


FH MÜNSTER
 University of Applied Sciences


EGU

FB Energie - Gebäude - Umwelt
 Energy - Building Services -
 Environmental Engineering

Herstellung von grünem Wasserstoff aus Biomasse

17. Sächsische Biogastagung
 - Chancen für den Klimaschutz -

05.10.2021

Tobias Weide, M.Sc.
 Prof. Dr.-Ing. Christof Wetter
 Dr.-Ing. Elmar Brüggling

Stegervaldstr. 39
 D-48565 Steinfurt
+49 (0)2551 962-921
tobias.weide@fb-muenster.de
 www.fb-muenster.de




FH MÜNSTER
 University of Applied Sciences

Inhalt

1. Einführung: Wasserstoff
2. Verfahren zur Bio-Wasserstofferzeugung
3. Forschungsprojekte: BioTech₂ - HyTech
4. Forschungsaktivitäten und aktuelle Forschungsergebnisse
5. Fazit



2
Tobias Weide
Biomasseerstoff aus organischen Reststoffen und Abwässern
Münster, 6. Oktober 2021

Forschungsteam

Prof. Dr.-Ing. Wetter & Dr.-Ing. Brüggling



Aktuell 45 Personen
27 wissenschaftl. Mitarbeitenden
4 nicht wiss. Mitarbeitenden
14 studentische Hilfskräfte

Drei Arbeitsgruppen
Seit 20 Jahren mit insgesamt
120 erfolgreich durchgeführten
F&E Projekten

https://www.fh-muenster.de/equ/downloads/personen/wetter/2020-06-08_Broschuere_2020-21.pdf

3

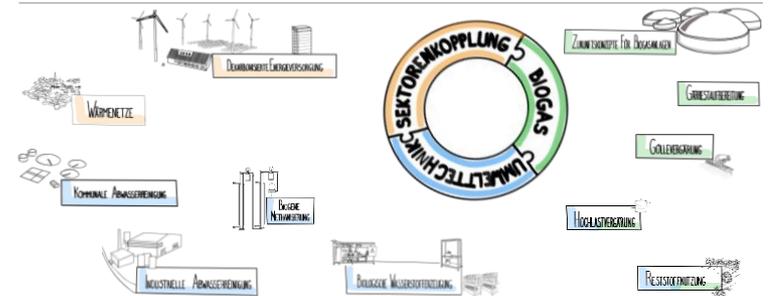
Tobias Wedde

Brennstoff aus organischen Reststoffen und Abwässern

Mittwoch, 6. Oktober 2021

Forschungsteam

Die Arbeitsgruppen



4

Tobias Wedde

Brennstoff aus organischen Reststoffen und Abwässern

Mittwoch, 6. Oktober 2021

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Einführung: Wasserstoff

Produktion und Bedarf (2019)

- **Bedarfe → Dekarbonisierung der Sektoren:**
 - Industrie: Brennstoff-Öfen → z.B. Stahl- und Zementindustrie
 - Chemieindustrie → Grundbaustein für Chemikalien
 - **Zukünftig:** Mobilität, Wärme, Energiespeicher
- **H₂-Produktion:**
 - Deutschland: 60 TWh → 20 Mrd. m³
 - Weltweit: 1.500 TWh → 500 Mrd. m³
- **H₂-Bedarf:**
 - Deutschland: 250-800 TWh → bis 2050



[FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Einführung: Wasserstoff

Produktion und Bedarf

Grauer Wasserstoff: Aus fossilen Brennstoffen gewonnen, CO₂ entweicht in Atmosphäre

Blauer Wasserstoff: Aus fossilen Brennstoffen gewonnen, CO₂ wird genutzt \(CCS oder CCU\)

Grüner Wasserstoff: CO₂-Freier Wasserstoff aus erneuerbaren Energien *oder Biomasse!?*

Aktuell:

Energiequelle	Anteil \(%\)
Erdgas	68%
Öl	16%
Kohle	11%
Strom	5%

Quelle: Wasserstoff-Forum, 14. März 2014 \(aktuelle Technologie-Matrix durch Biomasse und H₂\). E4tech 2014: eigene Darstellung

