen

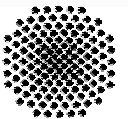


häusliche Reststoffe



Biomüll

kommunaler
Klärschlamm



häusliche Reststoffe



Biomüll

kommunaler
Klärschlamm

landwirtschaftliche Reststoffe

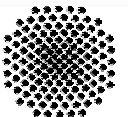


Kartoffelkraut

Stroh

Grassilage

Gülle



häusliche Reststoffe



Biomüll

kommunaler
Klärschlamm

landwirtschaftliche Reststoffe



Kartoffelkraut

Stroh

Grassilage

Gülle

industrielle Reststoffe



Speisereste



Fettabscheiderinhalte

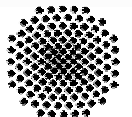


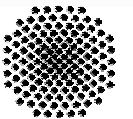
Biertreber
Kartoffelschlempe

Konzentrate aus der TVI



Schlachtabfälle





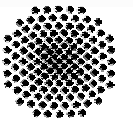
Hydrolyse

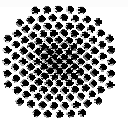
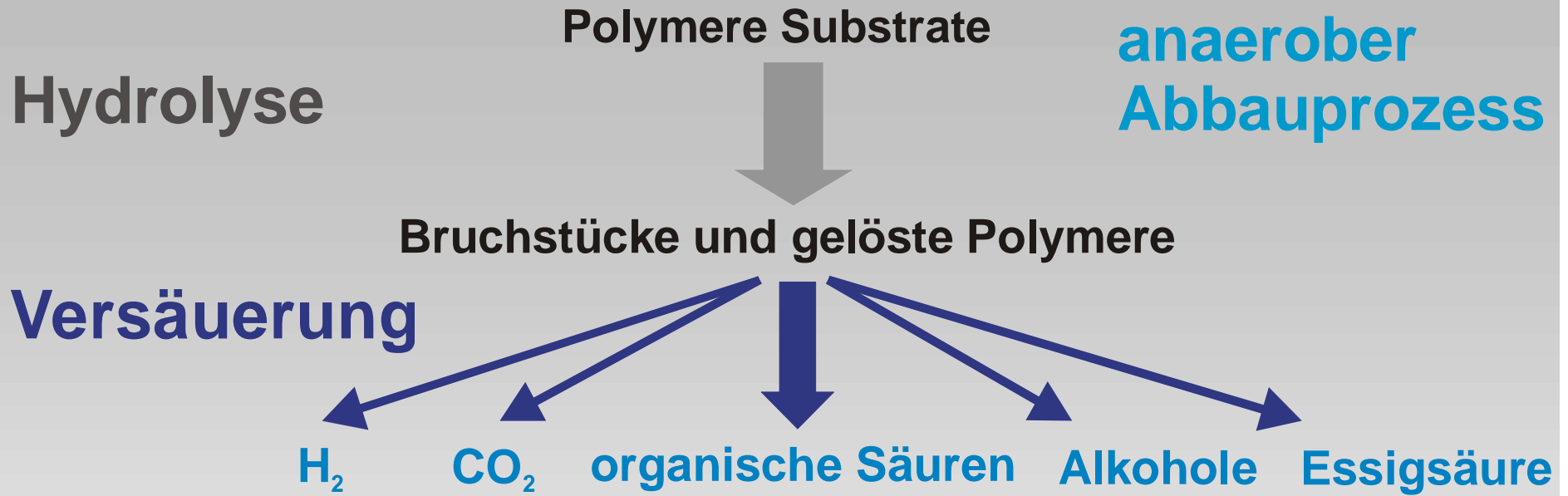
Polymere Substrate

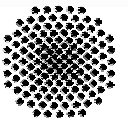
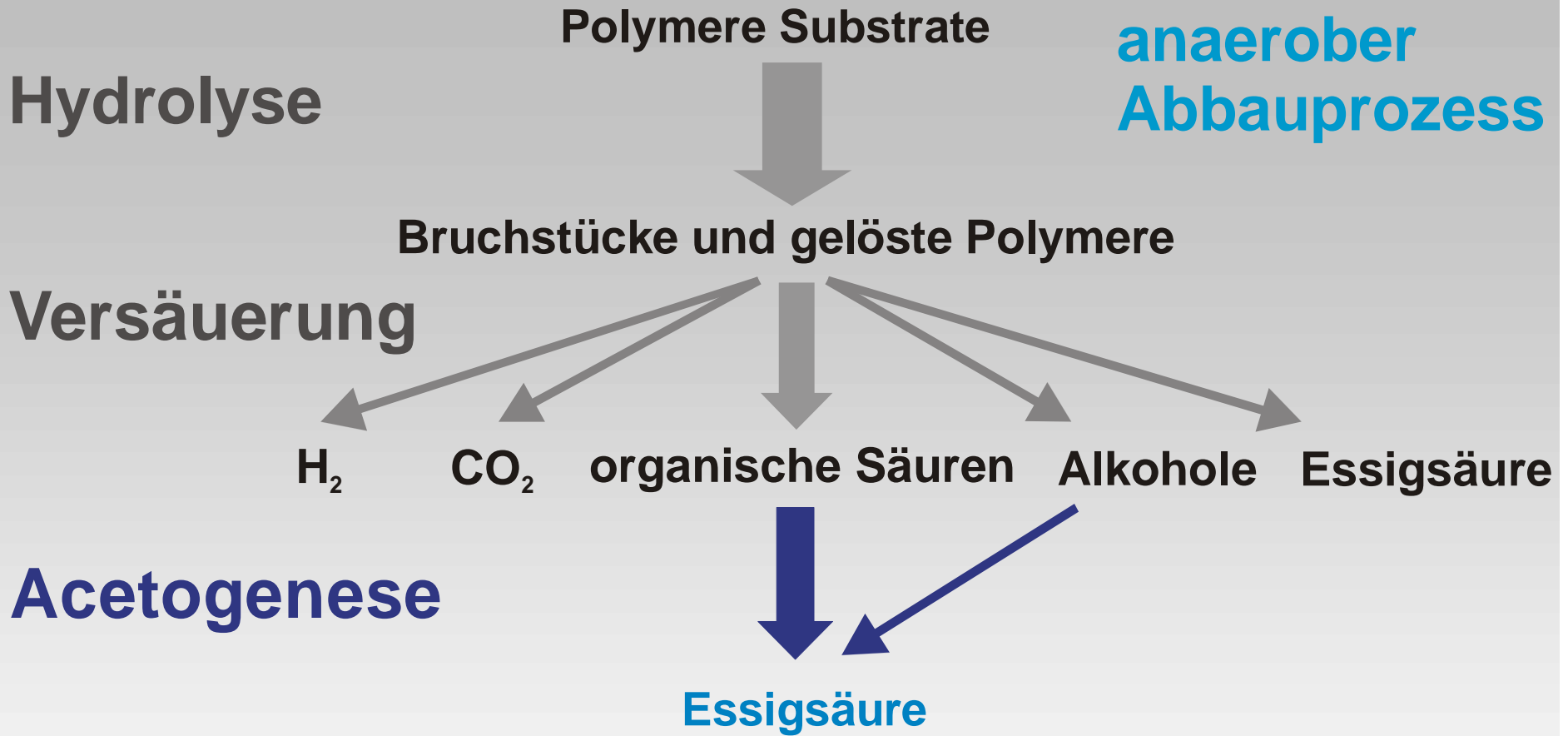
anaerober
Abbauprozess

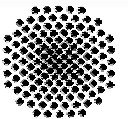
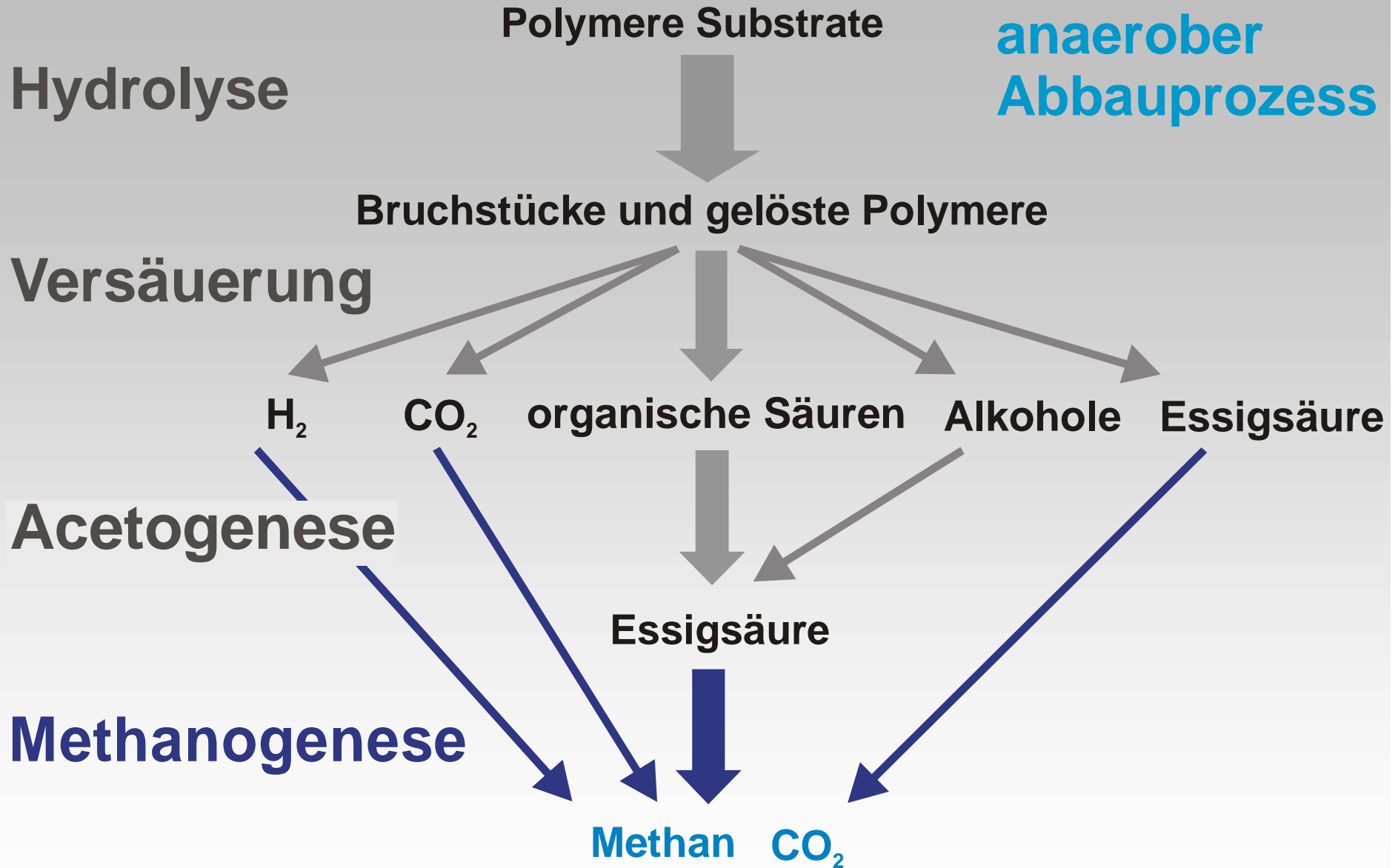


