

Einblick in die Technologie der Hydrothermalen Carbonisierung (HTC)

Biokohle – Mittels Recycling von organischen Abfällen zu Wertstoffen mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten

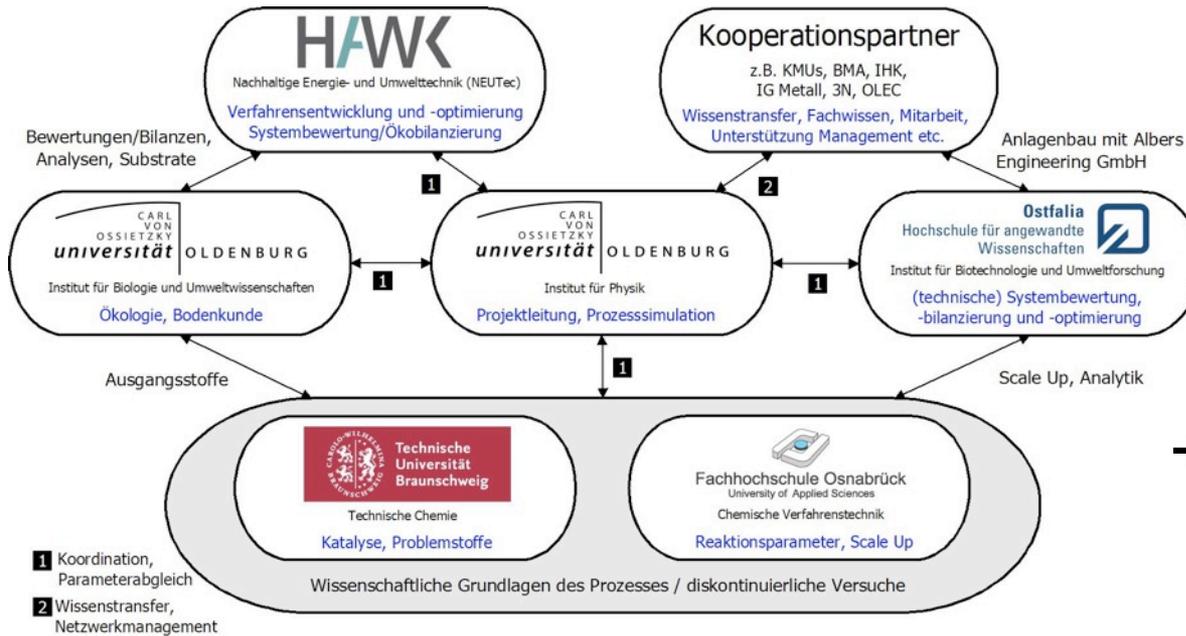
Materials Valley e.V., Alzenau 26.03.2015



Dipl. Phys. Thomas Greve

Institut für Chemie
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Projektübersicht „HTC in Niedersachsen“



+ Institut für Chemie
+ Univ. Oldenburg



Motivation am Beispiel Niedersachsen

- Landschaftspflegematerial: 900.000 t TM/Jahr
- Klärschlamm: 170.000 bis 220.000 t TM/Jahr
- Gülle, Mist, Gärreste: knapp 60 Mio. t
(Überschuss von ca. 15 Mio. t)
- Überdüngung → Stickstoffproblematik
- Torfabbau → CO₂-Ausstoß,
Zerstörung der Moore