6 Tobias Wede Biomassestoff aus organischen Reststoffen und Abfällen Mittwoch, 6. Oktober 2021](https://www.bawer.de/Content/Detail.aspx?ID=112&ID2=112&ID3=112&ID4=112&ID5=112&ID6=112&ID7=112&ID8=112&ID9=112&ID10=112&ID11=112&ID12=112&ID13=112&ID14=112&ID15=112&ID16=112&ID17=112&ID18=112&ID19=112&ID20=112&ID21=112&ID22=112&ID23=112&ID24=112&ID25=112&ID26=112&ID27=112&ID28=112&ID29=112&ID30=112&ID31=112&ID32=112&ID33=112&ID34=112&ID35=112&ID36=112&ID37=112&ID38=112&ID39=112&ID40=112&ID41=112&ID42=112&ID43=112&ID44=112&ID45=112&ID46=112&ID47=112&ID48=112&ID49=112&ID50=112&ID51=112&ID52=112&ID53=112&ID54=112&ID55=112&ID56=112&ID57=112&ID58=112&ID59=112&ID60=112&ID61=112&ID62=112&ID63=112&ID64=112&ID65=112&ID66=112&ID67=112&ID68=112&ID69=112&ID70=112&ID71=112&ID72=112&ID73=112&ID74=112&ID75=112&ID76=112&ID77=112&ID78=112&ID79=112&ID80=112&ID81=112&ID82=112&ID83=112&ID84=112&ID85=112&ID86=112&ID87=112&ID88=112&ID89=112&ID90=112&ID91=112&ID92=112&ID93=112&ID94=112&ID95=112&ID96=112&ID97=112&ID98=112&ID99=112&ID100=112&ID101=112&ID102=112&ID103=112&ID104=112&ID105=112&ID106=112&ID107=112&ID108=112&ID109=112&ID110=112&ID111=112&ID112=112&ID113=112&ID114=112&ID115=112&ID116=112&ID117=112&ID118=112&ID119=112&ID120=112&ID121=112&ID122=112&ID123=112&ID124=112&ID125=112&ID126=112&ID127=112&ID128=112&ID129=112&ID130=112&ID131=112&ID132=112&ID133=112&ID134=112&ID135=112&ID136=112&ID137=112&ID138=112&ID139=112&ID140=112&ID141=112&ID142=112&ID143=112&ID144=112&ID145=112&ID146=112&ID147=112&ID148=112&ID149=112&ID150=112&ID151=112&ID152=112&ID153=112&ID154=112&ID155=112&ID156=112&ID157=112&ID158=112&ID159=112&ID160=112&ID161=112&ID162=112&ID163=112&ID164=112&ID165=112&ID166=112&ID167=112&ID168=112&ID169=112&ID170=112&ID171=112&ID172=112&ID173=112&ID174=112&ID175=112&ID176=112&ID177=112&ID178=112&ID179=112&ID180=112&ID181=112&ID182=112&ID183=112&ID184=112&ID185=112&ID186=112&ID187=112&ID188=112&ID189=112&ID190=112&ID191=112&ID192=112&ID193=112&ID194=112&ID195=112&ID196=112&ID197=112&ID198=112&ID199=112&ID200=112&ID201=112&ID202=112&ID203=112&ID204=112&ID205=112&ID206=112&ID207=112&ID208=112&ID209=112&ID210=112&ID211=112&ID212=112&ID213=112&ID214=112&ID215=112&ID216=112&ID217=112&ID218=112&ID219=112&ID220=112&ID221=112&ID222=112&ID223=112&ID224=112&ID225=112&ID226=112&ID227=112&ID228=112&ID229=112&ID230=112&ID231=112&ID232=112&ID233=112&ID234=112&ID235=112&ID236=112&ID237=112&ID238=112&ID239=112&ID240=112&ID241=112&ID242=112&ID243=112&ID244=112&ID245=112&ID246=112&ID247=112&ID248=112&ID249=112&ID250=112&ID251=112&ID252=112&ID253=112&ID254=112&ID255=112&ID256=112