Bruchstücke und gelöste Polymere









Einflussgrößen auf den anaeroben Abbauprozess

- **Substrateigenschaften und -abbau**

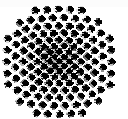
Säurekapazität

Chemischer Sauerstoffbedarf

Schwefelverbindungen

Stickstoffverbindungen

Schwermetalle



Einflussgrößen auf den anaeroben Abbauprozess

- **Substrateigenschaften und -abbau**

Säurekapazität

Chemischer Sauerstoffbedarf

Schwefelverbindungen

Stickstoffverbindungen

Schwermetalle

- **Betriebsparameter**

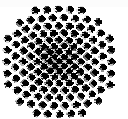
organische Säuren

Temperatur

Druck

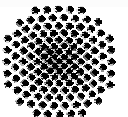
pH-Wert

Sauerstoff

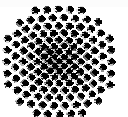
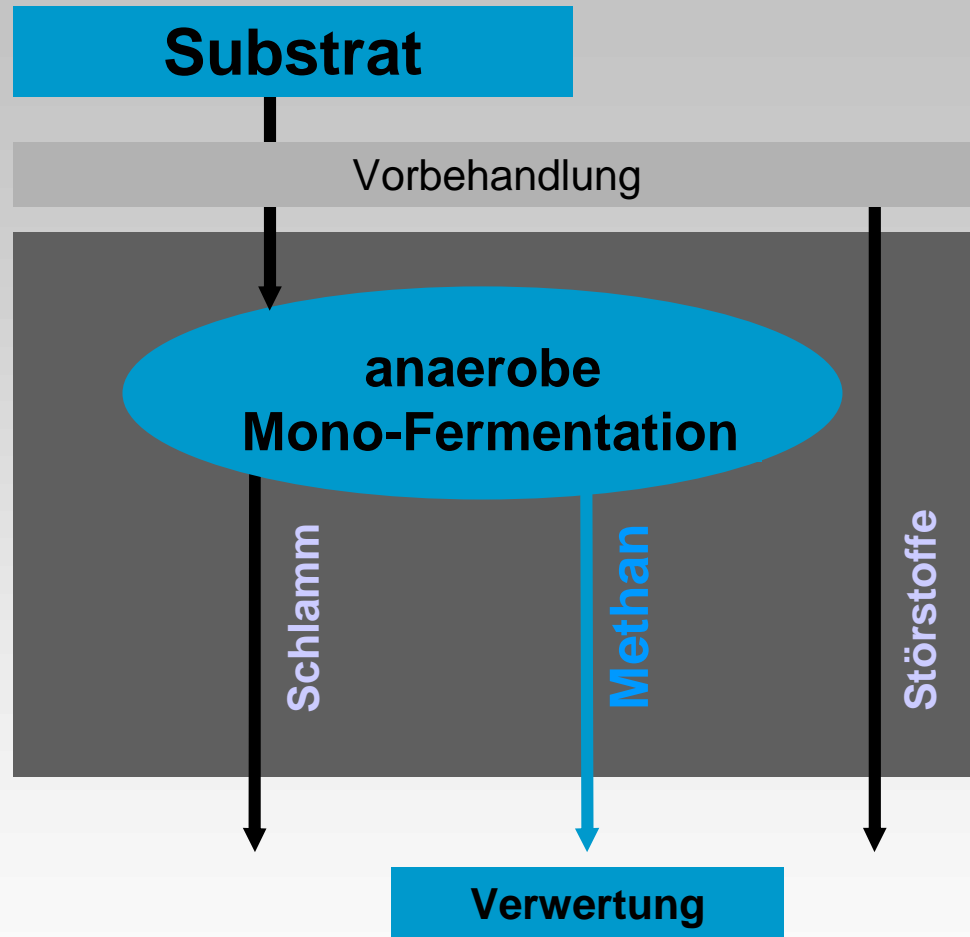


Einflussgrößen auf den anaeroben Abbauprozess

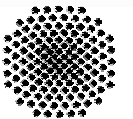
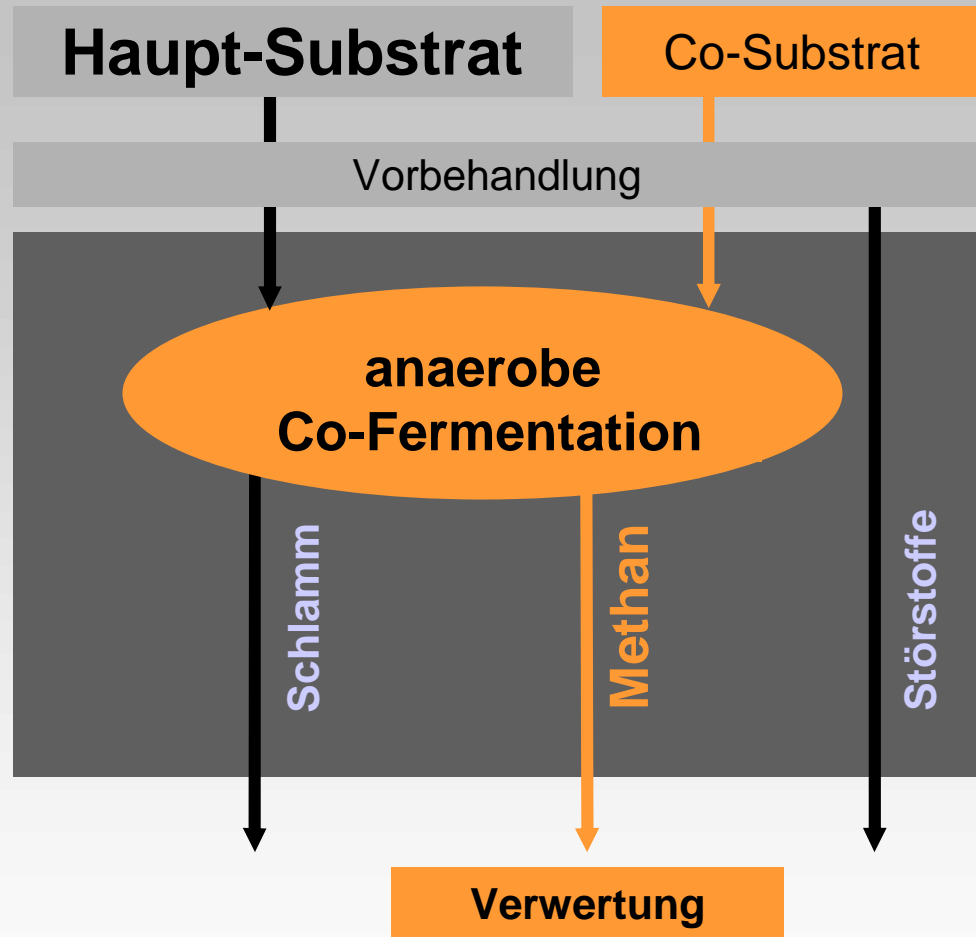
- **Substrateigenschaften und -abbau**
 - Säurekapazität
 - Chemischer Sauerstoffbedarf
 - Schwefelverbindungen
 - Stickstoffverbindungen
 - Schwermetalle
- **Betriebsparameter**
 - organische Säuren
 - Temperatur
 - Druck
 - pH-Wert
 - Sauerstoff
- **Prozessparameter**
 - Reaktordurchmischung
 - hydraulische Verweilzeit



Mono-Fermentation

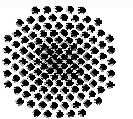


Co-Fermentation



Anforderungen an die Substrate

- **allgemeine Anforderungen**
- **seuchenhygienische Anforderungen**
- **Kenntnis des Faulverhaltens**
- **Kenntnis der Rückbelastung**