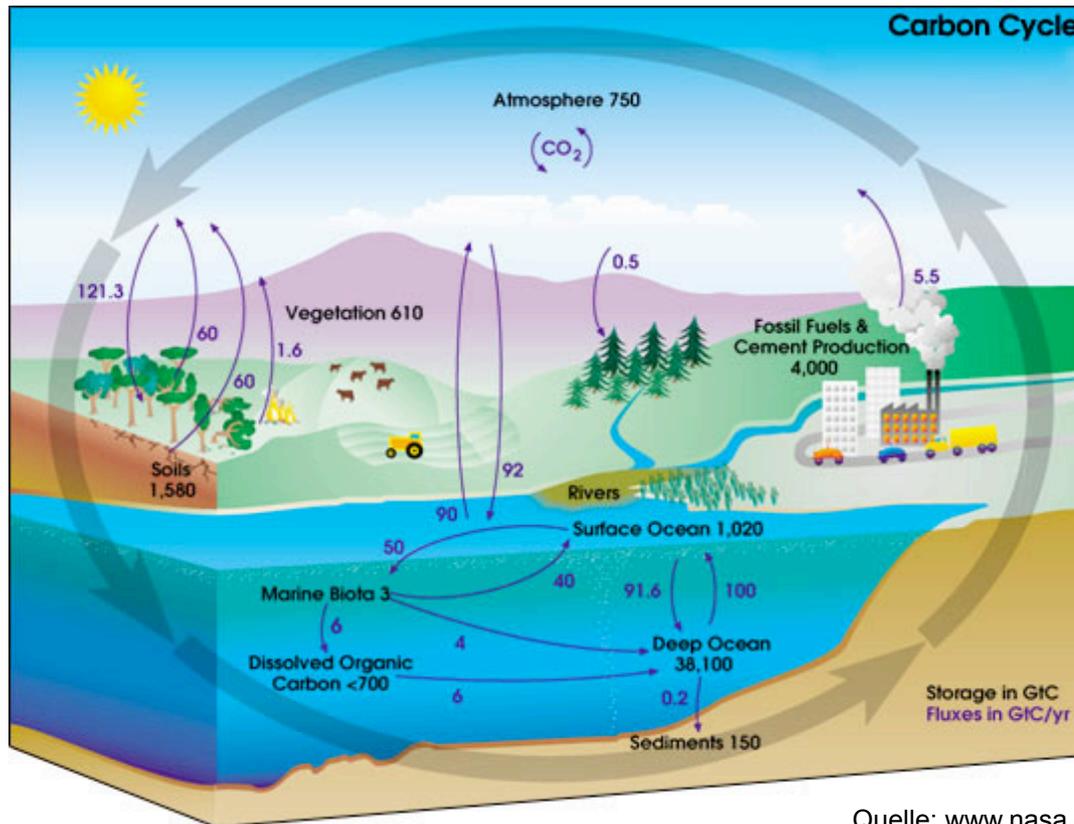


■ Guter Zustand
■ Schlechter Zustand

Kohlenstoffkreislauf

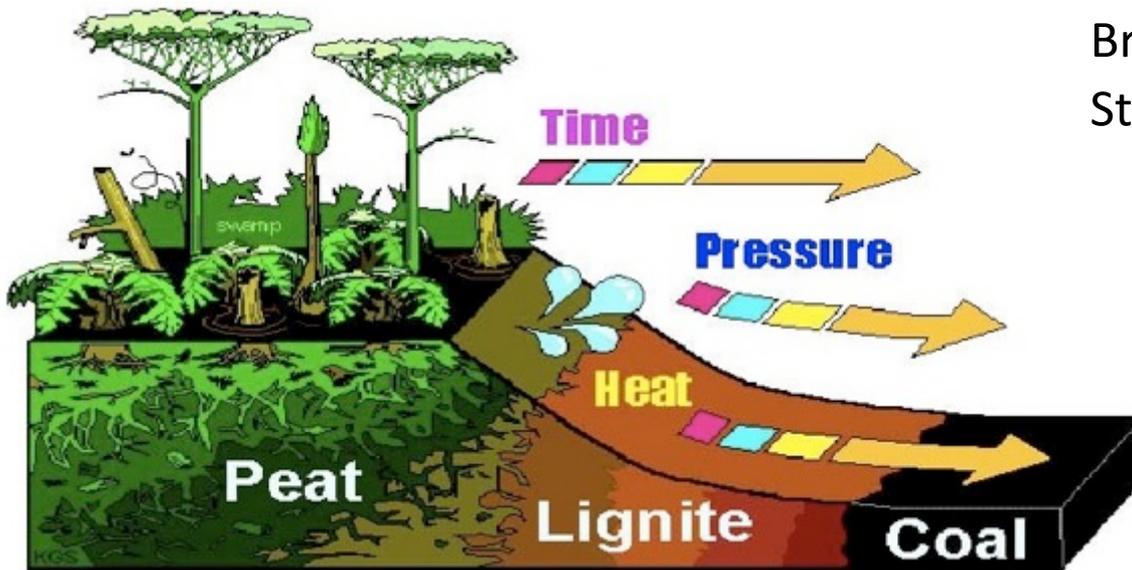
„Biokohle“ – Eines der derzeit wichtigsten wissenschaftlichen Themen.

Prof. Lucht, Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK)



Quelle: www.nasa.org

Natürliche Inkohlung



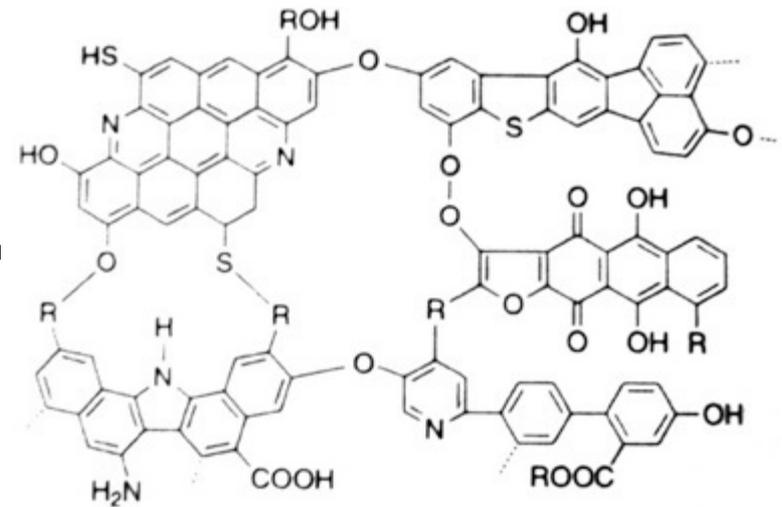
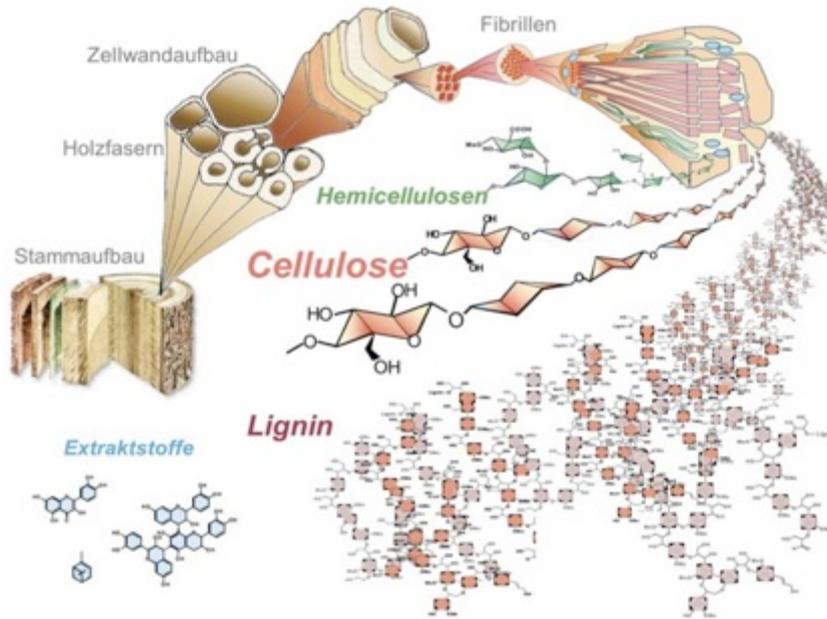
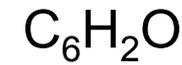
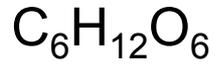
Source: <http://waterquality.montana.edu/docs/photo/coalification.shtml>

	Zeit/a
Torf	500-5.000
Braunkohle	50.000-50 Mio.
Steinkohle	150 Mio.