&ID257=112&ID258=112&ID259=112&ID260=112&ID261=112&ID262=112&ID263=112&ID264=112&ID265=112&ID266=112&ID267=112&ID268=112&ID269=112&ID270=112&ID271=112&ID272=112&ID273=112&ID274=112&ID275=112&ID276=112&ID277=112&ID278=112&ID279=112&ID280=112&ID281=112&ID282=112&ID283=112&ID284=112&ID285=112&ID286=112&ID287=112&ID288=112&ID289=112&ID290=112&ID291=112&ID292=112&ID293=112&ID294=112&ID295=112&ID296=112&ID297=112&ID298=112&ID299=112&ID300=112&ID301=112&ID302=112&ID303=112&ID304=112&ID305=112&ID306=112&ID307=112&ID308=112&ID309=112&ID310=112&ID311=112&ID312=112&ID313=112&ID314=112&ID315=112&ID316=112&ID317=112&ID318=112&ID319=112&ID320=112&ID321=112&ID322=112&ID323=112&ID324=112&ID325=112&ID326=112&ID327=112&ID328=112&ID329=112&ID330=112&ID331=112&ID332=112&ID333=112&ID334=112&ID335=112&ID336=112&ID337=112&ID338=112&ID339=112&ID340=112&ID341=112&ID342=112&ID343=112&ID344=112&ID345=112&ID346=112&ID347=112&ID348=112&ID349=112&ID350=112&ID351=112&ID352=112&ID353=112&ID354=112&ID355=112&ID356=112&ID357=112&ID358=112&ID359=112&ID360=112&ID361=112&ID362=112&ID363=112&ID364=112&ID365=112&ID366=112&ID367=112&ID368=112&ID369=112&ID370=112&ID371=112&ID372=112&ID373=112&ID374=112&ID375=112&ID376=112&ID377=112&ID378=112&ID379=112&ID380=112&ID381=112&ID382=112&ID383=112&ID384=112&ID385=112&ID386=112&ID387=112&ID388=112&ID389=112&ID390=112&ID391=112&ID392=112&ID393=112&ID394=112&ID395=112&ID396=112&ID397=112&ID398=112&ID399=112&ID400=112&ID401=112&ID402=112&ID403=112&ID404=112&ID405=112&ID406=112&ID407=112&ID408=112&ID409=112&ID410=112&ID411=112&ID412=112&ID413=112&ID414=112&ID415=112&ID416=112&ID417=112&ID418=112&ID419=112&ID420=112&ID421=112&ID422=112&ID423=112&ID424=112&ID425=112&ID426=112&ID427=112&ID428=112&ID429=112&ID430=112&ID431=112&ID432=112&ID433=112&ID434=112&ID435=112&ID436=112&ID437=112&ID438=112&ID439=112&ID440=112&ID441=112&ID442=112&ID443=112&ID444=112&ID445=112&ID446=112&ID447=112&ID448=112&ID449=112&ID450=112&ID451=112&ID452=112&ID453=112&ID454=112&ID455=112&ID456=112&ID457=112&ID458=112&ID459=112&ID460=112&ID461=112&ID462=112&ID463=112&ID464=112&ID465=112&ID466=112&ID467=112&ID468=112&ID469=112&ID470=112&ID471=112&ID472=112&ID473=112&ID474=112&ID475=112&ID476=112&ID477=112&ID478=112&ID479=112&ID480=112&ID481=112&ID482=112&ID483=112&ID484=112&ID485=112&ID486=112&ID487=112&ID488=112&ID489=112&ID490=112&ID491=112&ID492=112&ID493=112&ID494=112&ID495=112&ID496=112&ID497=112&ID498=112&ID499=112&ID500=112&ID501=112&ID502=112&ID503=112&ID504=112&ID505=112&ID506=112&ID507=112&ID508=112&ID509=112&ID510=112&ID511=112&ID512=112&ID513=112&ID514=112&ID515=