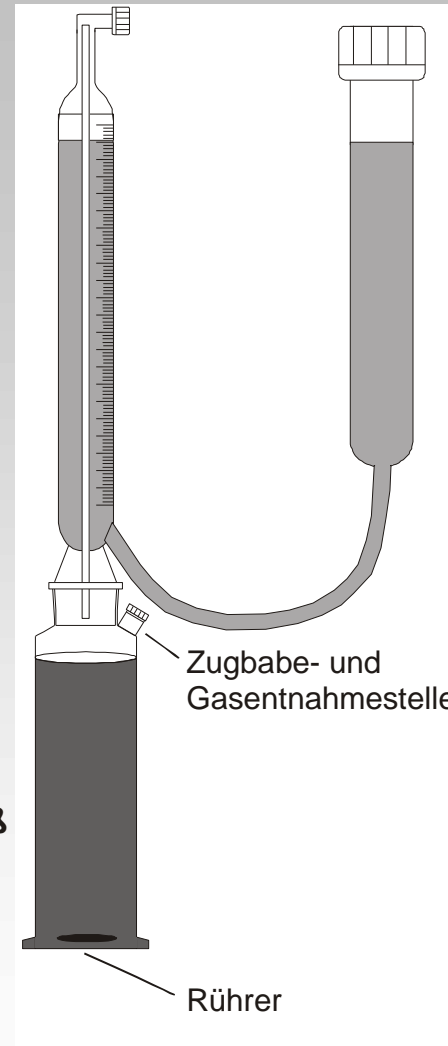
anaerober Abbautest

Labor-Batch-Modus



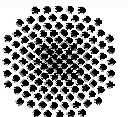
Eudiometer

Reaktionsgefäß



Ausgleichsgefäß
für Sperrflüssigkeit

Rührer

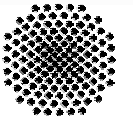


Substrate

kommunaler
Klärschlamm



**Mono-
Fermentation**



Substrate

kommunaler Klärschlamm

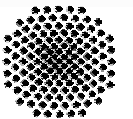


**Mono-
Fermentation**

Speisereste



**Co-
Fermentation**



Substrate

kommunaler Klärschlamm



Mono-Fermentation

Speisereste

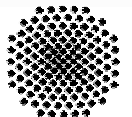


Co-Fermentation

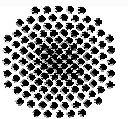
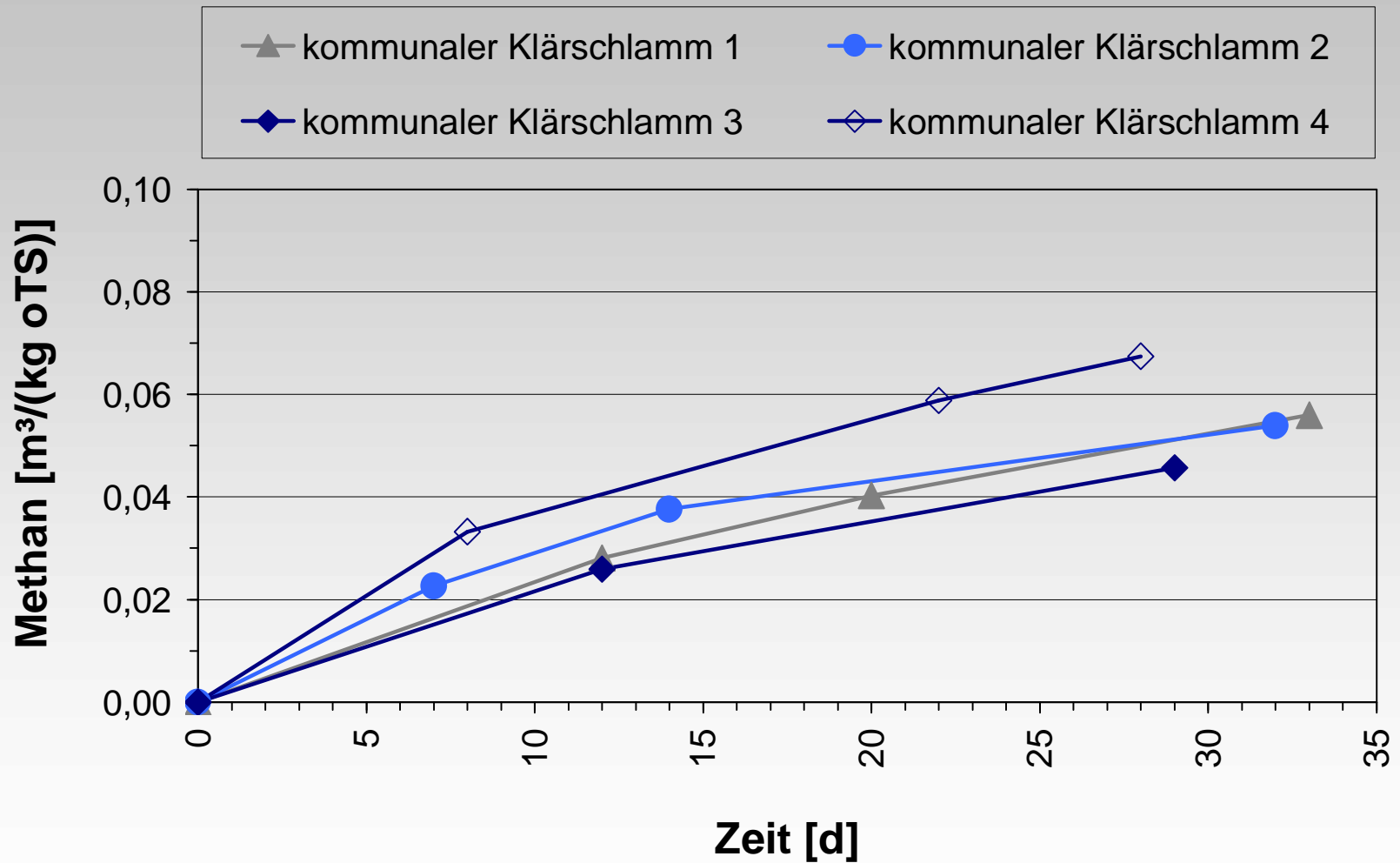
Konzentrate aus der TVI



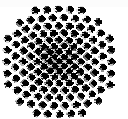
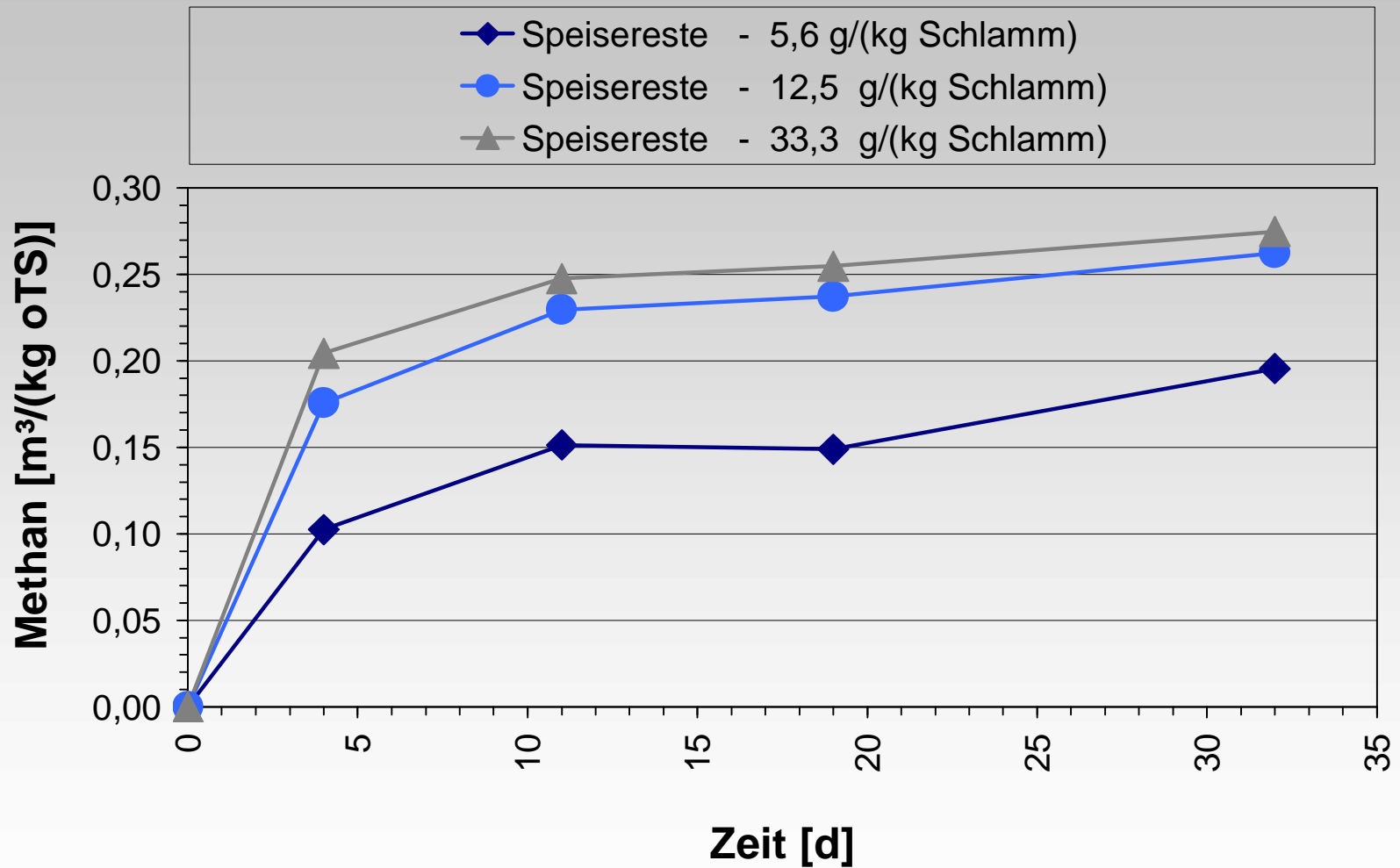
Co-Fermentation



