

# Vätgas från biogas som bussbränsle i kallt klimat



Februari 2024  
Sammanfattning av  
C819

## Lämplighetsanalys av att producera vätgas från biogas och använda i stadsbussar i Luleå

**I rapporten *Hydrogen from biogas as fuel for buses in cold climate* visar vi att det finns miljö- och kostnadsmässiga argument för att använda biogas till att producera vätgas och använda i tunga fordon. I den här populärvetenskapliga sammanfattningen summerar vi rapportens bakgrund, genomförande samt slutsatser.**

**Författare:** Anders Hjort, Tobias Gustavsson Binder, Emelie Persson, Pavinee Hasselberg, Ali Hedayati, Sahar Safarianbana, Olga Lysenko, Nina Chi Johansson, Tomas Lönnqvist, Linnea Nilsson\*

\*IVL Svenska Miljöinstitutet

*Rapporten är resultatet av två forskningsprojekt som finansierats av Energimyndigheten respektive Luleå Lokaltrafik AB, Luleå Miljöresurs AB och Stiftelsen Institutet för vatten- och luftvårdsforskning (SIVL).*

## Vätgas från biogas som bränsle till stadsbussar i Luleå

Stadsbusstrafiken går snabbt mot nollemissionsdrift. I Sverige och många andra länder har batteribussar blivit ett lika vanligt

som självklart inslag på städers gator. Precis som för andra segment av tunga transporter har en annan teknik för att uppnå nollemissionsdrift fått ökad uppmärksamhet, nämligen vätgas och bränslecellsbusar. I Sverige har bara ett fåtal bränslecellsbusar använts – och dessutom bara på prov – men i flera europeiska städer har de redan börjat användas i betydande skala.

Vätgas är precis som el en energibärare snarare än en energikälla och kan därför genereras från olika råvaror. Nästan all vätgas är idag fossil, varav majoriteten görs från naturgas, medan det är vätgas gjord via elektrolys av vatten som fått störst uppmärksamhet eftersom den huvudsakliga insatsvaran är el. Men vätgas kan även genereras från bland annat biogas, vilket är en möjlighet som hittills fått begränsad uppmärksamhet både från lagstiftare, forskning och industriaktörer.

I det här projektet är fokus på Luleå där en möjlig lösning med bränslecellsbusar och vätgas från biogas har undersökts. Luleå Lokaltrafik AB (LLT) planerar att på sikt endast använda sig av nollemissionsbusar. Batterielektriska busar har redan börjat köpas in och fler kommer att sättas i trafik. I dagsläget har LLT dock ett betydande antal diesel och biogasbusar till vilka LLT köper uppgraderad biogas från det kommunala

avfalls- och vattenreningsbolaget Luleå Miljöresurs AB (LUMIRE).

Ett upplägg som diskuterats mellan ansvariga på LLT, LUMIRE och även IVL Svenska Miljöinstitutet – som genomfört denna studie – är att LUMIRE går över till att producera vätgas av sin biogas och att LLT köper in den vätgasen och använder i bränslecellsbussar. Initialt har flera möjliga nyttor identifierats, bland annat att LLT kan fortsätta nyttja biogasen trots övergång till nollemissionsdrift och att de fortsatt har tillgång till lokalt producerat bränsle.

Med tanke på att Luleå har en exceptionellt kall temperaturprofil ansågs också en möjlig fördel handla om uppvärmning av bussen. Eftersom batterielektriska bussar inte genererar spillvärme – på grund av den höga energieffektiviteten – krävs en kompletterande tilläggsvärmare. Dessa kan drivas med både fossil diesel och HVO, men i exempelvis Luleå drivs de med fossil diesel. Genom att bränsleceller genererar spillvärme – vid omvandling av vätgasen till el – var en uppfattning att en tilläggsvärmare möjligtvis inte behövs, vilket hade kunnat innebära fördelar ur kostnads- och miljösynpunkt.

## Systemstudie bestående av två delar

Studien har alltså gått ut på att undersöka lämpligheten med att både producera vätgas från biogas vid LUMIREs befintliga avloppsreningsverk samt lämpligheten för LLT att använda bränslecellsbussar i sin stadsbusstrafik. Studien har både beaktat kostnader förenade med respektive del samt klimatpåverkan ur ett livscykelperspektiv för produktion av bränslen samt drift av bussarna.