112&ID516=112&ID517=112&ID518=112&ID519=112&ID520=112&ID521=112&ID522=112&ID523=112&ID524=112&ID525=112&ID526=112&ID527=112&ID528=112&ID529=112&ID530=112&ID531=112&ID532=112&ID533=112&ID534=112&ID535=112&ID536=112&ID537=112&ID538=112&ID539=112&ID540=112&ID541=112&ID542=112&ID543=112&ID544=112&ID545=112&ID546=112&ID547=112&ID548=112&ID549=112&ID550=112&ID551=112&ID552=112&ID553=112&ID554=112&ID555=112&ID556=112&ID557=112&ID558=112&ID559=112&ID560=112&ID561=112&ID562=112&ID563=112&ID564=112&ID565=112&ID566=112&ID567=112&ID568=112&ID569=112&ID570=112&ID571=112&ID572=112&ID573=112&ID574=112&ID575=112&ID576=112&ID577=112&ID578=112&ID579=112&ID580=112&ID581=112&ID582=112&ID583=112&ID584=112&ID585=112&ID586=112&ID587=112&ID588=112&ID589=112&ID590=112&ID591=112&ID592=112&ID593=112&ID594=112&ID595=112&ID596=112&ID597=112&ID598=112&ID599=112&ID600=112&ID601=112&ID602=112&ID603=112&ID604=112&ID605=112&ID606=112&ID607=112&ID608=112&ID609=112&ID610=112&ID611=112&ID612=112&ID613=112&ID614=112&ID615=112&ID616=112&ID617=112&ID618=112&ID619=112&ID620=112&ID621=112&ID622=112&ID623=112&ID624=112&ID625=112&ID626=112&ID627=112&ID628=112&ID629=112&ID630=112&ID631=112&ID632=112&ID633=112&ID634=112&ID635=112&ID636=112&ID637=112&ID638=112&ID639=112&ID640=112&ID641=112&ID642=112&ID643=112&ID644=112&ID645=112&ID646=112&ID647=112&ID648=112&ID649=112&ID650=112&ID651=112&ID652=112&ID653=112&ID654=112&ID655=112&ID656=112&ID657=112&ID658=112&ID659=112&ID660=112&ID661=112&ID662=112&ID663=112&ID664=112&ID665=112&ID666=112&ID667=112&ID668=112&ID669=112&ID670=112&ID671=112&ID672=112&ID673=112&ID674=112&ID675=112&ID676=112&ID677=112&ID678=112&ID679=112&ID680=112&ID681=112&ID682=112&ID683=112&ID684=112&ID685=112&ID686=112&ID687=112&ID688=112&ID689=112&ID690=112&ID691=112&ID692=112&ID693=112&ID694=112&ID695=112&ID696=112&ID697=112&ID698=112&ID699=112&ID700=112&ID701=112&ID702=112&ID703=112&ID704=112&ID705=112&ID706=112&ID707=112&ID708=112&ID709=112&ID710=112&ID711=112&ID712=112&ID713=112&ID714=112&ID715=112&ID716=112&ID717=112&ID718=112&ID719=112&ID720=112&ID721=112&ID722=112&ID723=112&ID724=112&ID725=112&ID726=112&ID727=112&ID728=112&ID729=112&ID730=112&ID731=112&ID732=112&ID733=112&ID734=112&ID735=112&ID736=112&ID737=112&ID738=112&ID739=112&ID740=112&ID741=112&ID742=112&ID743=112&ID744=112&ID745=112&ID746=112&ID747=112&ID748=112&ID749=112&ID750=112&ID751=112&ID752=112&ID753=112&ID754=112&ID755=112&ID756=112&ID757=112&ID758=112&ID759=112&ID760=112&ID761=112&ID762=112&ID763=112&ID764=112&ID765=112&ID766=112&ID767=112&ID768=112&ID769=112&ID770=112&ID771=112&ID772=112&ID773=112&ID774