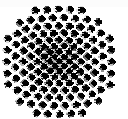
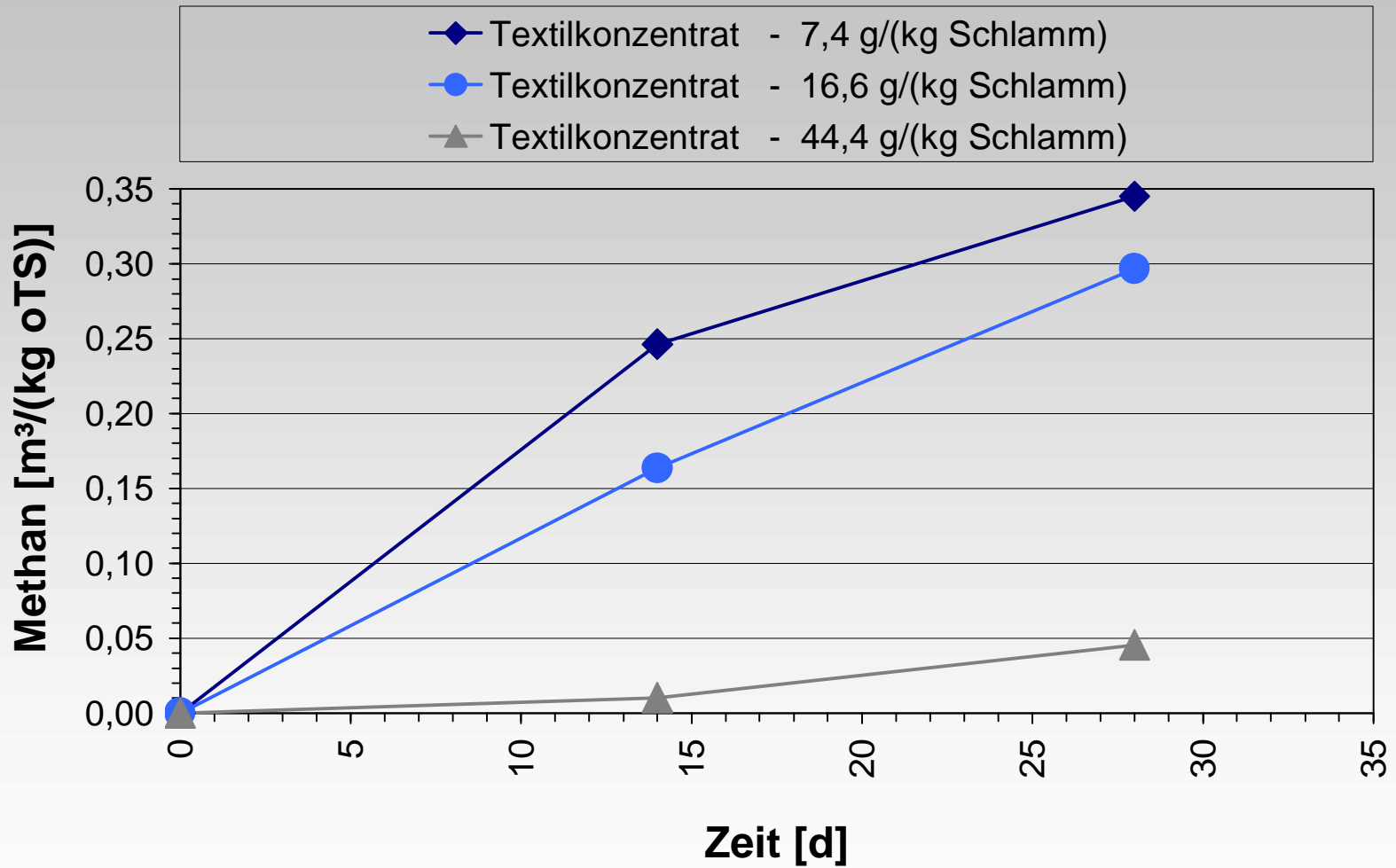
Methanproduktion: kommunaler Klärschlamm



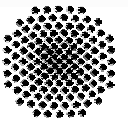
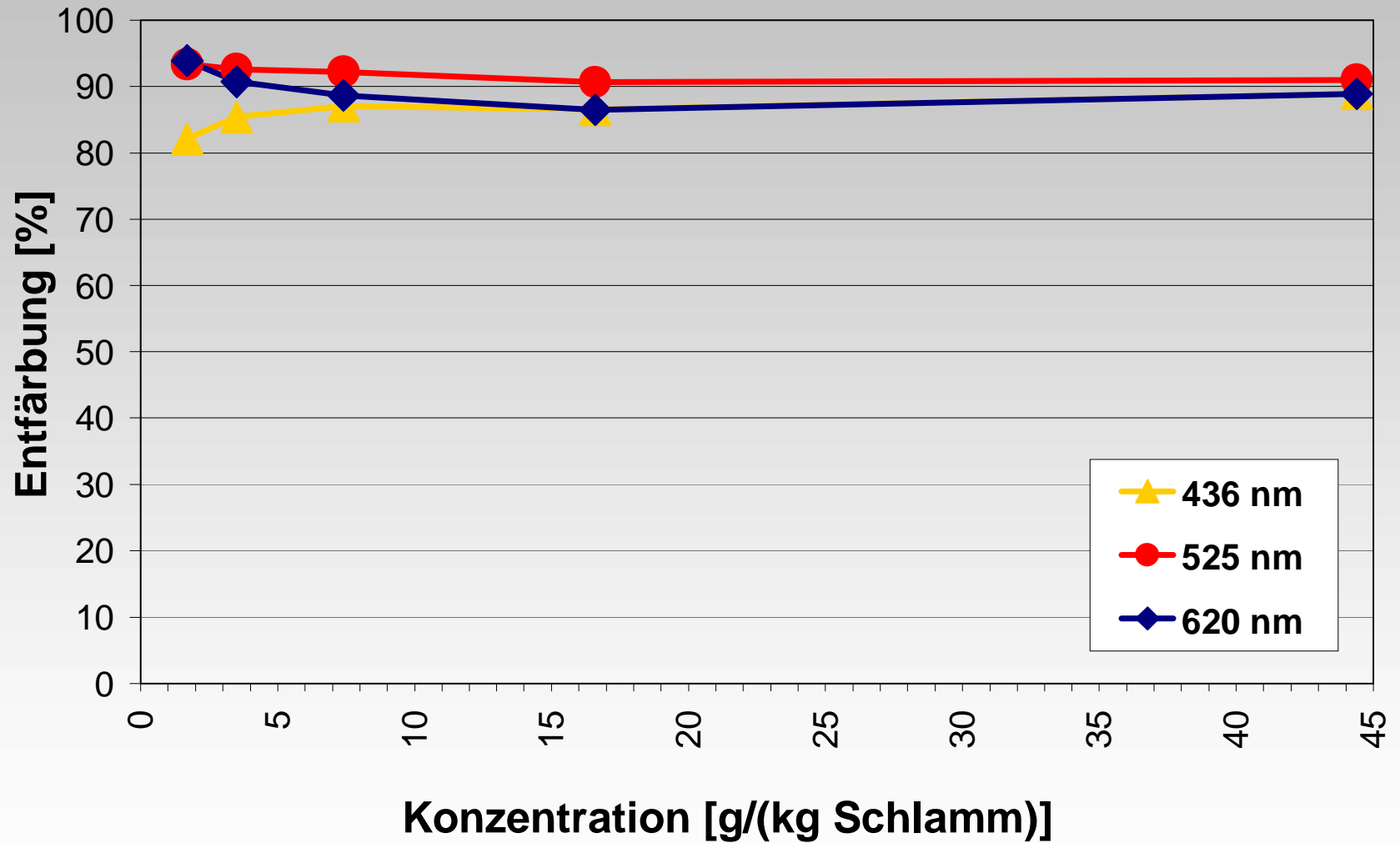
Methanproduktion: Speisereste



Methanproduktion: Konzentrate aus der TVI

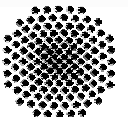


Entfärbung: Konzentrate aus der TVI



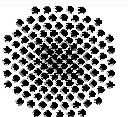
Methangasproduktion verschiedener Substrate

Substrat	TS [%]	oTS [% von TS]	CH ₄ – Produktion [m ³ /(kg oTS)]
div. Getreidesorten	85 - 90	85 - 89	0,3 – 0,6
Grassilage	21 - 23	76 - 80	0,4 – 0,5
Kartoffelkraut	25	76	0,5 – 0,6
Bioabfall (Haustonnen)	60 - 75	30 - 70	0,2 – 0,6
Schweinegülle	5 - 7	77 - 85	0,2 – 0,3
kommunaler Klärschlamm	13 - 21	51 - 57	0,1
Biertreber	20 - 22	87 - 90	0,6 – 0,7
Speisereste (Großküchen)	13	94	0,1 – 0,2
Fettabscheiderinhalt	35 - 70	96	0,6 – 1,0
Konzentrat aus der TVI	12	34	< 0,1



Zu berücksichtigen bei der großtechnischen Realisierung

- **Kenntnis des Faulverhaltens**
- **optimale Randbedingungen für Prozess schaffen**
- **Verwertung/Entsorgung der Faulprodukte sicherstellen**
- **Co-Fermentation:
Auswirkungen des Co-Substrates auf
Behandlungsziel vom Hauptsubstrat**



Zusammenfassung und Ausblick

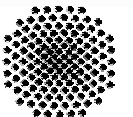
Fossile Energie ist begrenzt

β

**Methangasgewinnung durch
anaerobe Fermentation**

β

Ausblick



2. Deutsch - Brasilianisches Symposium

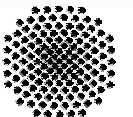


2. Sípósio Brasil – Alemanha

12. - 15. September 2005

Methangasgewinnung durch anaerobe Fermentation von Reststoffen

Dr.-Ing. Daniela Neuffer



2. Deutsch - Brasilianisches Symposium

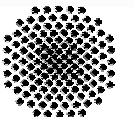


2. Sípósio Brasil – Alemanha

12. - 15. September 2005

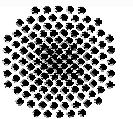
Methangasgewinnung durch anaerobe Fermentation von Reststoffen

Dr.-Ing. Daniela Neuffer



Inhalt

- **Einführung**
- **anaerobe Fermentation**
- **Methoden und Materialien**
- **Ergebnisse**
- **Zusammenfassung und Ausblick**



