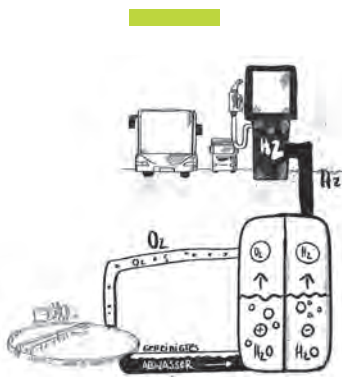


Wasserstoff für die Sektorkopplung

Wasserstoffforschung verbindet Abwasser, Nahverkehr und Wärmeversorgung



ELEKTROLYSE AN KLÄRANLAGEN

Wasserstoff kommt künftig eine bedeutende Rolle bei der Transformation unseres Energiesystems zu: Als Roh- und Hilfsstoff für die chemische Industrie und bei der Metallgewinnung, im Kontext des Energietransportes und der Energiespeicherung und eben auch in der Mobilität, wie im vorliegenden Beispielprojekt „SeWAGE PLANT H“, an dem die Leibniz Universität Hannover mit dem Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik und dem Institut für elektrische Energiesysteme beteiligt ist.

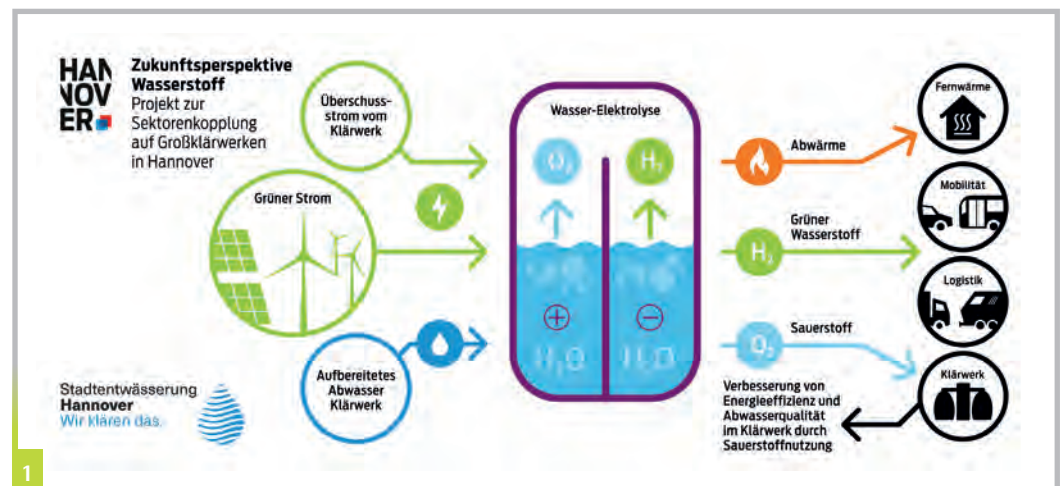
Kern des Vorhabens, das durch die Stadtentwässerung Hannover geleitet wird, ist die Wasserstoffbereitstellung mittels einer Wasserelektrolyse-Anlage im Megawatt-Maßstab am Großklärwerk Herrenhausen und dem anschließenden Einsatz im öffentlichen Personennahverkehr oder zur De-

ckung weiterer künftiger Wasserstoffbedarfe in der Region Hannover. Der besondere Clou des Konzeptes ist aber die hier erreichte Sektorkopplung, also die Wasserstoffherzeugung und -bereitstellung gekoppelt mit der optimalen Nutzung von Sauerstoff und Abwärme, die als Nebenprodukte bei der Wasserstoffherzeugung entstehen. Diese Nebenprodukte sollen direkt auf der Kläranlage Herrenhausen genutzt werden. Insbesondere ist im Vorhaben zu untersuchen, wie der erzeugte Sauerstoff im Klärprozess am effizientesten genutzt werden kann. Dies kann geschehen entweder als Beitrag zur Belüftung der bestehenden biologischen Reinigungsstufe oder als Oxidationsmittel in einer sogenannten 4. Reinigungsstufe mit dem Ziel der Desinfektion und Elimination von Arzneimittelrückständen. Kommunale Kläranlagen sind

aktuell für durchschnittlich 20 Prozent des Stromverbrauchs aller üblichen kommunalen Einrichtungen verantwortlich, wobei die Belüftungsenergie (also die Energie zum Eintrag von Luftsauerstoff) je nach Größe der Anlage und Pumpbedarf zwischen 50 bis 80 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs der Kläranlage ausmacht. Der direkte Einsatz des Nebenprodukts Reinsauerstoff kann hier somit zu einer deutlichen Reduzierung beitragen.

Der Einsatz in einer 4. Reinigungsstufe würde die Qualität des Kläranlagenablaufs weiter verbessern und insbesondere die Voraussetzungen dafür schaffen, zum Beispiel gereinigtes Abwasser für die Bewässerung der Herrenhäuser Gärten zu nutzen. Ein weiterer Vorteil der Errichtung der Anlage direkt am Klärwerk ist, dass das Wasser,

Abbildung 1
Wasserstoff kann zusammen mit anderen grünen Gasen zum Rückgrat der städtischen Energiewende werden. Aus energetischer Sicht ergibt sich ein attraktives Gesamtsystem, durch eine hohe Ausnutzung der eingesetzten Energie und die Kopplung von drei Sektoren (Mobilität, Wärme, Abwasserbehandlung).
Quelle: Stadtentwässerung Hannover/ BUSCHBRAND grafikdesign



welches für den Wasserelektrolyseprozess kontinuierlich benötigt wird, nicht dem Trinkwassernetz entnommen werden muss, sondern direkt aufbereitetes Wasser aus dem Klärprozess verwendet werden kann. Es wird deutlich, dass die hier verfolgte Sektorkopplung im Hinblick auf den Ressourcen- und Energieeinsatz sowohl bei der Wasserstoffherzeugung als auch auf der Kläranlage ein überzeu-

nehmen oder andere Anwender in der Region Hannover reagieren zu können.

Die Abwärme des Elektrolyseurs, die in der Größenordnung von 10-15 kWh pro kg Wasserstoff anfällt, soll künftig mittels einer Wärmepumpenanlage in das Fernwärmenetz des örtlichen Energieversorgers enercity AG eingespeist werden und somit einen Beitrag zur Defossilisierung

von derartigen Systemen auf Kläranlagen unter Berücksichtigung von ökologischen und ökonomischen Aspekten. Mit Hilfe der Toolbox soll es künftig möglich sein, solche Konzepte auf Kläranlagen in ganz Deutschland und darüber hinaus zu übertragen. Die technische Umsetzung der Sektorkopplung im Hinblick auf Belüftungsoptimierung und weitergehende Reinigung wird durch das ISAH und



Abbildung 2
Mit dem am Klärwerk Herrenhausen produzierten Wasserstoff sollen u.a. ab 2023 Busse der ÜSTRA und regiobus Hannover angetrieben werden, um Emissionen in Hannovers öffentlichem Nahverkehr zu senken.
Quelle: Stadtentwässerung Hannover/creanovo – motion & media design

gender Ansatz ist und zusätzlich auch zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit beider Prozesse beiträgt.

Durch die Anlage ist eine Wasserstoff-Produktion von anfänglich etwa 400 kg täglich möglich. Dies entspricht dem täglichen Bedarf von circa 15 Wasserstoff-Bussen, die künftig auf Routen der Nahverkehrsunternehmen ÜSTRA und regiobus Hannover unterwegs sein könnten, die sich aufgrund des Strecken- und Einsatzprofils nicht batterieelektrisch betreiben lassen. Der Elektrolyseur und die zugehörige Infrastruktur werden so geplant, dass sie modular erweiterbar sind, um auf eine künftig steigende Wasserstoffnachfrage zum Beispiel durch Logistikunter-

des Fernwärmeangebots leisten. Bis 2035 will die enercity AG die Hälfte ihrer Fernwärme aus erneuerbaren Quellen gewinnen.

Das dynamische Zusammenspiel des Wasserstoffherzeugungsprozesses, der Abwasserbehandlung und der Fernwärmebereitstellung und daraus abgeleitete Betriebsstrategien betrachtet und entwickelt das Institut für elektrische Energiesysteme (IfES) und arbeitet hier sehr eng mit dem Hersteller der Elektrolyse-Anlage, dem Hannoveraner Unternehmen Aspens zusammen. Darüber hinaus befassen sich IfES und das Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik (ISAH) gemeinsam mit der Erstellung einer Toolbox zur Gestaltung

einen weiteren Forschungspartner von der Technischen Universität Dortmund in enger Zusammenarbeit mit der Stadtentwässerung Hannover im halbtechnischen Versuchsbetrieb und am Kläranlagenstandort Herrenhausen im Praxisbetrieb erprobt.

Das vorliegende Projekt wird vom Land Niedersachsen im Rahmen der Wasserstoffrichtlinie gefördert. Es trägt aber nicht nur zur Lösung der mit dem Vorhaben verbundenen Sachfragen bei, sondern bildet auch ein wichtiges Leuchtturmprojekt im Kontext des Wasserstoffprogramms der Region Hannover und dem zugehörigen Netzwerk „Generation H2“ (www.generationh2.de). Unter diesem Label haben sich

die regionale Wirtschaft, Verwaltung, Forschung und Bildung zusammengeschlossen, um grünen Wasserstoff in der Region Hannover nutzbar zu machen, regionale Wertschöpfungsketten aufzubauen und gemeinsame Projekte zu entwickeln. Die Leibniz Universität ist Gründungsmitglied dieses Netzwerkes.

Überregionale, nationale und internationale Projekte

Abseits regionaler Projekte, wie zum Beispiel dem hier vorgestellten Projekt „SeWAGE PLANT H“ ist die Leibniz Universität auch in überregionalen, nationalen und internationalen Projekten mit dem Thema Wasserstoff befasst.

Als ein Beispiel aus dem überregionalen Umfeld, ist das vom niedersächsischen Wissenschaftsministerium geförderte Vorhaben „Innovationslabor Wasserelektrolyse (InnoEly)“ zu nennen, in welchen die Universitäten Braunschweig, Clausthal, Hannover und Oldenburg mit ausgewählten niedersächsischen Unternehmen zusammenarbeiten. Ziel ist die Erstellung eines Charakterisierungs- und Modellierungswerkzeugkastens zur Weiterentwicklung von technischen Wasserelektrolyseuren aller drei Technologielinien für die Produktion von grünem Wasserstoff. Ferner ist in diesem Kontext auch das Verbundprojekt „H2-Wegweiser Niedersachsen“ zu nennen, das in diesem Unimagazin ebenfalls näher vorgestellt wird und mit InnoEly eng verzahnt ist.

Auf Landesebene ist die Leibniz Universität noch an weiteren Verbundprojekten beteiligt, die sich unter dem Schirm des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen – EFZN im Rahmen des EFZN-Forschungsverbundes Wasserstoff Niedersachsen ergeben

haben. An dessen Einrichtung war die Leibniz Universität federführend beteiligt. Erwähnenswert ist in diesem Kontext, dass sich die Zusammenarbeit auf Landesebene nicht nur auf die Forschung bezieht, sondern kürzlich auch das gemeinsame berufliche Weiterbildungsprogramm „Wasserstoff für Fach- und Führungskräfte“ aus der Taufe gehoben werden konnte, das im September 2022 voll ausgebucht seinen ersten Kursdurchgang gestartet hat.

Auf nationaler Ebene ist die Leibniz Universität gegenwärtig mit einem Fördervolumen von mehreren Millionen Euro in den sogenannten Wasserstoffleitprojekten des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) beteiligt. Zielsetzung dieser Förderlinie ist die Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie der Bundesregierung. Hierzu wurde ein großes Bündel von Projekten zwischen einschlägigen Industrieunternehmen und etablierten Akteuren der Wasserstoff-Forschung aufgesetzt. Die Arbeiten an der Leibniz Uni befassen sich in diesem Umfeld beispielsweise mit der Optimierung von Wasserelektrolyseuren, über alle Projekte hinweg mit dem Ziel Materialkosten zu senken, Lebensdauer zu steigern und Energiebedarfe für die Wasserstofferzeugung zu senken. Methodisch verbindendes Element sämtlicher Arbeiten ist der kombinierte Einsatz von Modellierungs-/Simulationswerkzeugen und der experimentellen Charakterisierung und Validierung.

Im Bereich der Sektorkopplung sind die Bereitstellung von grüner Energie über Biogas sowie die synergetische Nutzung der Nebenprodukte besondere Schwerpunkte verschiedener LUH-Institute. So ist das ISAH neben der Fragestellung der optimalen Sauerstoffnutzung im Kläranlagen-

betrieb derzeit im Rahmen des BMBF-Projektes SATELLITE mit der Frage der regionalen Biogasbereitstellung in das „EnZaH2“-Projektes in Steyerberg involviert – ein Projekt zur Produktion klimaneutraler Kraftstoffe nach dem CAPHENIA-Prozess, bei dem Methan in Kohlenstoff und Wasserstoff aufgespalten und anschließend zu Synthesegas verarbeitet wird.

Auf internationale Ebene sei beispielhaft das kürzlich gestartete EU-Projekt „MacGhyver“ genannt. Gemeinsam mit vier weiteren universitären Partnern aus Spanien, den Niederlanden, Polen und Deutschland und einem französischen Unternehmen arbeitet die Leibniz Universität an einem Konzept zur Wasserstoffbereitstellung unter Nutzung von Abwässern. Herzstück ist dabei ein Elektrolyseur-Konzept, welche die Ansätze der Mikrofluidik ausnutzt und modular skalierbar ist. An der Leibniz Universität erfolgt dabei die Gestaltung des Gesamtsystems sowie die Erarbeitung und Erprobung eines elektrochemischen Verdichters zur Nachverdichtung des Produktwasserstoffs.