=112&ID775=112&ID776=112&ID777=112&ID778=112&ID779=112&ID780=112&ID781=112&ID782=112&ID783=112&ID784=112&ID785=112&ID786=112&ID787=112&ID788=112&ID789=112&ID790=112&ID791=112&ID792=112&ID793=112&ID794=112&ID795=112&ID796=112&ID797=112&ID798=112&ID799=112&ID800=112&ID801=112&ID802=112&ID803=112&ID804=112&ID805=112&ID806=112&ID807=112&ID808=112&ID809=112&ID810=112&ID811=112&ID812=112&ID813=112&ID814=112&ID815=112&ID816=112&ID817=112&ID818=112&ID819=112&ID820=112&ID821=112&ID822=112&ID823=112&ID824=112&ID825=112&ID826=112&ID827=112&ID828=112&ID829=112&ID830=112&ID831=112&ID832=112&ID833=112&ID834=112&ID835=112&ID836=112&ID837=112&ID838=112&ID839=112&ID840=112&ID841=112&ID842=112&ID843=112&ID844=112&ID845=112&ID846=112&ID847=112&ID848=112&ID849=112&ID850=112&ID851=112&ID852=112&ID853=112&ID854=112&ID855=112&ID856=112&ID857=112&ID858=112&ID859=112&ID860=112&ID861=112&ID862=112&ID863=112&ID864=112&ID865=112&ID866=112&ID867=112&ID868=112&ID869=112&ID870=112&ID871=112&ID872=112&ID873=112&ID874=112&ID875=112&ID876=112&ID877=112&ID878=112&ID879=112&ID880=112&ID881=112&ID882=112&ID883=112&ID884=112&ID885=112&ID886=112&ID887=112&ID888=112&ID889=112&ID890=112&ID891=112&ID892=112&ID893=112&ID894=112&ID895=112&ID896=112&ID897=112&ID898=112&ID899=112&ID900=112&ID901=112&ID902=112&ID903=112&ID904=112&ID905=112&ID906=112&ID907=112&ID908=112&ID909=112&ID910=112&ID911=112&ID912=112&ID913=112&ID914=112&ID915=112&ID916=112&ID917=112&ID918=112&ID919=112&ID920=112&ID921=112&ID922=112&ID923=112&ID924=112&ID925=112&ID926=112&ID927=112&ID928=112&ID929=112&ID930=112&ID931=112&ID932=112&ID933=112&ID934=112&ID935=112&ID936=112&ID937=112&ID938=112&ID939=112&ID940=112&ID941=112&ID942=112&ID943=112&ID944=112&ID945=112&ID946=112&ID947=112&ID948=112&ID949=112&ID950=112&ID951=112&ID952=112&ID953=112&ID954=112&ID955=112&ID956=112&ID957=112&ID958=112&ID959=112&ID960=112&ID961=112&ID962=112&ID963=112&ID964=112&ID965=112&ID966=112&ID967=112&ID968=112&ID969=112&ID970=112&ID971=112&ID972=112&ID973=112&ID974=112&ID975=112&ID976=112&ID977=112&ID978=112&ID979=112&ID980=112&ID981=112&ID982=112&ID983=112&ID984=112&ID985=112&ID986=112&ID987=112&ID988=112&ID989=112&ID990=112&ID991=112&ID992=112&ID993=112&ID994=112&ID995=112&ID996=112&ID997=112&ID998=112&ID999=112&ID1000=112</small></p>
<p><small>© Belling, M. Roggen, T. Frenn, G. Goren, D. Hirt, A. Hirt, M. Jahn und B. Heber (2019), „Eine Wasserstoff-Strategie für Deutschland“, Fraunhofer IEE und IKT</small></p>
<p>5 Tobias Wede Biomassestoff aus organischen Reststoffen und Abfällen Mittwoch, 6. Oktober 2021</p>
</div>
<div data-bbox=)