Energiearten

fossile Energie

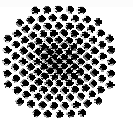
Erdöl

Erdgas

Kohle

Torf

Einführung



Energiearten

fossile Energie

Erdöl

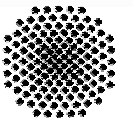
Erdgas

Kohle

Torf

P Vorkommen begrenzt

Einführung



Energiearten

fossile Energie

Erdöl

Erdgas

Kohle

Torf

P Vorkommen begrenzt

erneuerbare Energie

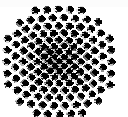
Sonne

Wasser

Geowärme

Windkraft

Biomase



Energiearten

fossile Energie

Erdöl

Erdgas

Kohle

Torf

P Vorkommen begrenzt

erneuerbare Energie

Sonne

Wasser

Geowärme

Windkraft

Biomase

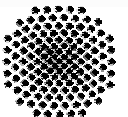
kultivierte
Biomase

Reststoffe

häusliche

landwirtschaftliche

industrielle



Biomasse



Raps



Zuckerrohr

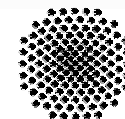
kultivierte Biomasse



Getreide



Sonnenblumen

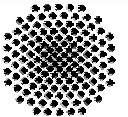


häusliche Reststoffe



Biomüll

kommunaler
Klärschlamm



häusliche Reststoffe



Biomüll

kommunaler
Klärschlamm

landwirtschaftliche Reststoffe

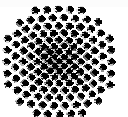


Kartoffelkraut

Stroh

Grassilage

Gülle



häusliche Reststoffe



Biomüll

kommunaler
Klärschlamm

landwirtschaftliche Reststoffe



Kartoffelkraut

Stroh

Grassilage

Gülle

industrielle Reststoffe



Speisereste



Fettabscheiderinhalte

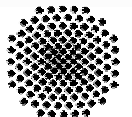


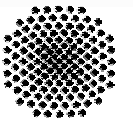
Biertreber
Kartoffelschlempe

Konzentrate aus der TVI



Schlachtabfälle





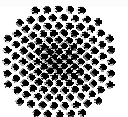
Hydrolyse

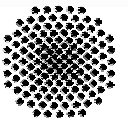
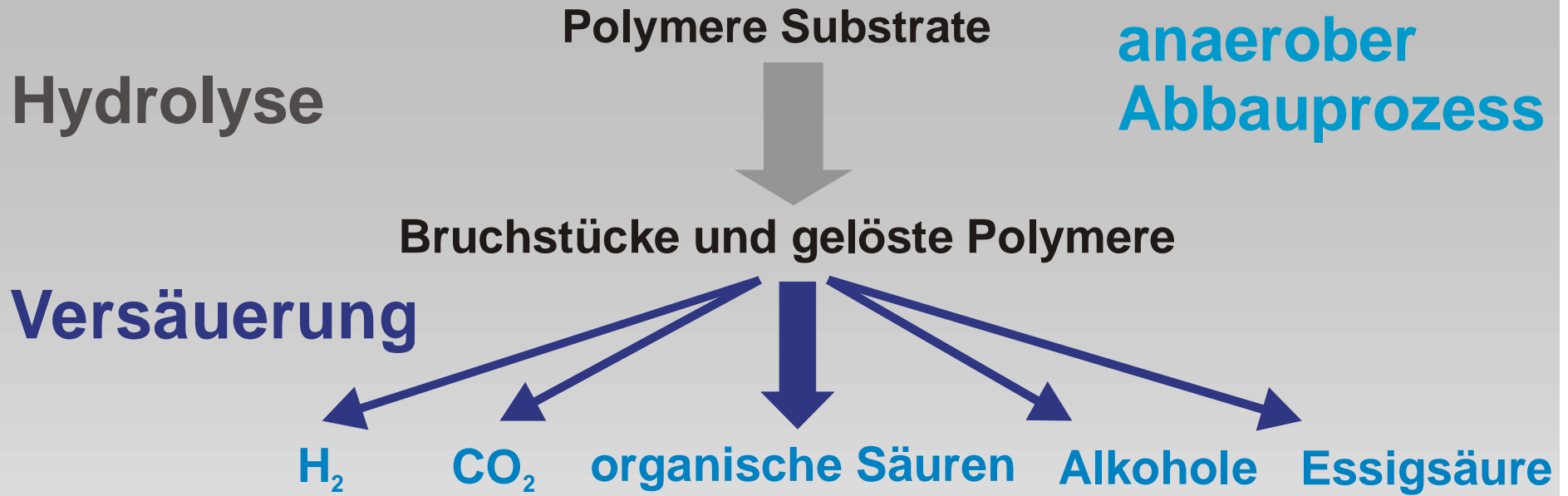
Polymere Substrate

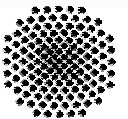
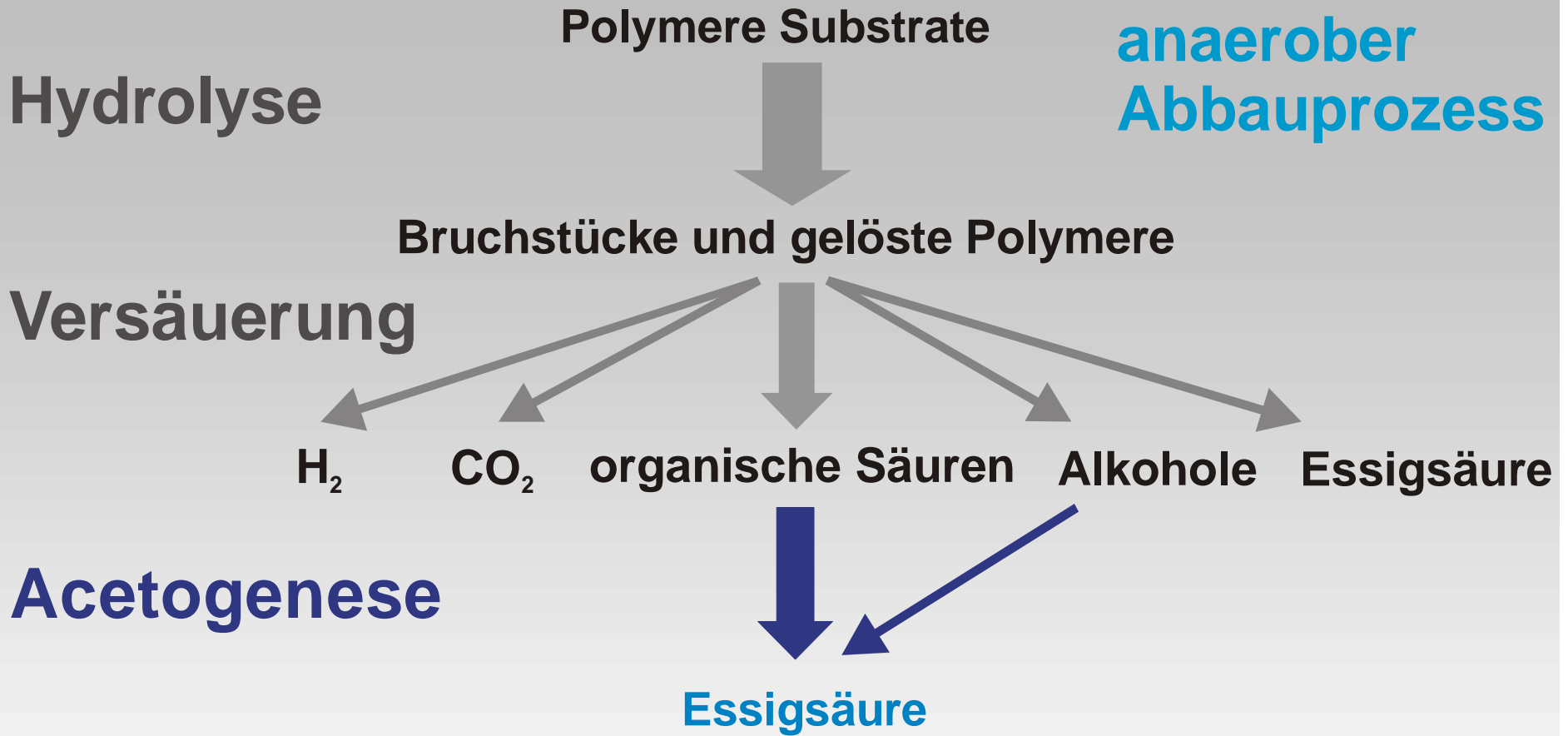
anaerober
Abbauprozess