I den första delen av systemet, alltså produktionen av vätgasen (även kallat Well to Tank), har fyra produktionslinjer för att generera vätgas jämförts där vätgasen transporteras till tankstation för vätgas på samma sätt. I tre av dessa är biogas

huvudsaklig insatsvara medan den fjärde, elektrolys, använder el och vatten. De tre som använder biogas är följande:

- **Ångmetanreforming av biogas.** Samma produktionsprocess som för naturgas, men med rå biogas på plats vid biogasanläggning. Processen kräver höga temperaturer och en katalysator för att underlätta reaktionen mellan metan och ånga (vatten) för att producera vätgas och koldioxid.
- **Ångmetanreforming av biometan.** Samma process som ovan fast med uppgraderad biogas (biometan) istället för rå biogas.
- **Pyrolysis av biometan.** En separering av av biometan, där biometan ( $\text{CH}_4$ ) omvandlas till molekylärt väte ( $\text{H}_2$ ) och fast fast kol (biokol) i en syrefattig miljö, vilket innebär att utsläppen av  $\text{CO}_2$  under produktionen av väte från pyrolysis av biometan i stort sett undviks.

Utöver möjligheten att fånga in koldioxid vid uppgradering av biogas till biometan är det möjligt att fånga in och lagra  $\text{CO}_2$  vid reformering. Därigenom kan negativa utsläpp uppnås. I den sistnämnda, pyrolysis av biometan, är en bi-produkt biokol i ren form. Denna kan användas och säljas till exempelvis stålindustri där den kan ersätta fossil kol, vilket innebär att delar av  $\text{CO}_2$ -utsläppen tillskrivs industriverksamheten. Dessa möjligheter har beaktats i beräkningarna.

I den andra delen av systemet, alltså driften av fordon (även kallat Tank to Wheel) jämförs kostnader och klimatpåverkan från en bränslecellsbus med en depålad batterielektrisk buss. I beräkningen ingår scenarier för alla fyra ovanstående alternativen för att framställa vätgas vilket ger varierande miljöpåverkan och pris på vätgasen samt scenarier om olika investeringskostnader för buss och energibehov för uppvärmning och drift av buss. För batterielektrisk buss tar beräkningen höjd både för att en

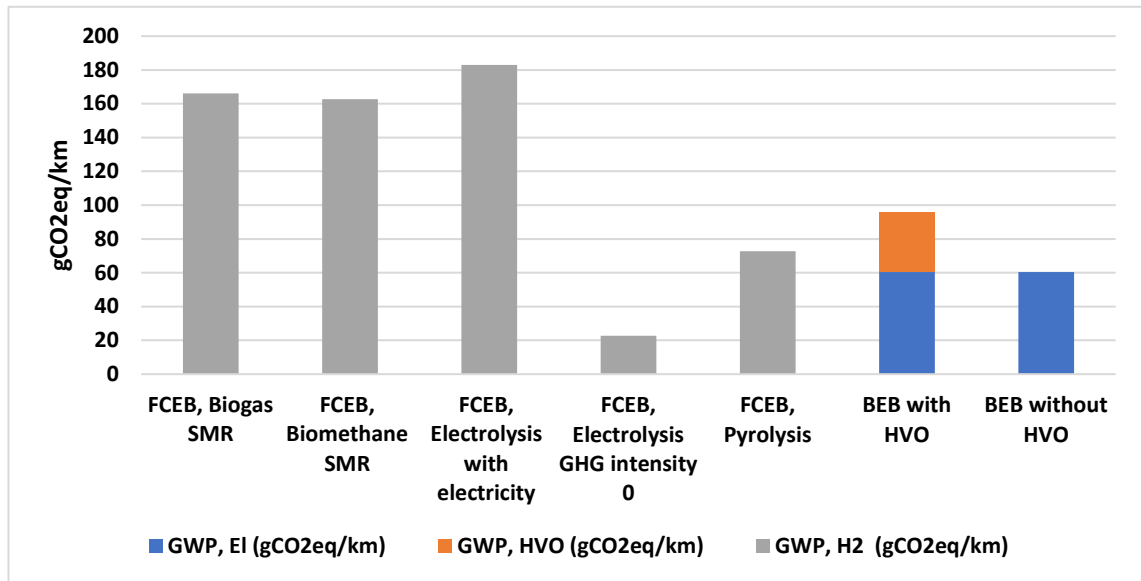
tilläggsvärmare behövs och att en tilläggsvärmare inte behövs.