Biomass



Coal

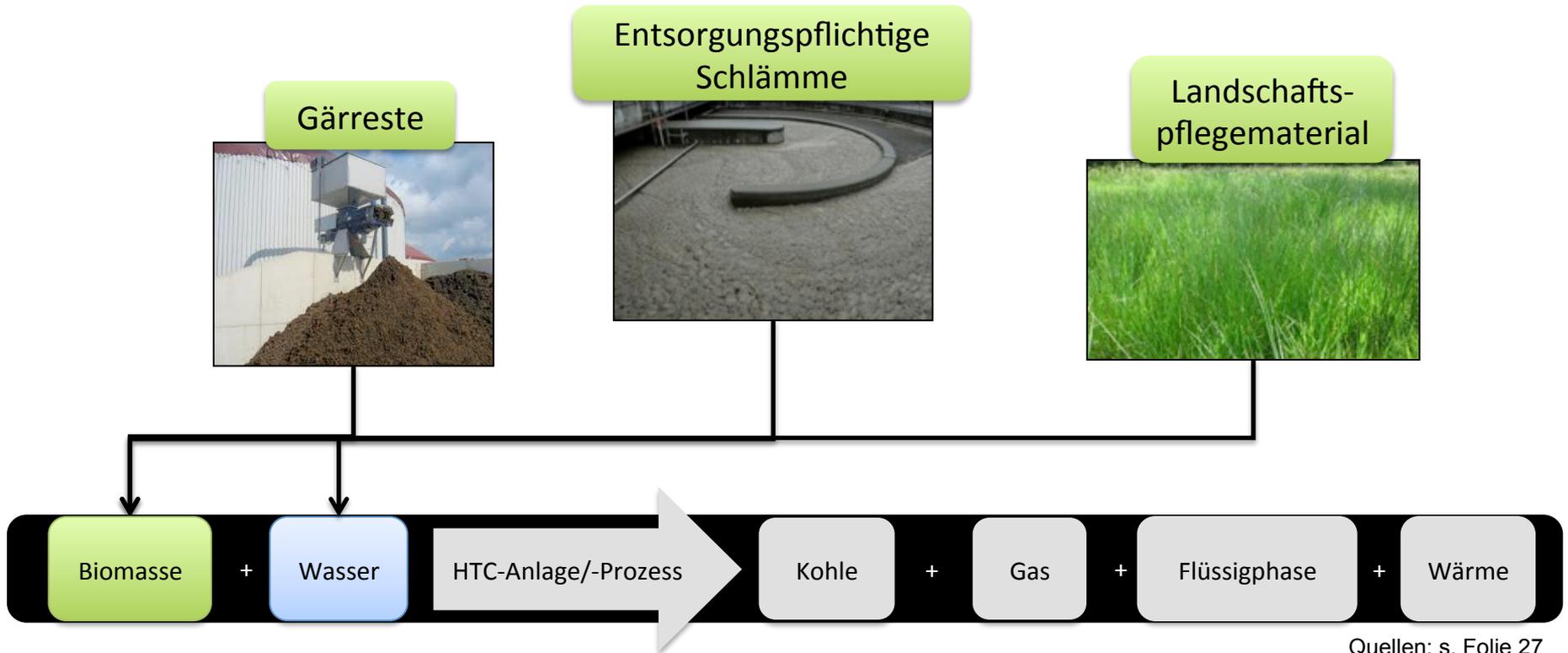


Source: F. Behrendt. Studie und Bewertung zum Thema Direktverflüssigung von Biomasse: Reaktionsmechanismen und Produktverteilungen. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2006

Source: M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, und A. Renken. Technische Chemie. Wiley-VCH-Verlag, 2006

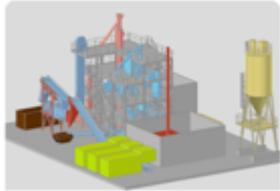
Substrate der HTC

- Rest- und Abfallstoffe, nasse/ligninhaltige/belastete Biomasse



Quellen: s. Folie 27

HTC-Anlagenbau



SunCoal Industries



Artec Biotechnologie



TFC Engineering (Liechtenstein)



Terra Nova Energy



AVA-CO2 (Schweiz)



Ingelia (Spanien)