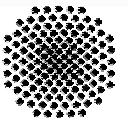
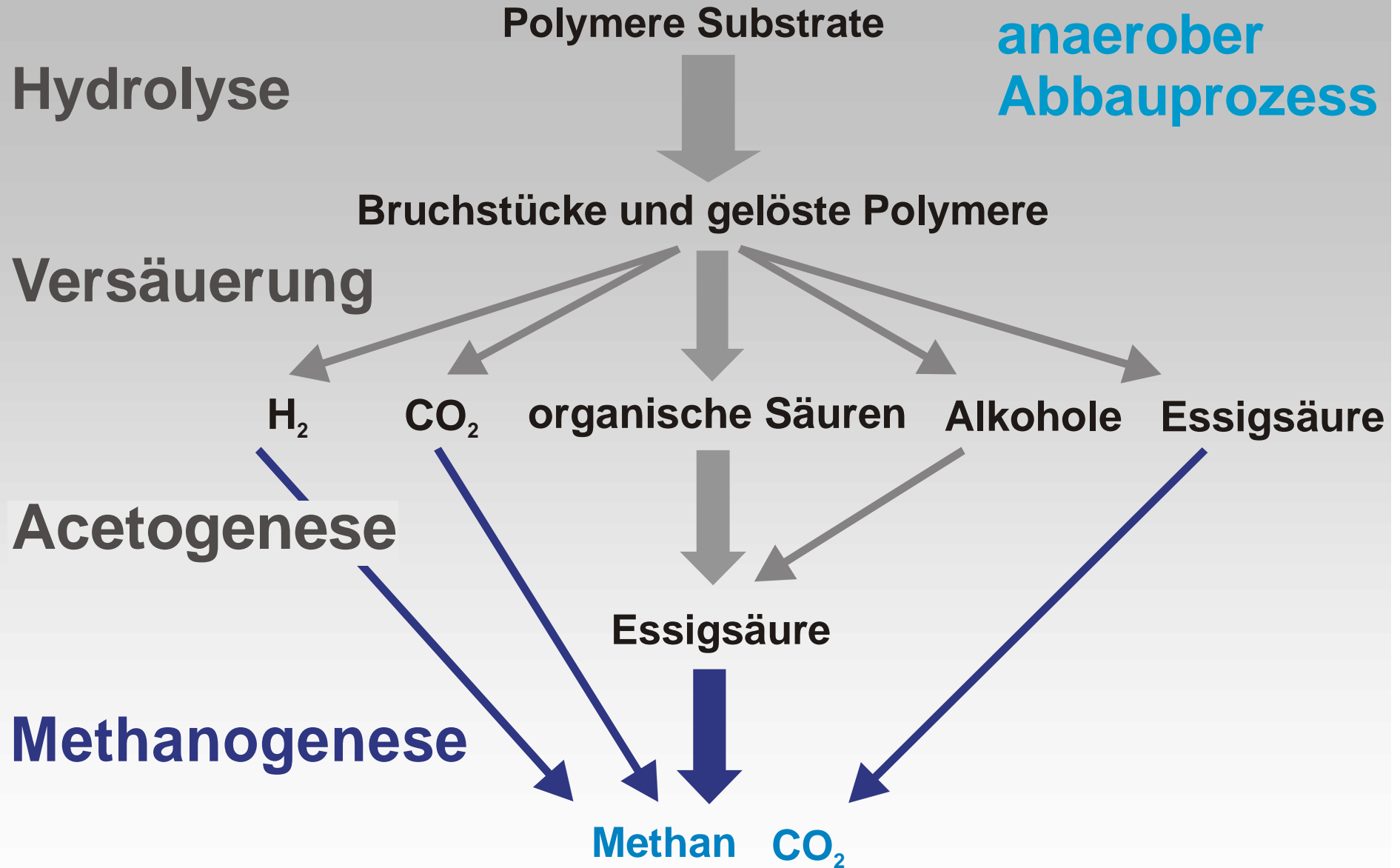


Bruchstücke und gelöste Polymere









Einflussgrößen auf den anaeroben Abbauprozess

- **Substrateigenschaften und -abbau**

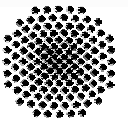
Säurekapazität

Chemischer Sauerstoffbedarf

Schwefelverbindungen

Stickstoffverbindungen

Schwermetalle



Einflussgrößen auf den anaeroben Abbauprozess

- **Substrateigenschaften und -abbau**

Säurekapazität

Chemischer Sauerstoffbedarf

Schwefelverbindungen

Stickstoffverbindungen

Schwermetalle

- **Betriebsparameter**

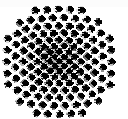
organische Säuren

Temperatur

Druck

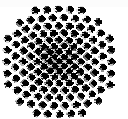
pH-Wert

Sauerstoff

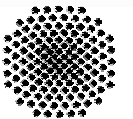
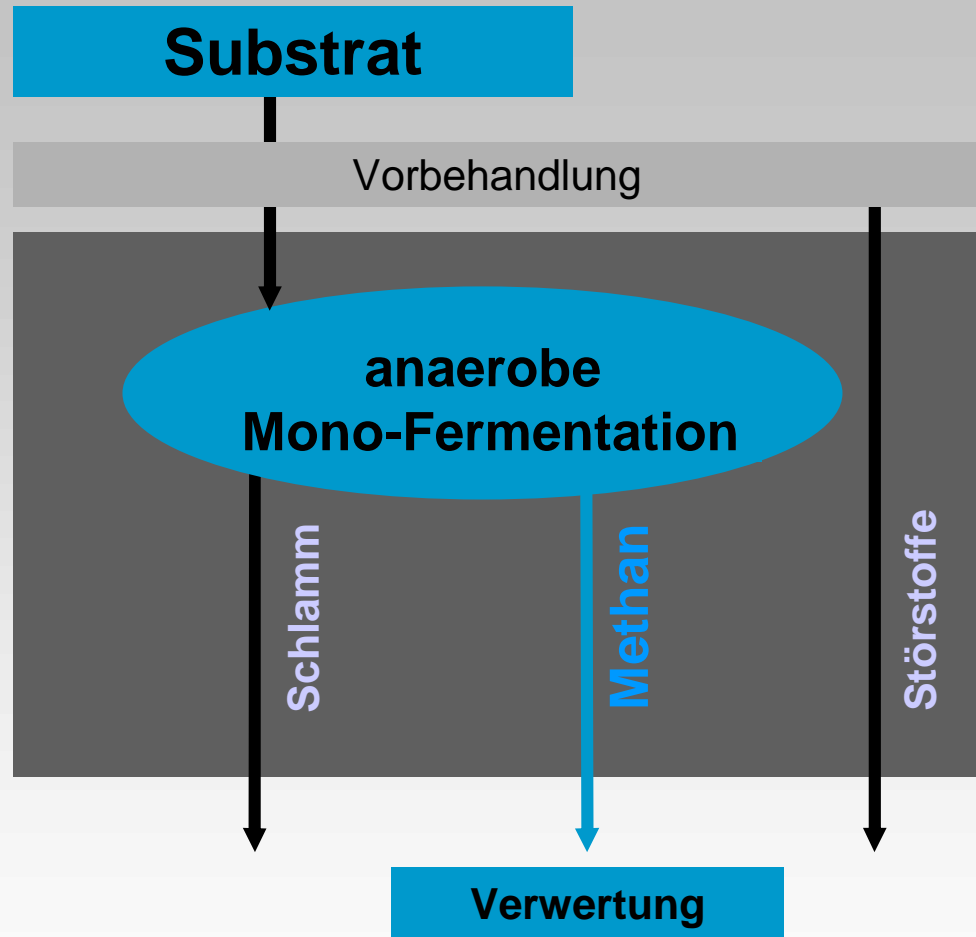


Einflussgrößen auf den anaeroben Abbauprozess

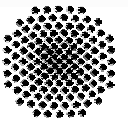
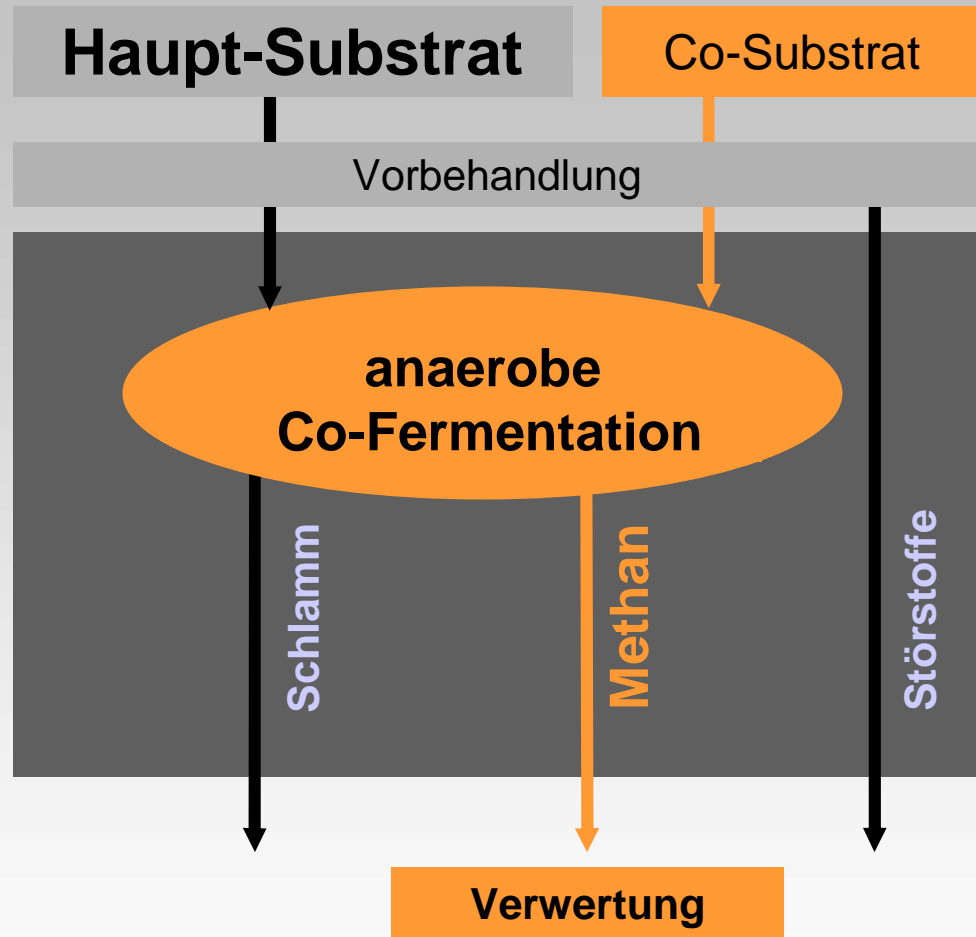
- **Substrateigenschaften und -abbau**
 - Säurekapazität
 - Chemischer Sauerstoffbedarf
 - Schwefelverbindungen
 - Stickstoffverbindungen
 - Schwermetalle
- **Betriebsparameter**
 - organische Säuren
 - Temperatur
 - Druck
 - pH-Wert
 - Sauerstoff
- **Prozessparameter**
 - Reaktordurchmischung
 - hydraulische Verweilzeit



Mono-Fermentation

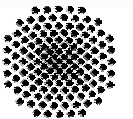


Co-Fermentation



Anforderungen an die Substrate

- **allgemeine Anforderungen**
- **seuchenhygienische Anforderungen**
- **Kenntnis des Faulverhaltens**
- **Kenntnis der Rückbelastung**



