Hochschule Kempten
University of Applied Sciences

Symposium HyAllgäu am 29. und 30. Juli 2021

Analyse globaler H2-Aktivitäten - Anwendbarkeit im Allgäu

W. E. Mehr, S. Lemberg, K. Federl

Analyse globaler H2-Aktivitäten - Anwendbarkeit im Allgäu

Inhalt

- Methodik
- Waste-to-Hydrogen Technologie mittels Plasmavergasung
- Wasserstoffquartierlösung Esslingen
- Wasserstoff aus Gülle
- Farbenlehre?

Gefördert durch: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Koordiniert durch: NOW-GMBH.DE
Projektträger: PtJ Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Projekte, die im Allgäu Anwendung finden könnten

auf Basis einer weltweiten Analyse

Methodik: Analyse von über 120 Projekten:

in Deutschland, Europa, den USA, Japan und Südkorea.

- Im Allgäu könnten zukünftig zur Anwendung kommen:
  - die Waste-to-Hydrogen Technologie mittels Plasmavergasung,
  - Wasserstoffquartierlösungen und
  - Dampfreformierung / Methanpyrolyse aus Gülle / Biogas.

Die Bewertung der Technologien wurde im Wesentlichen nach Technologiereifegraden vorgenommen.

Bewertung nach Technologiereifegraden:

TRL 1	Beobachtung und Beschreibung des Funktionsprinzips
TRL 2	Beschreibung der Anwendung der Technologie
TRL 3	Nachweis der Funktionsfähigkeit der Technologie
TRL 4	Versuchsaufbau im Labor
TRL 5	Versuchsaufbau in (simulierter/ vereinfachter) Einsatzumgebung
TRL 6	Prototyp in (simulierter/vereinfachter) Einsatzumgebung
TRL 7	Prototyp im (realen) Einsatz
TRL 8	Nachweis der Funktionsfähigkeit im Einsatzbereich (Zulassungsprozess abgeschlossen)
TRL 9	Technologie im Markt

Gefördert durch: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Koordiniert durch: NOW-GMBH.DE
Projektträger: PtJ Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Projekte, die im Allgäu Anwendung finden könnten

Waste-to-Hydrogen Technologie mittels Plasmavergasung

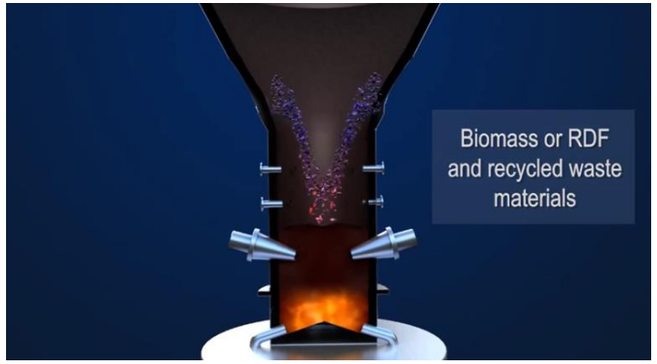
Plasmavergasung in Lancaster, Kalifornien:

- Anlage seit erstem Quartal 2021 im Bau durch SG H2 Energy Global, LLC.
- Pro Jahr sollen 42.000 t Mischpapierabfall durch Hochtemperaturvergasung bei 3.500 bis 4.000° C verarbeitet werden → grüner Wasserstoff.
- Potenzial: 11.000 kg H2 / d → 3,8 Mio. kg H2 / a.
- Verwertung von wasserstoffreichen Abfällen, wie biogenem Abfall, Kunststoff, Textilien, Reifen etc.
- CO2-Bilanz abhängig vom Einsatzstoff.
- Bei Einsatz von Kunststoffen Abscheidung von CO2 durch Carbon Capture Storage CCS-Technologie, flüssiges CO2 wird in tiefen Erdschichten eingelagert (problematisch).
- Wassereinsatz: kg H_20 / kg H_2 = 3,6 / 1

- Einstufung: TRL 6 bis 8

Prinzip:

- Plasmaerzeugung mittels elektrischer Energie.
- Durch Zuführung von Sauerstoff zur Oxidation wird ein Teil der in Einsatzstoffen enthaltenen Energie als Wärmequelle genutzt.



Quelle: SG H2 Energy, „Technology," SG H2 Energy, 2020. [Online]. Available: https://www.sgh2energy.com/technology.