Utöver detta har ytterligare flera delmoment genomförts:

- Styrmedelslandskapet i EU och Sverige har analyserats då denna kunskap är viktig för att kunna utvärdera lämpligheten med

## Flera fördelar med de studerade systemen

Resultaten visar att det finns flera fördelar med de studerade systemen. Klimatprestandan från de biogas-baserade alternativen ser jämförelsevis bra ut. Jämförelsen påverkas dock av flera faktorer, vilket kan ses i Tabell 1:



Tabell 1. Klimatpåverkan per km i de studerade systemen (utan CCS)

- åtgärderna.
- Marknaden för vätgasbussar har inventerats genom att ha dialog och avstämningar med busstillverkare och tillverkare av värmesystem för bussar samt genom att gå igenom forskning och annan litteratur på området.
- Prognoser för framtida elpriser i elområde 1 i Sverige har kartlagts genom en genomgång av rapporter och annan litteratur på området, vilket varit viktigt då elpriserna får relativt stort genomslag på resultaten från beräkningarna.
- Dessutom har en teknisk sammanställning gjorts över möjligheterna med att producera vätgas från biogas. I dessa beskrivs tekniska förutsättningarna att tillämpa dessa produktionsmetoder.
- Ifall CCS används uppnås bäst klimatprestanda med reformeringsalternativen.
- Om GHG-utsläppen från elen i elektrolys-vätgas får räknas som noll (i enlighet med gällande EU-regelverk) är elektrolys det alternativ med bäst klimatprestanda efter reformering med CCS
- Därefter ger pyrolysis av biometan den bästa klimatprestandan, till stor del eftersom delar av klimatpåverkan tillskrivs de som antas köpa biokolen.
- Om CCS inte tillämpas och om elen i elektrolys-vätgasen inte räknas som noll uppnår reformeringsalternativen och elektrolys jämförlig klimatprestanda

Vidare visar beräkningarna att det inte behöver vara dyrare att producera vätgas från

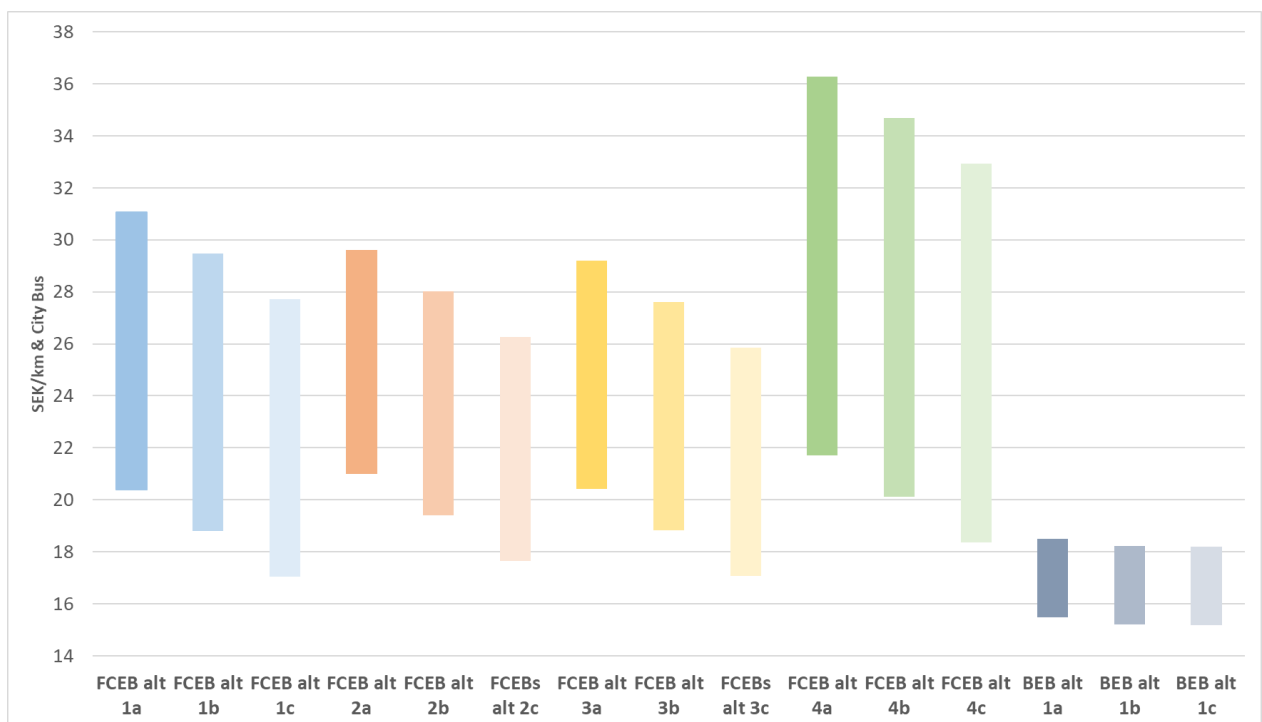
biogas genom reformering av biogas eller biometan än genom elektrolys. Kostnadsbilden påverkas dock starkt av energipriser. Ifall priset på el eller biogas ökar kan jämförelsen förändras. Kostnadsberäkningen av driften av bussarna visar däremot att bränslecellsbusar är dyrare än batteribussar, vilket kan ses i Tabell 2. Detta beror på högre investeringskostnader, högre energiåtgång samt att beräknat pris på vätgas är relativt högt jämfört med priset på el. Detta tyder på att bränslecellsbusar är bättre lämpad för användning i andra segment av tunga fordon där det finns större utmaningar med batterifordon, som regionalbussar, långfärdsbussar och lastbilar med krav på lång räckvidd.

En viktig fråga för drift i kallt klimat har gällt uppvärmning av bussarna. Ifall spillvärmen från bränslecellen räcker för uppvärmning av bussen och ifall batterielektriska bussar fortsatt behöver en separat tilläggsvärmare kan det ge vissa fördelar för bränslecellsbusar. Detta eftersom det kan gå åt upp till 1-2 liter bränsle/mil under vintern och utsläppen från en tilläggsvärmare kan vara likvärdig

utsläppen från en dieslbuss. Utifrån dialogen med busstillverkare, klimatsystem för bussar samt litteratursökning kan vi dock konstatera att det är osäkert ifall spillvärmen är tillräcklig. Vi har fått olika uppgifter från olika busstillverkare och ingen har än så länge testat det i verklig drift i kallt klimat utan tester har utförts i kontrollerade miljöer eller i simuleringar. Alltså är det okänt ifall detta är en fördel och hur den i så fall ska värderas. Tilläggsvärmare kan med andra ord behövas för bränslecellsbusar i kallt klimat.

## Intressant lösning men som missgynnas i regelverk

Sammantaget visar resultaten på att det kan vara en bra idé att producera vätgas från biogas och att det även kan vara fördelaktigt att använda det i tunga fordon, dock inte just i stadsbussar fränsett ifall uppvärmningen med spillvärme från bränslecell kan motivera det. Åtminstone drar vi slutsatsen att vätgas från biogas kan vara intressant som ett



**Tabell 2. Jämförelse mellan totalkostnader (TCO) i de studerade systemen. Tabellen visar att batteribussar är förenat med lägre kostnader i alla scenarier fränsett när investeringskostnaderna för en bränslecellsbus är likvärdig batterielektrisk buss, vätgasbehovet är lågt och att priset på vätgas är likvärdig elen.**

transitionsbränsle för att öka tillgången på förnybar vätgas fram till dess att elektrolysörkapaciteten är tillräckligt utbyggd. Däremot visar inte resultaten huruvida vätgas är ett mer intressant användningsområde för biogasen än andra alternativ, exempelvis industri och uppvärmning, eftersom detta inte ingått i studien.

Trots detta visar vår kartläggning av styrmedelslandskapet kring vätgas och nollemissionsbussar att biovätgas missgynnas i EU:s regelverk om förnybar vätgas. Detta beror på att *förnybar vätgas* enligt EU-terminologi definieras i den så kallade delegerade akten om *förnybara bränslen av icke-biologiskt ursprung* (på engelska: renewable fuels of non-biological origin, RFNBO). Där fastställs att förnybar vätgas ska vara baserad på icke-biologiska råvaror (det vill säga från elektrolys) och därtill uppfylla ett antal kriterier. Att vätgas från biogas är exkluderad från definitionen innebär vidare att medlemsstater begränsas från att ge stöd till investeringar för att producera och att distribuera vätgas från biogas.