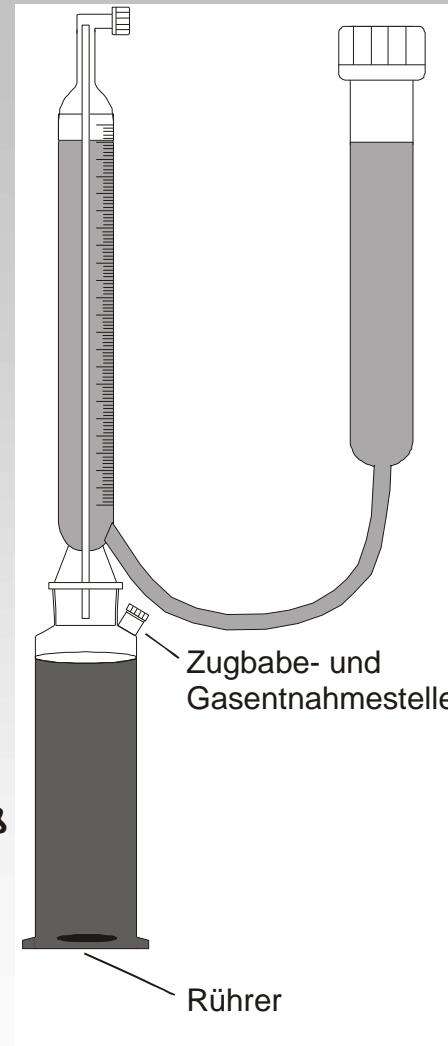
anaerober Abbautest

Labor-Batch-Modus



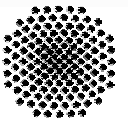
Eudiometer

Reaktionsgefäß



Ausgleichsgefäß
für Sperrflüssigkeit

Rührer

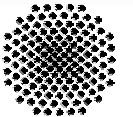


Substrate

kommunaler
Klärschlamm



**Mono-
Fermentation**



Substrate

kommunaler Klärschlamm

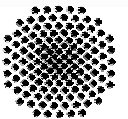


**Mono-
Fermentation**

Speisereste



**Co-
Fermentation**



Substrate

kommunaler Klärschlamm



Mono-Fermentation

Speisereste

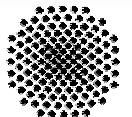


Co-Fermentation

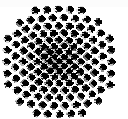
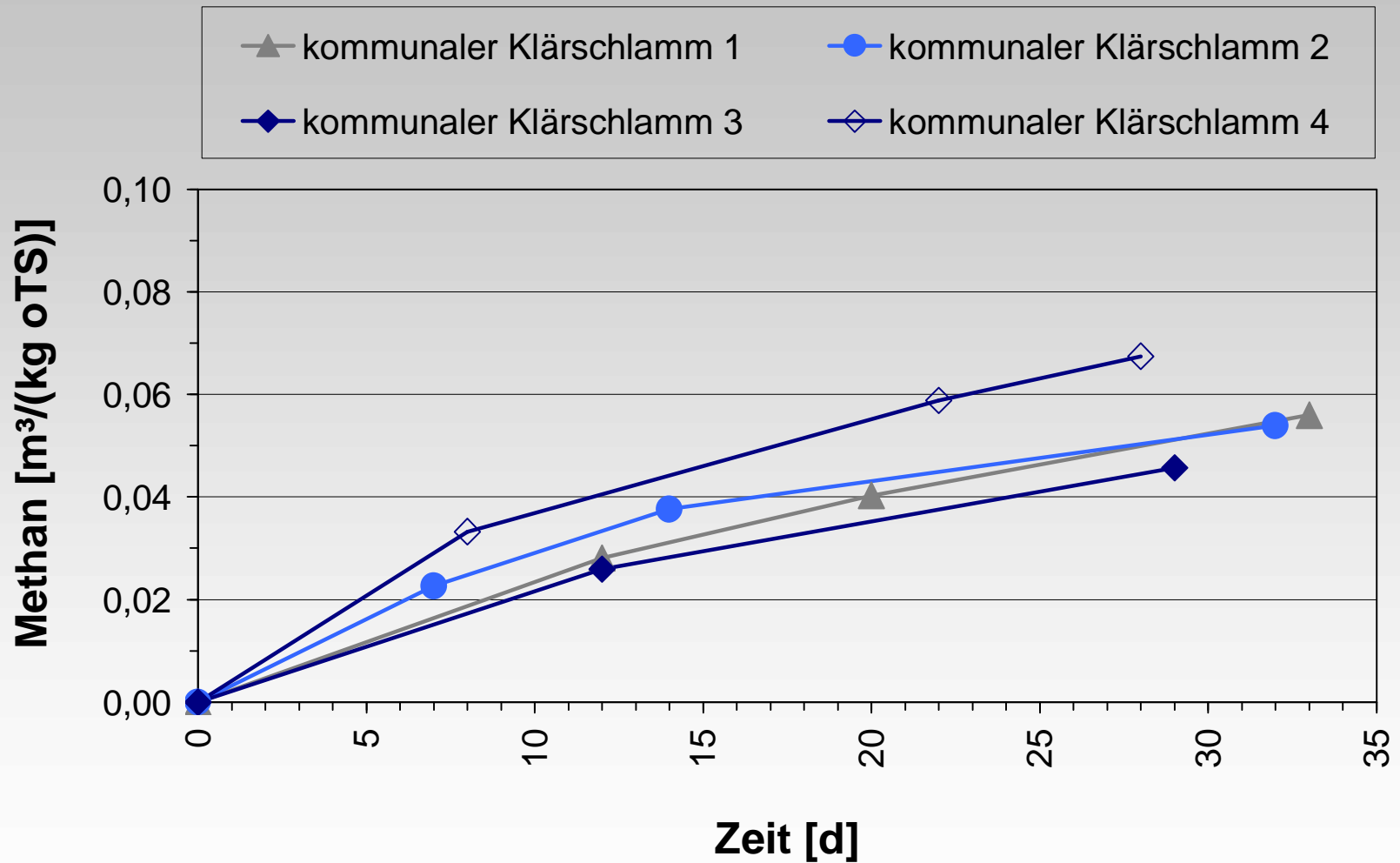
Konzentrate aus der TVI



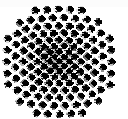
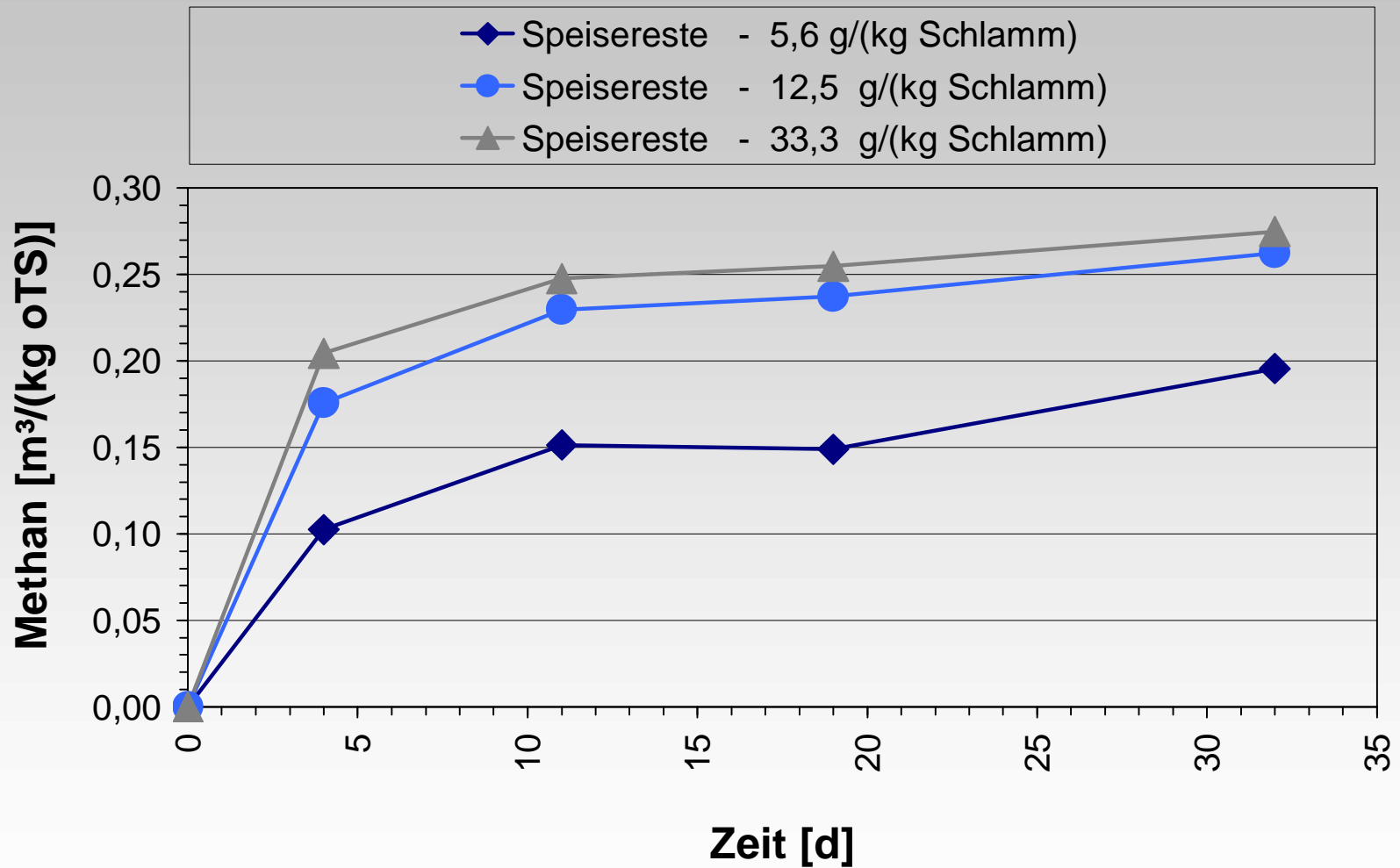
Co-Fermentation