Carbon Solutions



Quellen s. Folie 27

Prozess der HTC



T ca. 200 °C
 p ca. 20 bar
 „Entwässerung“



1 h

3 h

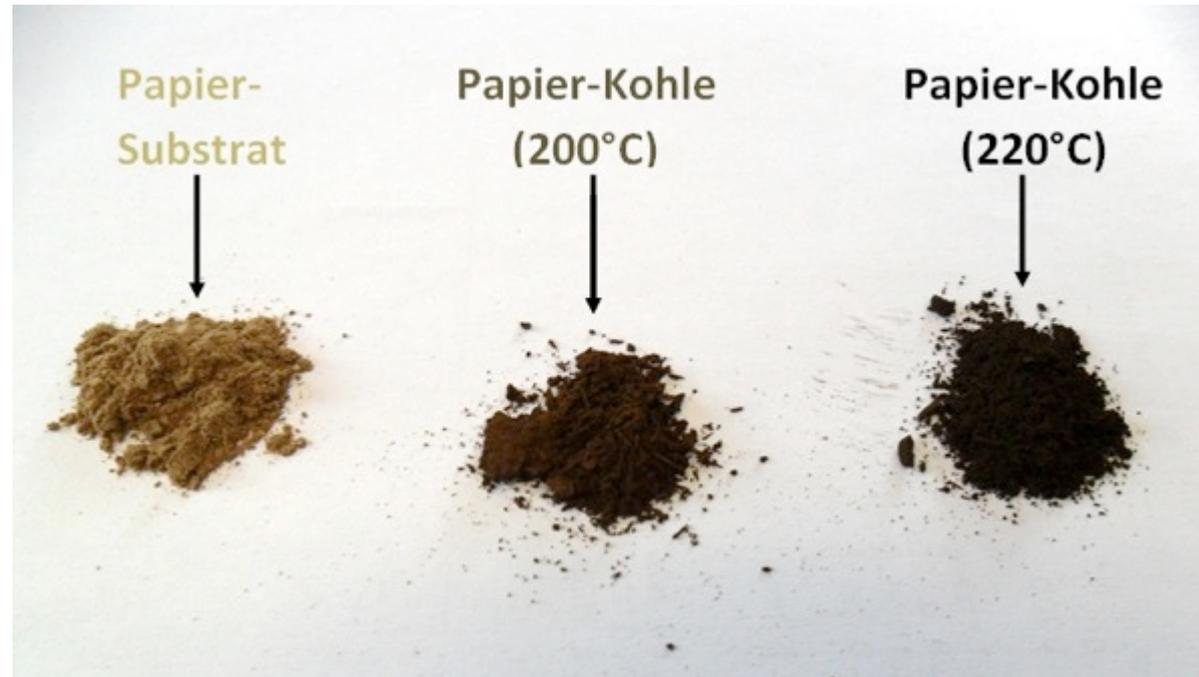
6 h



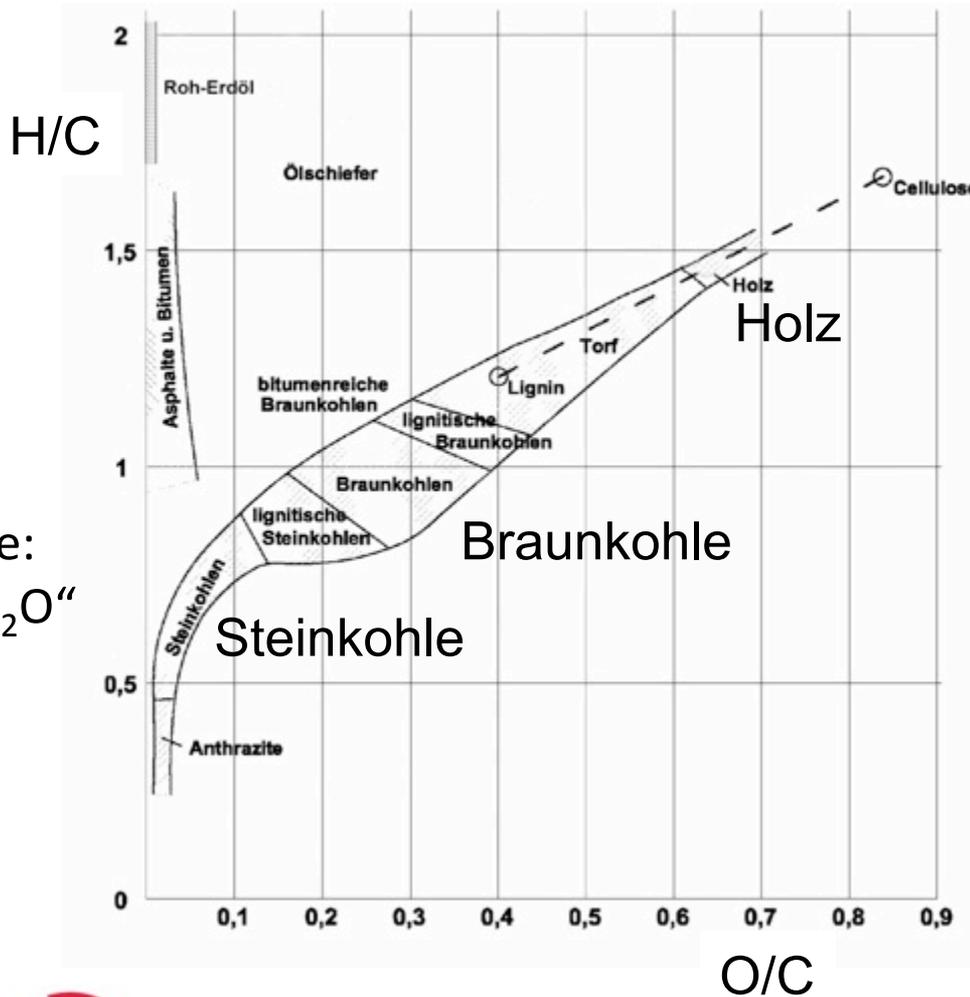
Fotos: J. Pfungstmann

Produkte Temperaturabhängigkeit

Aus: „Ermittlung von Betriebsdaten und Optimierungsparameter für den HTC-Prozess“, Bachelorarbeit von Christoph Krüger, Ostfalia HaW Wolfenbüttel, 2011



Prozess der Inkohlung



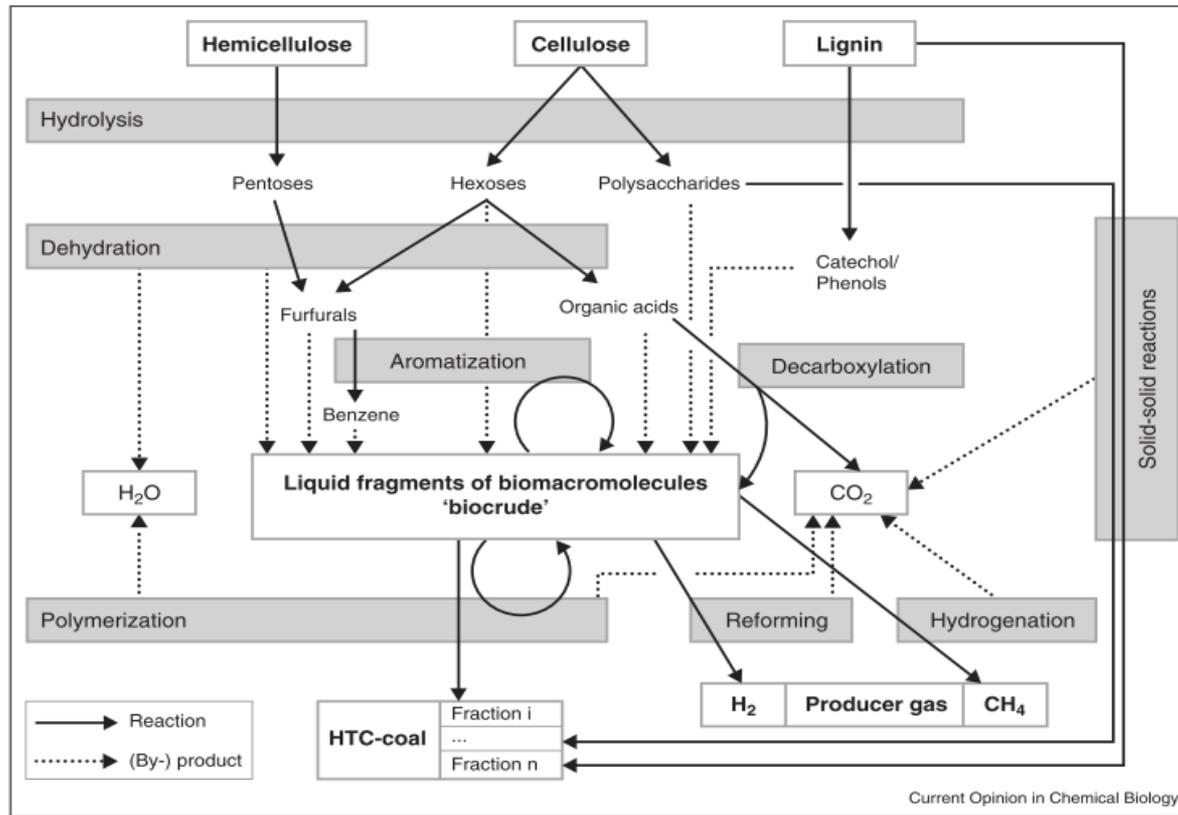
Biomasse:
 $C_6H_{12}O_6$

Kohle:
„ C_6H_2O “

Quelle:
F. Behrendt. Studie und Bewertung zum Thema Direktverflüssigung von Biomasse: Reaktionsmechanismen und Produktverteilungen. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2006.

Prozess-Schema der HTC

Figure 2

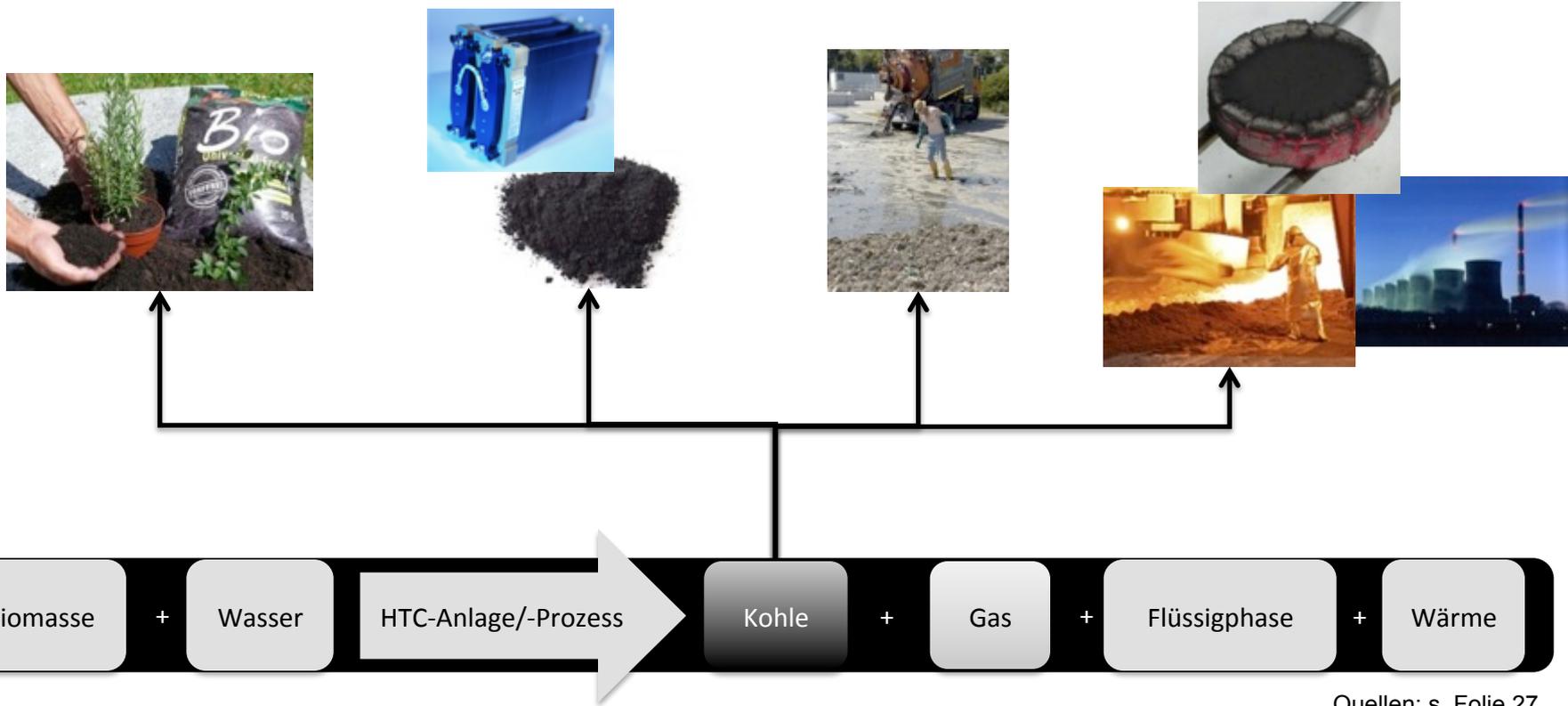


Principle reaction pathways of hydrothermal carbonization.
 Adapted from A Funke, PhD thesis, Technische Universität Berlin, 2012.

Kohlenstoff-Bilanz

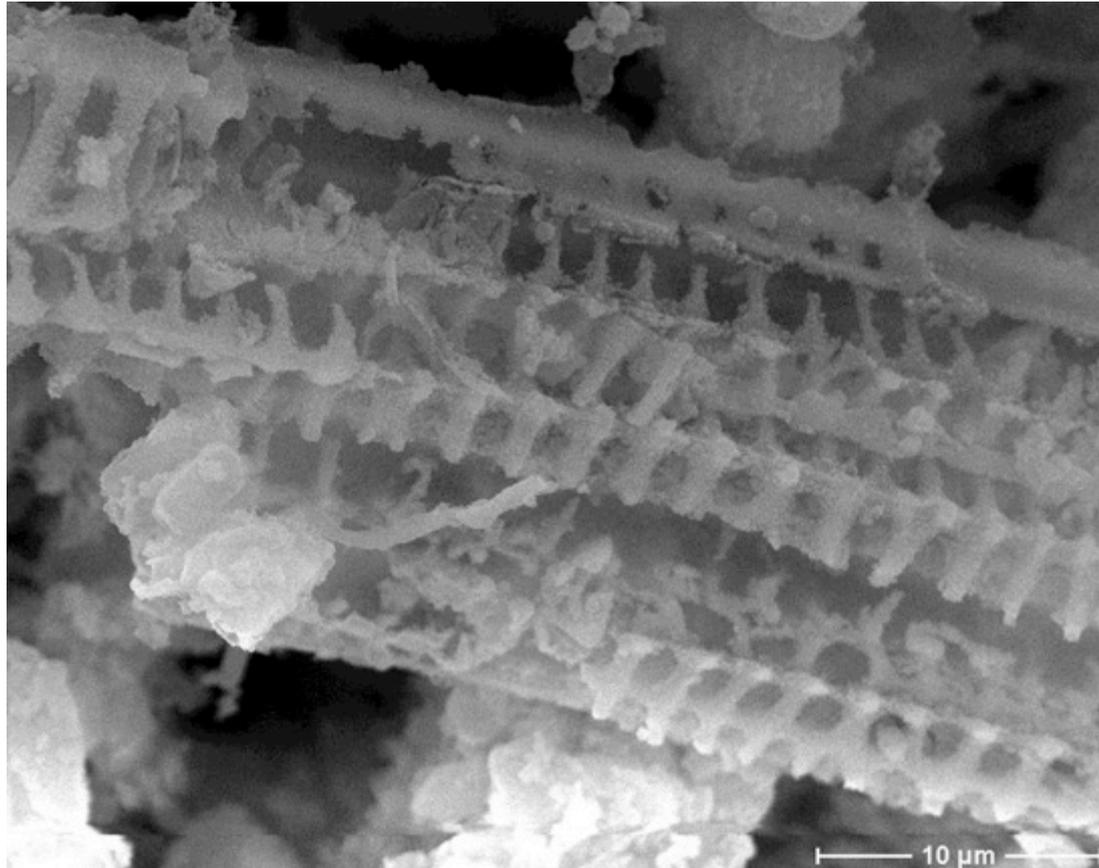
- 75%-85% in der Kohle (gut für C-Einlagerung)
- 10-15% in dem Prozesswasser: hoher CSB-Wert
 - Zucker, Alkohole, organ. Säuren, Nährstoffe
 - Furfurale: HMF (hoch reaktiv)
 Schwierig zu analysieren, Möglichkeit für Wertstoffe (HMF, org. Säuren)
- 5%-10% in einem Gas
 - Hauptsächlich CO₂
 - Geringe Mengen an CO, CH₄, H₂, ...