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Einführung: Wasserstoff

Grüner Wasserstoff - Elektrolyse

Nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung → Förderung von grünem Wasserstoff

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=20

Erneuerbare Strom

Wasser-Elektrolyse

Grüner Wasserstoff

<https://www.cnn.de/de/news-rooms/Blag/Klimaschutz/Trinkwasser/Klimaschutz-Trinkwasser/1/Energieversorgung-der-Zukunft-Teil-1-Was-ist-Wasserstoff-wie-funktioniert-die-Elektrolyse-und-wo-wird-Wasserstoff-eingesetzt.html>

7 Tobias Wedde Biomassestoff aus organischen Reststoffen und Abwässern Mittwoch, 6. Oktober 2021

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Hydrogen Storage Industry Hydrogen Mobility

Microbial Electrolysis Cell Biophotolysis Photofermentation Dark Fermentation Electrosynthesis Thermochemical Water-splitting Gasification, CO₂-capture, Refining

Solar Wind Biomass Wastewater Biogas Oil, Coal, Natural

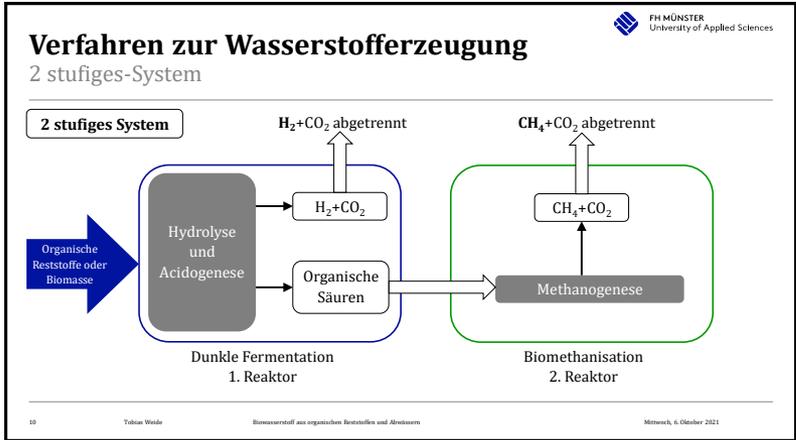
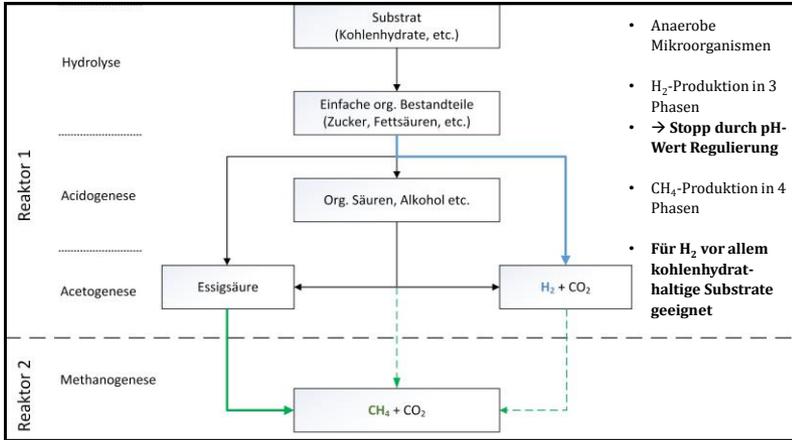
Renewable Energies and Biomass Fossil Fuels

Blauer Pfad:
Elektrolyse mit erneuerbarem und fluktuierendem Strom (*grüner Wasserstoff*)

Grüner Weg:
Wasserstoff aus Biomasse und Abwasser über Vergärung

Schwarzer Weg:
Wasserstoff aus fossilen Brennstoffen über Reformierungsverfahren (dies ist die am häufigsten angewandte und genutzte Technologie).

8 Tobias Wedde Biomassestoff aus organischen Reststoffen und Abwässern Mittwoch, 6. Oktober 2021



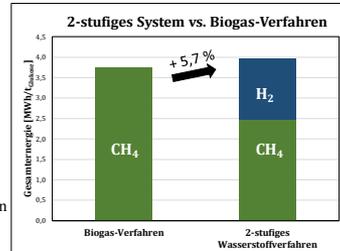
Verfahren zur Wasserstoffherzeugung

Energetischer Vergleich

Energetischer Vorteil des 2-stufigen Verfahrens:



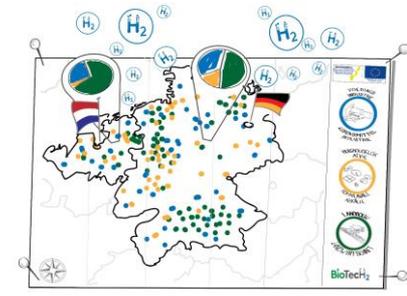
- Essigsäure als Nebenprodukt bei der biologischen Produktion von H_2
 - Energetisches Potential der Essigsäure wird in der 2. Stufe ausgeschöpft
- 5,7 % mehr Energie im Vergleich zum Biogas-Verfahren



Biologische Wasserstoffherzeugung

Reststoffpotentiale

- Nutzung von Reststoffen und Abwässern
- In Deutschland knapp 40 Mio t/a Reststoffe (trocken)
- Niederlande: knapp 10 Mio t/a
- **Nur 10 % energetisch genutzt!!**
- 10-20 TWh/a biologisch herstellbar!
→ Sofern Potential komplett ausgeschöpft wird



http://www.biohydrogen.eu/wp-content/uploads/2020/09/2020-09-18-Wasserstoff-Potential-DE-NL_East.pdf

Biologische Wasserstoffherzeugung

Reststoffpotentiale

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

- Vor allem **zucker- und stärkehaltige** Reststoffe nutzbar
 - Brauereiabwässer
 - Abwässer aus stärke- und zuckerverarbeitender Industrie
 - Abwässer aus der Nahrungsmittelindustrie
- **Kritik:** Reststoffpotentiale sind vollständig ausgenutzt?!
 - Ja, aber ein Großteil wird **aerob** behandelt → Energetisch aufwändig!
- Nutzung von **Gülle-, Gärrest und Faulschlamm** möglich → wenig erprobt
- Feste Biomassen (**Silagen, Mist, Bioabfall**, etc.) grundsätzlich auch geeignet → Forschungsbedarf!



13 Tobias Wende Biowasserstoff aus organischen Reststoffen und Abwässern Mittwoch, 6. Oktober 2021

Wasserstoffherzeugung

BioTech_{H₂} – Kontinuierliche und biologische H₂-Erzeugung

FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

INTERREG
Deutschland
Niederlande

Europäische Union
Europäischer Fonds

Zielsetzung:

- Optimierung des Verfahrens mit Pelletschlamm-Reaktoren
- Etablierung eines 2-stufigen Verfahrens zur Effizienzsteigerung
- Darstellung der Nutzungsmöglichkeiten von biologischem Wasserstoff
- Kontinuierlicher Einsatz von Abwässern und Reststoffen

Projektlaufzeit: 04/2019 - 06/2022
Fördermittelgeber: INTERREG VA

Projektpartner:

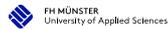





14 Tobias Wende Biowasserstoff aus organischen Reststoffen und Abwässern Mittwoch, 6. Oktober 2021

Wasserstoffherzeugung

HyTech – Kontinuierliche und biologische H₂-Erzeugung



Zielsetzung:

- Untersuchung neuer Reaktordesigns zur H₂-Erzeugung
- Weiterentwicklung von H₂-Messtechnik
- Wirtschaftliche Betrachtung des Gesamtverfahrens
- Austesten neuer Grenzbelastungen (z. B. hohe Temperaturen)

Projektlaufzeit: 07/2020 - 06/2023

Fördermittelgeber: BMWI

Projektpartner:



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



15

Tobias Weide

Biomassestoff aus organischen Reststoffen und Abwässern

Mittwoch, 6. Oktober 2021

Aktuelle Forschungsergebnisse

Labortests - Ergebnisse



Abwasser/Reststoff	H ₂ -Ertrag (m ³ H ₂ /m ³ Abwasser)	H ₂ -Gehalt (Vol.-%)	CH ₄ -Ertrag (m ³ CH ₄ /m ³ Abwasser)	CH ₄ -Gehalt (Vol.-%)
Reststoff aus der Tierfutterherstellung	12,3	38	63,1	56
Stärkehaltiges Abwasser	6,9	40	4,7	60
Schwand - Bierherstellung	3,3	49	20,3	66
Produktionsreste: Molkerei	3,3	37	9,7	54

