

Direct electrochemical conversion of CO₂ to formic acid

Publieke samenvatting / Public summary

<https://www.voltachem.com/fa>

Efficiënte mierenzuurproductie uit CO₂

Mierenzuur wordt in de industrie voor veel doeleinden gebruikt. De gebruikelijke productiemethode van mierenzuur is uit aardgas, maar een groen alternatief is elektrochemische productie met CO₂ en water(stof). Bovendien biedt elektrochemische productie van mierenzuur de mogelijkheid voor opslag van elektriciteit, koolstof (uit CO₂) en waterstof. Mierenzuur recycleert daarmee CO₂, en kan later fungeren als energiebron of grondstof. Via die opslagmethode (Power to Formic Acid, of P2FA) kan deze technologie bijdragen aan verdere elektrificatie van de industrie en recycling van CO₂.

Het project

In dit project werken partijen aan een reactor, inclusief de installatie eromheen, met uitzicht op commerciële haalbaarheid. Het optimaliseren van de productiemethode vindt plaats aan de hand van een uitgebreid testprogramma ondersteund door thermodynamische modellering: welke parameters zijn belangrijk? Een analyse van het energiesysteem en de bruikbaarheid van deze technologie voor het balanceren van het elektriciteitsnet en voor CO₂-opslag maakt ook deel uit van de studies.

Voor wie?

Projectinformatie / Project information

Projectnummer / Project number
TEEI116076

Subsidiebedrag / Grant amount
€ 972.665,00

Algemene informatie / General information

Penvoerder / Secretariat
TNO Earth, Life and Social Sciences

Publicaties en materialen / Publications and attachments

- 08.03.2021

Eindrapport TEEI116076

Volg Topsector Energie op X / Follow Topsector Energie on X

@TSEnergie

Mierenzuur (CH_2O_2) wordt nu toegepast in onder andere de voedingsmiddelenindustrie (voor verbetering van houdbaarheid, als grondstof), bij de productie van textiel en in medicijnen. Als brandstof en grondstof heeft mierenzuur in de toekomst nog veel bredere toepassingen.

Wat is nieuw?

Voor de commercialisering van de elektrochemische productie van mierenzuur zijn een paar ontwikkelingen cruciaal. Naarmate de stroomdichtheid per oppervlakte aan de elektrodes groter is, kunnen de kosten van de elektrodes omlaag. Vervolgens is het nodig dat de elektronen aan de elektroden efficiënt worden gebruikt voor omzetting in mierenzuur, want dat houdt de stroomrekening laag. Ten slotte moeten de elektroden voldoende bestand zijn tegen de zure, corrosieve omgeving, voor een levensduur van minimaal enkele duizenden draaiuren en een minimum aan onderhoud.

Belangrijkste onderzoekpunten

De werking van de elektroden met de daarop aangebrachte katalysator is de basis voor verdere optimalisatie van het procedé. De 'reactorengineering' is gericht op een reactorconcept met elektrodes van ongeveer 100 vierkante centimeter grootte. De partners onderzoeken vooral methodes om de elektrolyt in de reactor zo goed mogelijk in contact te brengen met de elektrode. Dat kan bijvoorbeeld met rondpompen van hoge massastromen of met creëren van turbulentie. Dat moet een proces opleveren dat voor lange duur volcontinu moet draaien.

Besparing binnen dit project

Uit een studie van CE, onderdeel van dit project, blijkt dat gebruik van mierenzuur als brandstof voor een voertuig slechts loont als deze is gemaakt met CO_2 uit biologische oorsprong (bijvoorbeeld mest of biomassa) en elektriciteit uit hernieuwbare bron. Dan is de equivalente CO_2 -uitstoot per kilometer

nagenoeg nul, terwijl die bij mierenzuur uit stroom en fossiele brandstoffen ruim hoger is dan van bijvoorbeeld diesel.

Brede toepassing

In 2009 bedroeg de totale productie van mierenzuur in de Europese industrie ongeveer 0,4 Mton per jaar, maar de toekomst van elektrochemische productie ligt vooral in de opslag van elektriciteit en waterstof en het recycleren van CO₂ in mierenzuur als grondstof voor de industrie en als brandstof. Die markt—waarvoor dit een van de routes is—moet nog wel tot wasdom komen, wellicht onder invloed van hogere prijzen voor het uitstoten van CO₂.