Verwendung des Produktes

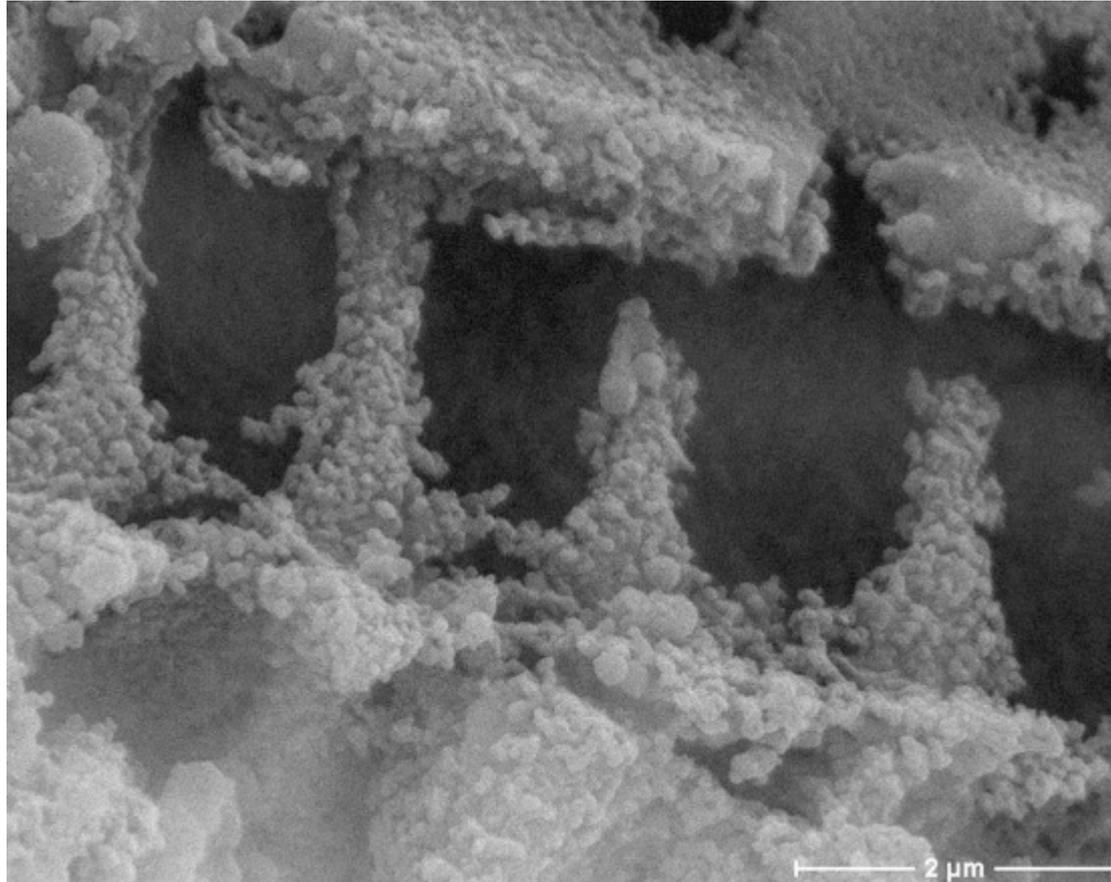


Quellen: s. Folie 27

Nanostrukturen (Vergrößerung 1.800x)



Nanostrukturen (Vergrößerung 10.000x)



Stoffliche Nutzung



Ferralsol



Terra Preta

Quelle: Vortrag Biochar: C-Einlagerung in Ackerböden
Dr. Bruno Glaser, Abteilung Bodenphysik, Universität Bayreuth

Keimungstest

Frische HTC-Kohle

Mitkompostierte HTC-Kohle



Bodenverbesserung

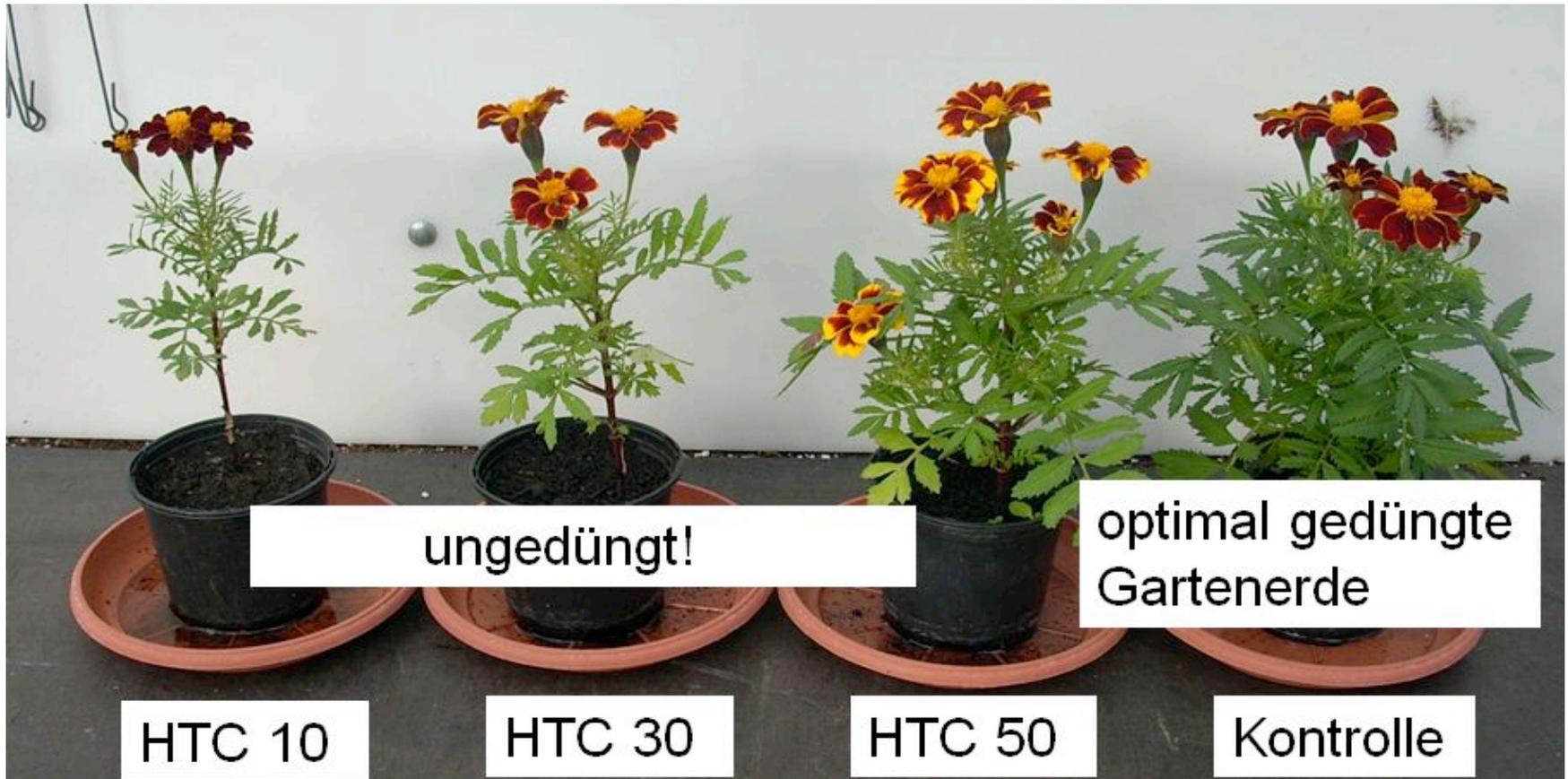


Foto: Michael Röhrdanz

Aufbereitung der Flüssigphase

- CSB: 10 – 70 g/l, CSB/BSB₅ 1,5 - 4
- Ansatz: - Entsorgen?
- Energetisch/stofflich nutzen?

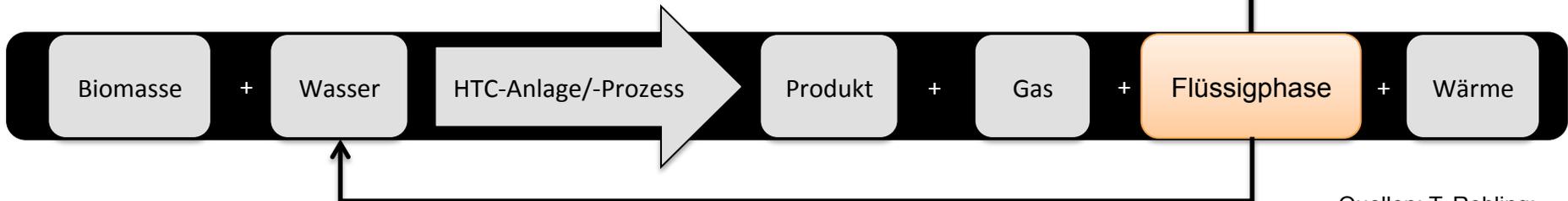


Extraktion von Chemikalien



Wasser	200°C 15 min	200°C 60 min
--------	-----------------	-----------------

Aufbereitung:
Chemisch? Physikalisch? Biologisch?

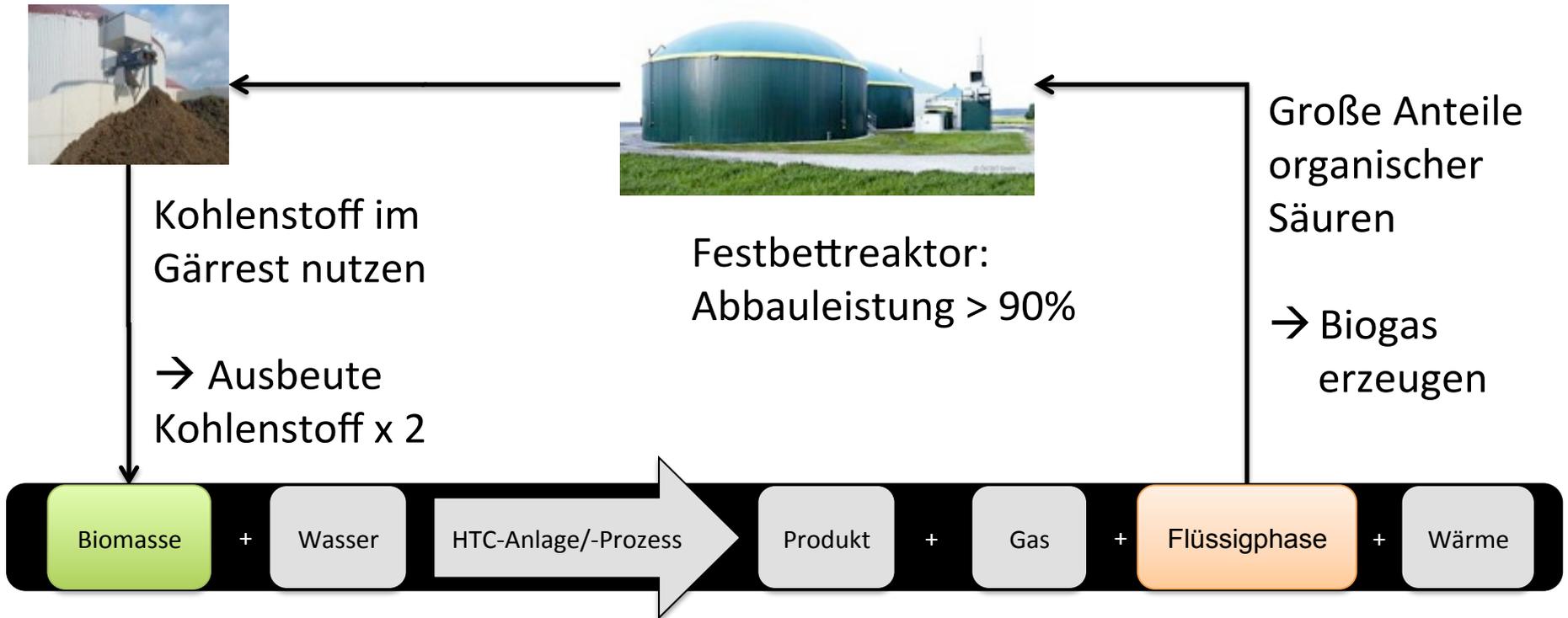


Quellen: T. Rebling;

<http://photos.uc.wisc.edu/photos/5717/view>

Prozesskoppelungen

HTC+Biogas: Steigerung der Energieeffizienz um > 50 %

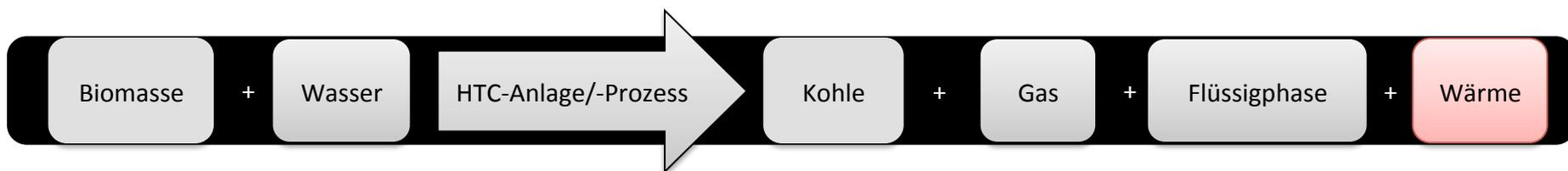


Quellen:
s.o.; <http://www.energieportal24.de/cms1/wissensportale/bioenergie/biogasanlagen/finanzierung/>

Wichtige Aspekte der Energiebilanz

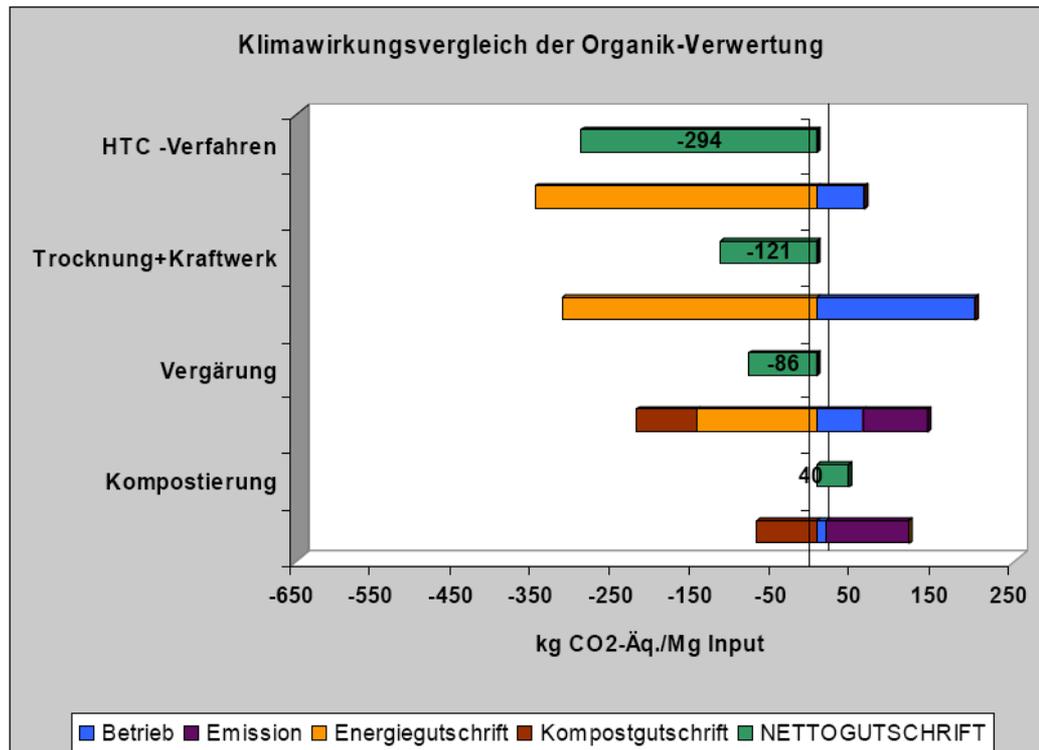
- **Exothermie max. ca. 5% des Brennwertes der Biomasse**
- Menge des aufzuheizenden Wassers
- Optimierung, Verfahrenskopplungen
- Trocknen der Kohle
- Peripherieanlagen
- Verluste an Kohlenstoff in die Flüssigphase

→ Wirkungsgrad 55-80%, Forschungsbedarf



CO₂-Bilanz der HTC im Vergleich

Studie: HTC höchste Klimaentlastung



Quelle: Hochwertige Verwertung von Mähgut und Laub im Land Berlin (EFRE 2011),
Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin

Rechtliche Rahmenbedingungen

- Änderungen/Novellierung AbfKlärV, DüMV
- Phosphatrecycling AbfPhosV
- Getrennte Sammlung von Bioabfällen ab 01.01.2015
- Schutz/Erhalt nds. Moore
- Rechtlicher Status von Biokohle aus Abfall - Ende der Abfalleigenschaft nach §5 KrWG?
- Nutzung als Brennstoff: BImSchV → Positivlisten, HTC nicht aufgeführt
- Einbringen von Bodenhilfsstoffen/Kultursubstraten in DüMV geregelt – HTC-Produkte nicht aufgelistet (Forschung nötig!)

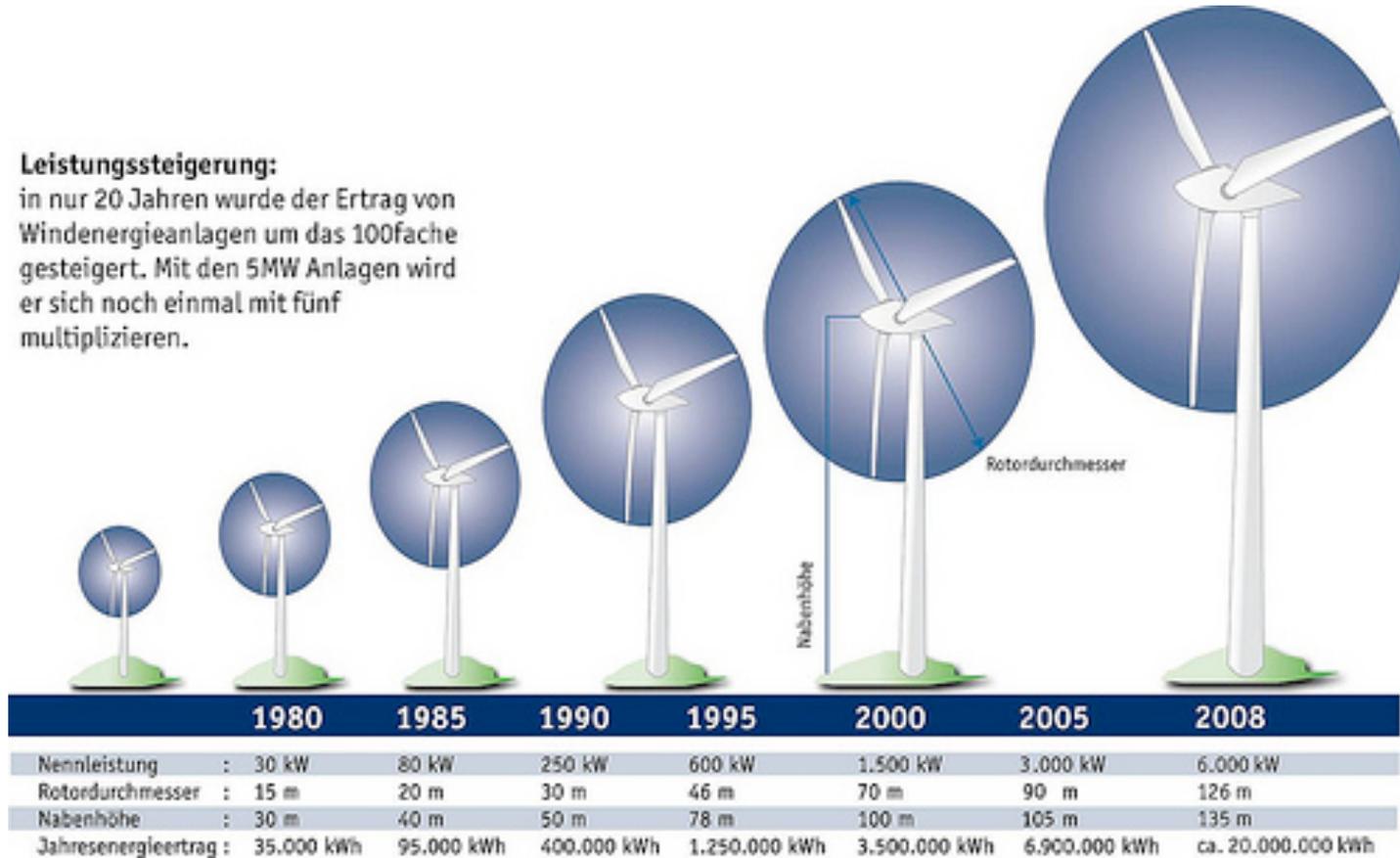
Besonderheiten des Verfahrens

- Möglichkeit CO₂-negativ zu wirken, Bodenverbesserung
- Nutzung Abfallstoffe: Anbau von Biomasse nicht notwendig, Ideal für wässrige Biomassen
- Kreisläufe schließbar (z.B. Nährstoffe)
- Hygienisierung (z.B. „Cracken“ von Antibiotika)
- *Ergänzung* zu anderen Bioenergie-Verfahren
- Zahlreiche Anwendungen
 - Kohle „maßschneidern“

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Leistungssteigerung:

in nur 20 Jahren wurde der Ertrag von Windenergieanlagen um das 100fache gesteigert. Mit den 5MW Anlagen wird er sich noch einmal mit fünf multiplizieren.



Quelle: <http://ralos.de/blog/tag/Windenergie>

Weitere Quellen

Folie 7:

<http://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/beitrag/10168773/4373998/>

<http://mulle.lpv.de/typo3temp/pics/dbe926256e.jpg>

<http://www.nock-gmbh.com/de/produkte/press-schnecken-separator/separator-sp-254-1.php>

Folie 8:

Thorsten Müller

<http://www.badische-zeitung.de/rheinfelden/3000-tonnen-klaerschlam-abzugeben--52325240.html>

<http://www.aktion-moorschutz.de/moor-infos/moorschutz/torffrei-gaertnern.html>

http://de.wikipedia.org/wiki/Ru%C3%9F#mediaviewer/Datei:Carbon_black.jpg

<http://www.odec.ca/projects/2010/hegdx2/Ballard-Fuel-Cell.jpg>

Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH

http://www.gelsenkirchen.de/Leben_in_GE/Pressestelle/Bilder_Fotodownload/EON_Kohlekraftwerk_Scholven.jpg

Folie 14:

Herstellerseiten: www.suncoal.de; http://www.fona.de/mediathek/foto/TerraNova_teaser.jpg; www.ava-co2.com;

<http://www.cs-carbonsolutions.de/CS-Technologie/HTC-Prozess.html>; <http://www.tfc-engineering.li/umwelt/biomasse-htc/>;

<http://www.ingeliahtc.com/English/plantaHTC.html>

D. Neudeck (Foto Artec Anlage)