Use of organic waste for biohydrogen production and volatile fatty acids via dark fermentation and further processing to methane Tobias Weide et al. - July 2019 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydene.2019.07.140>

16

Tobias Weide

Biomassestoff aus organischen Reststoffen und Abwässern

Mittwoch, 6. Oktober 2021

 FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Aktuelle Forschungsergebnisse

Wasserstofftechnologien 2-stufiges System

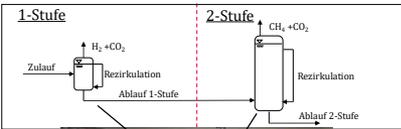
Ziele des Projektes:

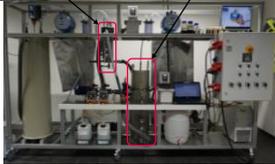
- Prozessstabilität und möglichst hohe Ausbeuten durch Variation der Prozessparameter erreichen

Beschreibung:
Reaktortyp:
Expanded Granular Sludge Bed (EGSB)

Prozessparameter:

1. Zulaufmenge (HRT)
2. Rezirkulationsgeschwindigkeit
3. Temperaturbereich





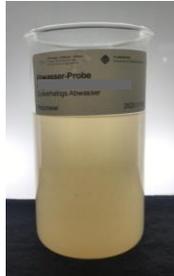
17 Tobias Wende Biowasserstoff aus organischen Reststoffen und Abwässern Mittwoch, 6. Oktober 2021

 FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

Aktuelle Forschungsergebnisse

2-stufig, Abwasser zuckerhaltig

- Abwasser aus der Süßwarenherstellung (Schokolade)
- Zuckerhaltiges Abwasser aus dem Ausgleichsbecken
- Jährliches Abwasseraufkommen: 350.000 m³/a
- Organische Belastung (CSB): 15.000 mg/l
- Studie zur Untersuchung des Einflusses der hydraulischen Verweilzeit (HRT) auf die Wasserstoffferzeugung



18 Tobias Wende Biowasserstoff aus organischen Reststoffen und Abwässern Mittwoch, 6. Oktober 2021

Aktuelle Forschungsergebnisse

2-stufig, Abwasser zuckerhaltig

Parameter	Wert	Gasmengen bei 350.000 m ³ Abwasser/a
H ₂ -Ertrag	0,75 (m ³ H ₂ /m ³ Abwasser)	262.000 m ³ H ₂ /a
H ₂ -Gehalt	37 (Vol.-%)	-
CH ₄ -Ertrag	5,0 (m ³ CH ₄ /m ³ Abwasser)	1.750.000 m ³ CH ₄ /a
CH ₄ -Gehalt	67 (Vol.-%)	-
Abbau Organik (CSB)	<90 %	-

Fazit und Ausblick

- H₂-Energieträger der Zukunft???
 - Ja, aber nur wenn er Grün ist!
- Biomasse und Reststoffe können ebenfalls zur H₂-Produktion genutzt werden
 - Feststoffe bisher wenig erprobt
 - Weitere Forschungsaktivität ab 2022 an der FH Münster
- Dunkle Fermentation verfügt über ein hohes CO₂-Minderungspotential
 - Reststoffe können genutzt werden.
 - Entwicklungsbedarf ist noch vorhanden!
- Potentiale bereits jetzt nutzbar, ob 1- oder 2-stufig!



Herstellung von grünem Wasserstoff aus Biomasse

17. Sächsische Biogastagung
- Chancen für den Klimaschutz -

05.10.2021



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences



www.linkedin.com/in/tobiasweide



www.researchgate.net/profile/Tobias_Weide



www.biohydrogen.eu

Tobias Weide, M.Sc.

FH Münster - Münster University of Applied Sciences
Fachbereich Energie-Gebäude-Umwelt
Arbeitsgruppe: Abwasser- und Umwelttechnik
Stegerwaldstraße 39
48565 Steinfurt

Tel.: +49 2551 9 62 021
Mail: tobias.weide@fh-muenster.de
Web.: www.fh-muenster.de/wetter

21Tobias WeideBrennstoff aus organischen Reststoffen und AbwässernMitwoch, 6. Oktober 2021