Partners

Coval Energy, TNO, TU Delft, CE Delft, Mestverwerking Friesland, Team Fast.

Looptijd

03-10-2016 - 01-06-2019

Volgende stappen

De volgende fase is een tien keer zo grote reactor, die vervolgens modulair kan worden opgebouwd tot een stapeling. Internationale partijen uit bijvoorbeeld België, Frankrijk en Groot-Brittannië tonen belangstelling, EU-financiering voor follow-ups is al toegekend. De partners werken ook aan een plan voor een veldlab, mogelijk in Rotterdam, waar elektrochemische processen als P2FA kunnen worden gedemonstreerd.

Efficient formic acid production from CO₂

Formic acid is used for many industrial purposes. The common production method of formic acid is by splitting up natural gas. An attractive green alternative is electrochemical production with CO₂ and water. Moreover, electrochemically produced formic acid offers the possibility for storage of electricity, carbon (from CO₂) and hydrogen. Formic

acid recycles CO₂, and can later act as an energy source or multi-purpose feedstock. Power to Formic Acid, or P2FA, can thus contribute to further electrification of the industry and recycling of CO₂.

The project

Project parties work on a reactor, including the installation around it, to investigate the perspective of commercial feasibility. Optimization takes place in a broad testing programme, supported by thermodynamic modelling: which parameters are important? An analysis of the energy system and the importance of this technology for balancing the electricity grid and for CO₂ storage is also part of the studies.

For whom?

Formic acid (CH₂O₂) is now used in the food industry (e.g. for conservation, as a feedstock), in the production of textiles and in pharmaceutical industries. As a fuel and feedstock formic acid has much broader applications in the future.

What's new?

For a commercially viable electrochemical production of formic acid, a few developments are crucial. If the current density per surface area at the electrodes increases, the cost of the electrodes will be reduced. Next, the electrons at the electrodes need to be efficiently applied for converting electrolyte components into formic acid, because that keeps the current bill low. Finally, the electrodes must be resistant to the acidic, corrosive environment, for a maximum lifetime (at least several thousand operating hours) and a minimum of maintenance.

Main research points

The way the electrodes cooperate with the applied catalyst is basic for further optimization of the process. 'Reactor engineering' is executed on a reactor concept with electrodes of approximately 100 square centimeters. Research focuses on

methods to bring the electrolyte in the reactor into contact with the electrode as well as possible, e.g. by circulating high mass flows or creating turbulence. This must result in a process that has to run continuously for a long time.

Saving in this project

A study, part of this project, shows that the use of formic acid as a fuel for a vehicle pays off if it is made with CO₂ from biological sources (e.g. manure or biomass) and electricity from renewable sources. Then the equivalent CO₂ emissions per kilometer is virtually zero, while formic acid from electricity and fossil fuels shows much higher emissions.

Broad application

The production of formic acid in industry in Europe in 2009 amounted to about 0.4 Mton per year. The future of electrochemical production lies mainly in the storage of electricity and hydrogen and the recycling of CO₂ in formic acid as raw material for industry and as fuel. That market - for which this is one of the routes - still has to grow to maturity, perhaps under the influence of higher prices for the emission of CO₂.

Partners

Coval Energy, TNO, TU Delft, CE Delft, Mestverwerking Friesland, Team Fast.

Duration

03-10-2016 - 01-06-2019

Next steps

The next phase is a ten-times-large reactor, which can then be built up into a stack. International parties from Belgium, France and Great Britain are showing interest, EU funding for follow-ups has already been granted. The partners are also working on a field lab, possibly in Rotterdam, where electrochemical processes such as P2FA can be demonstrated.

De data in deze applicatie is afkomstig van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en wordt in samenwerking met de Topsector Energie ontsloten.

Voor meer informatie over de Topsector Energie, ga naar www.topsectorenergie.nl.

Voor meer informatie over de TSE / Energie-Innovatie regelingen die RVO aanbiedt, ga naar www.rvo.nl/tse.