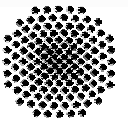
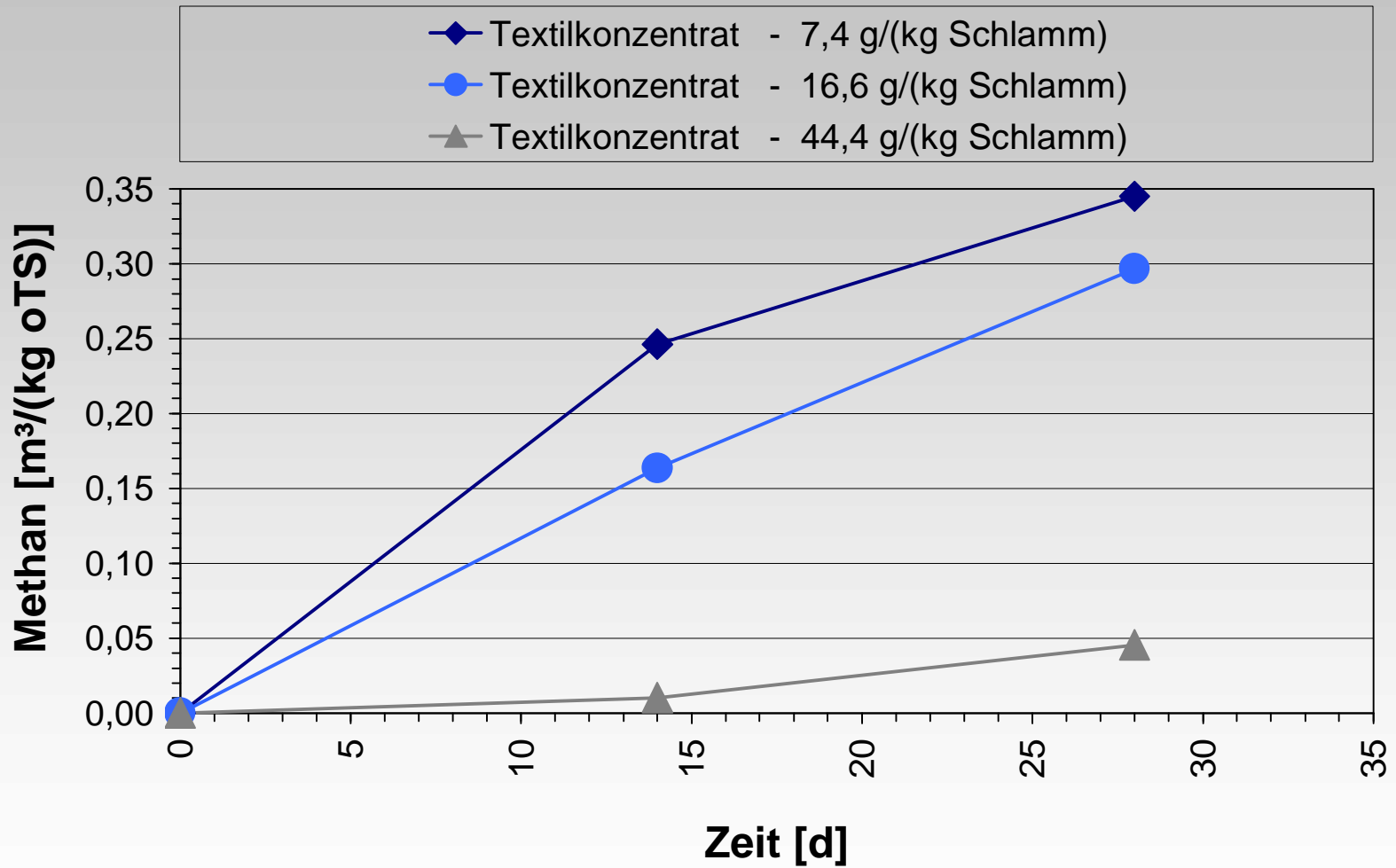
Methanproduktion: kommunaler Klärschlamm



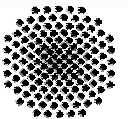
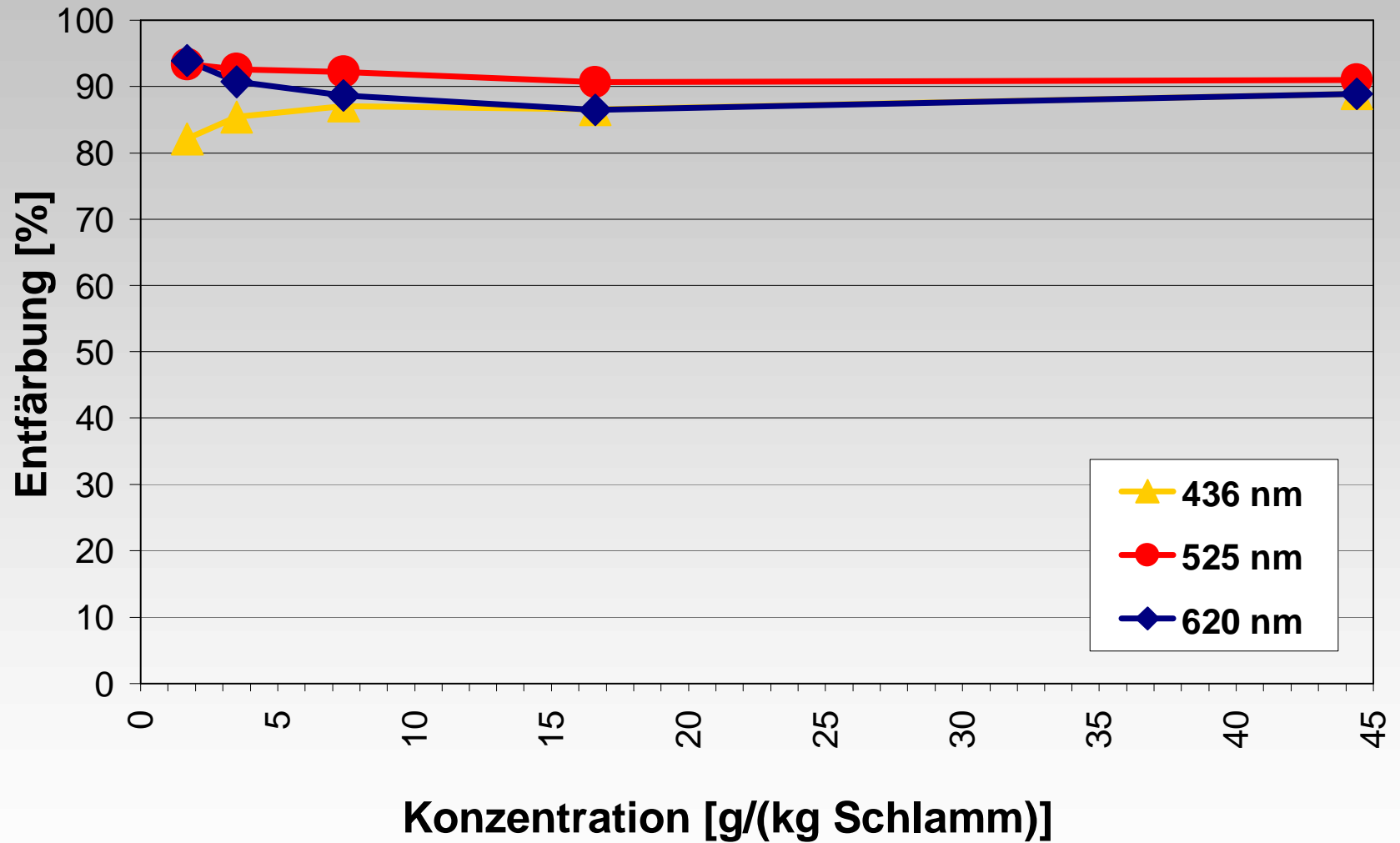
Methanproduktion: Speisereste



Methanproduktion: Konzentrate aus der TVI

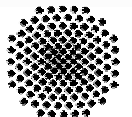


Entfärbung: Konzentrate aus der TVI



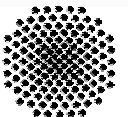
Methangasproduktion verschiedener Substrate

Substrat	TS [%]	oTS [% von TS]	CH ₄ – Produktion [m ³ /(kg oTS)]
div. Getreidesorten	85 - 90	85 - 89	0,3 – 0,6
Grassilage	21 - 23	76 - 80	0,4 – 0,5
Kartoffelkraut	25	76	0,5 – 0,6
Bioabfall (Haustonnen)	60 - 75	30 - 70	0,2 – 0,6
Schweinegülle	5 - 7	77 - 85	0,2 – 0,3
kommunaler Klärschlamm	13 - 21	51 - 57	0,1
Biertreber	20 - 22	87 - 90	0,6 – 0,7
Speisereste (Großküchen)	13	94	0,1 – 0,2
Fettabscheiderinhalt	35 - 70	96	0,6 – 1,0
Konzentrat aus der TVI	12	34	< 0,1



Zu berücksichtigen bei der großtechnischen Realisierung

- **Kenntnis des Faulverhaltens**
- **optimale Randbedingungen für Prozess schaffen**
- **Verwertung/Entsorgung der Faulprodukte sicherstellen**
- **Co-Fermentation:
Auswirkungen des Co-Substrates auf
Behandlungsziel vom Hauptsubstrat**



Zusammenfassung und Ausblick

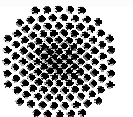
Fossile Energie ist begrenzt

β

**Methangasgewinnung durch
anaerobe Fermentation**

β

Ausblick



2. Deutsch - Brasilianisches Symposium



2. Sípósio Brasil – Alemanha

12. - 15. September 2005

Methangasgewinnung durch anaerobe Fermentation von Reststoffen

Dr.-Ing. Daniela Neuffer