Gefördert durch: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Koordiniert durch: NOW-GMBH.DE
Projektträger: PtJ Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Projekte, die im Allgäu Anwendung finden könnten

Wasserstoffquartierlösung Esslingen: „Neue Weststadt“ Stadtwerke Esslingen

Abbildung der kompletten Wertschöpfungskette:

von der Erzeugung, über die Verteilung bis zum Verbrauch:

- Verbundprojekt im Förderschwerpunkt EnEff:Stadt (BMWi)
- PV-Anlagen auf Dachfläche von 120.000 m^2 auf Wohnungen, Büro- und Gewerbeflächen und einem Teil des Dachs der Hochschule Esslingen.
- H2-Erzeugung mittels eines 1 MW-Elektrolyseurs.
- Bei Überschuss an elektrischer Energie aus PV wird diese ins Netzt gespeist.
- Blockheizkraftwerk dient zur Rückverstromung des H2 bei Mangel an PV-Energie und zur Wärmeversorgung.
- Bauantrag Ende 2020, Baubeginn Mitte 2021

- Einstufung: TRL 9

Besonderheiten:

- On-site-Betrieb von Elektrolyseur und H_2-KWK

- Überschüssige elektrische Energie wird einer Nutzung auch im öffentlichen Nahverkehr zugeführt .
- 1 MW-Elektrolyseur generiert 200 bis 400 kg H2 pro Tag.
- Abwärme des Elektrolyseurs versorgt über Nahwärmenetz Bewohner des Quartiers mit Wärmeenergie.
- Einspeisung des Wasserstoffs in das Erdgasnetz.
- Betrieb einer H2-Tankstelle zur Betankung von Brennstoffzellen-Fahrzeugeb

η_{System} ca. 85. bis 90% durch konsequente Abwärmenutzug

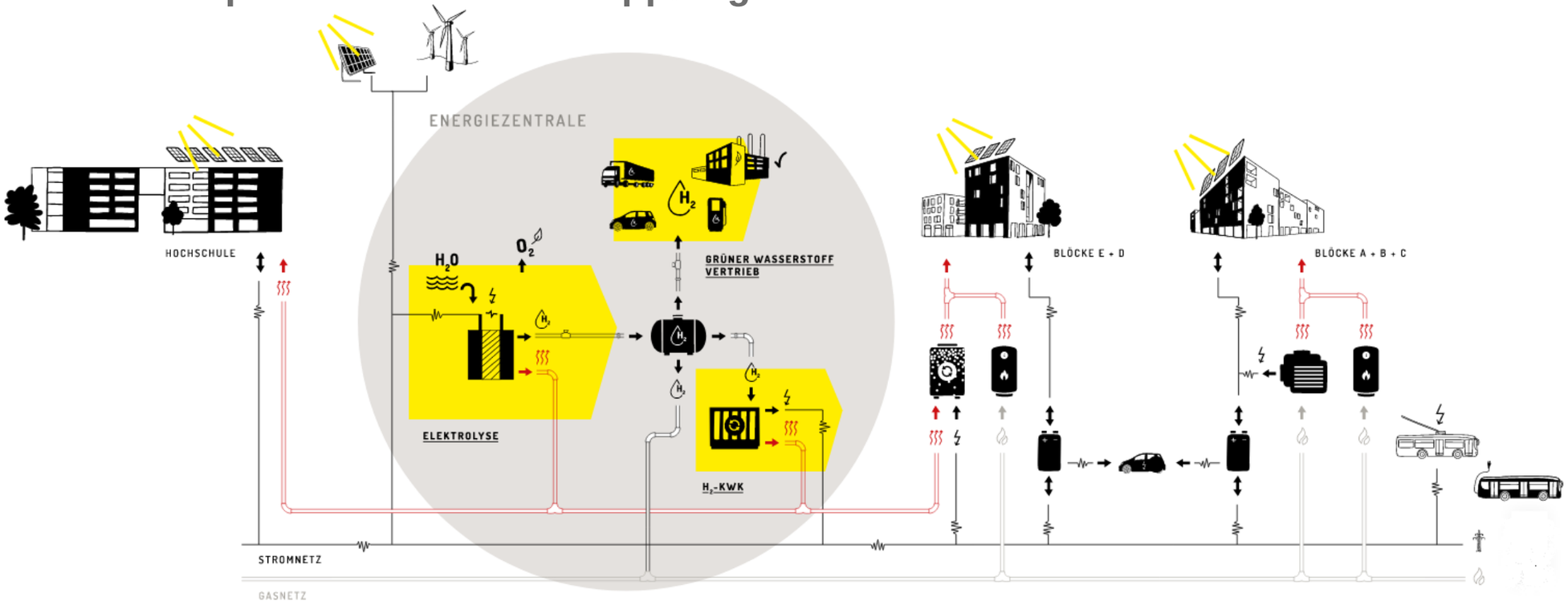
 © Hochschule Kempten – „HyAllgäu“, Werner E. Mehr, Silvan Lemberg, Korbinian Federl