Zum Thema Wasserstoff wird an der Leibniz Universität Hannover nicht nur zwischen der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik und der Fakultät für Maschinenbau intensiv zusammengearbeitet, sondern auch an der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie (zum Beispiel Unterspeicherung von Wasserstoff, Institut für Geotechnik), an der Fakultät für Architektur und Landschaft (zum Beispiel Umweltanalyse im Kontext der Wasserstoffbereitstellung, Institut für Umweltplanung), an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften (zum Beispiel ökonomische Implikationen bei der Bereitstellung von Wasserstoff für den weltweiten Flugver-

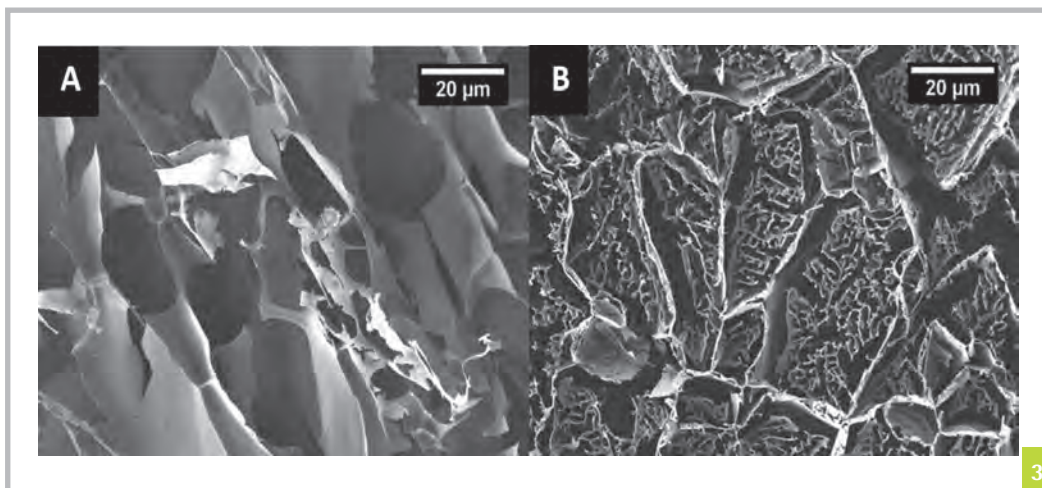


Abbildung 3
Elektronenmikroskopische Aufnahmen zweier verschiedener Kryogele mit unterschiedlicher Mikrostruktur.

Quelle: Müller et al. (2021), *Langmuir* 37 (17), 5109

kehr, Institut für Umweltökonomik und Welthandel) und an der Naturwissenschaftlichen Fakultät.

Jüngste Aktivität der Wasserstoff-„Familie“ an der Leibniz Universität Hannover ist eine Zusammenarbeit des Instituts für Physikalische Chemie und Elektrochemie und des Instituts für elektrische Energiesysteme. In dieser interdisziplinären Kooperation geht es darum, Elektrodenmaterialien für Brennstoffzellen zu verbessern. Dafür werden neue Materialien mittels eines am Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie entwickelten Kryogelverfahrens entwickelt, welches auf kolloidalen Nanopartikeln

basiert und eine bisher nie da gewesene Kontrolle der Mikro- und Nanostruktur durch gezielte Vernetzung der Nanopartikel erlaubt (Abb. 3).

Die Wasserstoffforschung wird insgesamt weiter an Bedeutung gewinnen, weil Wasserstoff sowohl energiepolitisch als auch industriepolitisch von großer Bedeutung ist. Künftig werden sich zahlreiche Wertschöpfungspotenziale bieten, sowohl bei der lokalen Wasserstoff-Bereitstellung und dessen Anwendung als auch aus Sicht einer Ausrüster-Branche, die künftig einen sich entwickelnden weltweiten Markt mit Komponenten, Apparaten und

Anlagen bedienen wird können. An der Leibniz Universität werden wir diese Entwicklung weiter begleiten und befördern und unsere Kompetenzen einbringen, damit wir als Gesellschaft sowohl aus Sicht des Klimaschutzes als auch aus ökonomischer Sicht vom Thema Wasserstoff profitieren können.

Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach
Dr. Maiko Beier
Prof. Dr. Stephan Köster
Prof. Dr. Dirk Dorfs
Prof. Dr. Nadja C. Bigall

→ Infos und Kontaktdaten ab Seite 68

 Studentenwerk
Hannover

Hannoversorgt



www.studentenwerk-hannover.de   