Gefördert durch: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Koordiniert durch: NOW-GMBH.DE
Projektträger: PtJ Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Projekte, die im Allgäu Anwendung finden könnten

Wasserstoffquartierlösung Esslingen: „Neue Weststadt“ Stadtzentrum Esslingen

Beispiel einer nahezu perfekten Sektorenkopplung:



Quelle: https://neue-weststadt.de/energiekonzept/

 © Hochschule Kempten – „HyAllgäu“, Werner E. Mehr, Silvan Lemberg, Korbinian Federl

Gefördert durch: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Koordiniert durch: NOW-GMBH.DE
Projektträger: PtJ Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Projekte, die im Allgäu Anwendung finden könnten

Wasserstoff aus Gülle

H2 aus Gülle – Projekt in Shikaoi Japan:

- Pilotprojekt bis Ende 2020.

- Eine Kuh scheidet im Jahr 23 Tonnen Exkremente aus.
- Diese Menge reicht aus, um einen Brennstoffzellen-Pkw (FCV) 10.000 km zu betreiben.
- Umwandlung der Gülle in Biogas (Biomethan) → Dampfreformierung → Wasserstoff.

- Einstufung: TRL 9

➢ Allerdings ist die Dampfreformierung keine gute Lösung!

Prinzip:

Gülle
↓
Biogas
↓
Dampfreformierung
↓
Wasserstoff
↓
Versorgung von FCEVs

 © Hochschule Kempten – „HyAllgäu“, Werner E. Mehr, Silvan Lemberg, Korbinian Federl

Gefördert durch: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Koordiniert durch: NOW-GMBH.DE
Projektträger: PtJ Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Projekte, die im Allgäu Anwendung finden könnten

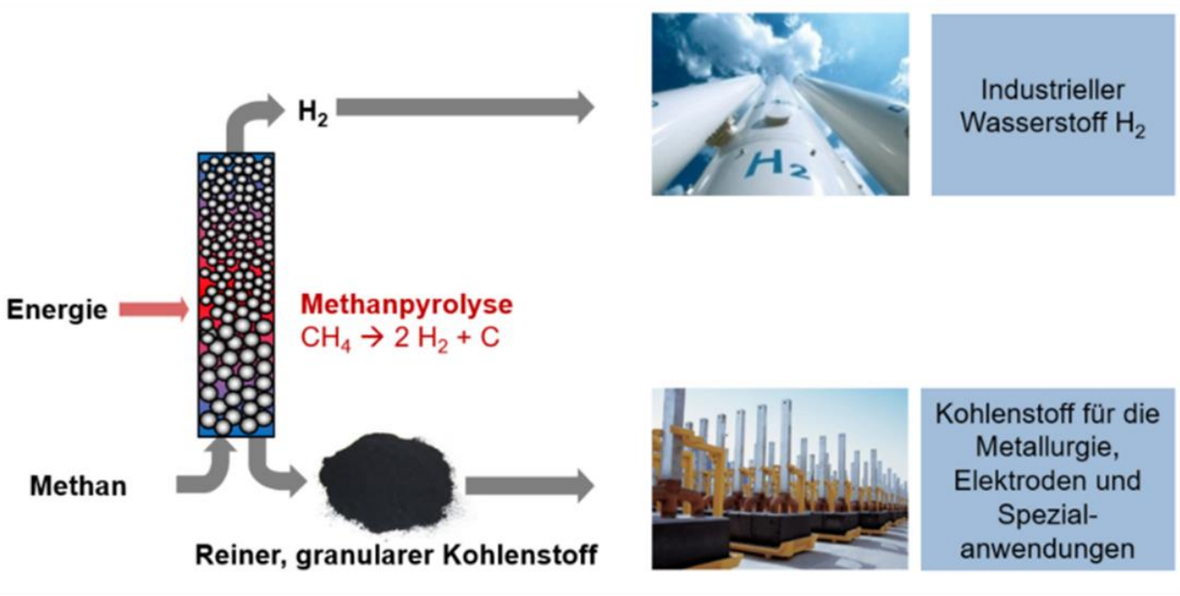
Wasserstoff aus Gülle

H2 aus Gülle – im Allgäu:

- 2019 wurden im Allgäu rund 375.000 Rinder gezählt.
- Durch Dampfreformierung aus Gülle könnte eine Wasserstoffmenge von 1.760 t / a erzeugt werden.
- Nachteil: Aufbau der Infrastruktur
- Vorteile: Reduktion der Nitratbelastung von Böden und Grundwasser
- Bei der Dampfreformierung entstehen je gewonnene Tonne H2 ca. 10 Tonnen CO2!
- Die CCS-Methode zur Abscheidung und Einlagerung von CO2 in geeigneten Erdformationen ist keine ökologisch sinnvolle Möglichkeit.

➢ Deshalb wird für das Allgäu für die Zukunft die Methanpyrolyse zur Wasserstofferzeugung aus Gülle vorgeschlagen.

Methanpyrolyse:



 © Hochschule Kempten – „HyAllgäu“, Werner E. Mehr, Silvan Lemberg, Korbinian Federl

Gefördert durch: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Koordiniert durch: NOW-GMBH.DE
Projektträger: PtJ Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Projekte, die im Allgäu Anwendung finden könnten

Wasserstoff aus Gülle: Vergleich Dampfreformierung vs. Methanpyrolyse

Dampfreformierung:

Zwei Möglichkeiten der Dampfreformierung von Methan:

- Methan reagiert mit Wasserdampf zu Kohlenstoffmonooxid und Wasserstoff (SMR-Prozess)
- Methan reagiert mit Sauerstoff und Wasserdampf zu Kohlenstoffmonooxid und Wasserstoff (autothermer Prozess)

Wassergas-Shift-Reaktion:

- Kohlenstoffmonooxid reagiert mit Wasserdampf zu Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid

➢ Energiebedarf Dampfreformierung: ca. 40 kWh / kg H2
➢ Energiebedarf Wasserelektrolyse: ca. 50 kWh / kg H2

Einstufung: TRL 9

Methanpyrolyse:

- Methan wird durch Zufuhr von Energie mittels Pyrolyse in seine Bestandteile Wasserstoff und Kohlenstoff gespalten.
- Prozesstemperaturen liegen bei 1.000 – 1.400º C.
- Methanpyrolyse benötigt 80% weniger elektrische Energie als die Wasserelektrolyse.
- Kein Wassereinsatz.
- Keine CO2-Emissionen.

Es entstehen: Wasserstoff und granularer Kohlenstoff.
CO2-negatives Verfahren?
Aktuell noch keine markreifen Produkte verfügbar.
Testanlage bei BASF seit Ende 2020 in Betrieb.

Einstufung: TRL 3 – 4 (BASF, Karlsruher Institut für Technologie)

Gefördert durch: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Koordiniert durch: NOW-GMBH.DE
Projektträger: PtJ Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Projekte, die im Allgäu Anwendung finden könnten

Wasserstoff-Farbenlehre

Müssen wir die Farbenlehre neu denken?

Wenn Türkiser Wassersoff, erzeugt durch Methanpyrolyse auf Basis biogener Einsatzstoffe, in der Wirkung CO2-negativ ist, ist er dann nicht besser als grüner Wasserstoff?

H2-Bezeichnungen	Herstellung
Grüner Wasserstoff CO_2-neutral	Zu 100 % aus erneuerbaren Energien
Grauer Wasserstoff nicht CO_2-neutral	Aus fossilen Brennstoffen (Dampfreformierung)
Blauer Wasserstoff CO_2-neutral	Wie grauer, jedoch wird das CO2 nicht in die Atmosphäre abgegeben
Türkiser Wasserstoff CO_2-neutral **oder negativ**	Aus Methanpyrolyse, es entsteht Kohlenstoff
Roter oder schwarzer Wasserstoff CO_2-neutral	Aus Kernenergie
Weißer Wasserstoff CO_2-neutral	Natürliche Vorkommen mittels Frackingtechnologien

 © Hochschule Kempten – „HyAllgäu“, Werner E. Mehr, Silvan Lemberg, Korbinian Federl

Gefördert durch: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Koordiniert durch: NOW-GMBH.DE
Projektträger: PtJ Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Prof. Dr. rer. nat. Werner E. Mehr
Hochschule Kempten
Bahnhofstr. 61
87435 Kempten

Tel: +49 831 2523 9564
Fax: +49 831 2523 229
werner.mehr@hs-kempten.de

Gefördert durch: Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
Koordiniert durch: NOW-GMBH.DE
Projektträger: Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich