

Förnyelsebar Propan

Green LPG

Jan Brandin

Byggd Miljö & Energiteknik

Bioresursgruppen

Linneuniversitet, Växjö

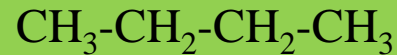


Gasol – Motorgas – LPG - Autogas

Propan



Butan



	Ångtryck 20 C	Eff. Värmevärde MJ/kg
Propan	808 kPa	46
Butan	150 kPa	46
Densitet (Flytande 15 C)	500 kg/m ³	
Jämför diesel	43 MJ/kg & 800 kg/m ³	
Rel. Energidensitet Gasol/Diesel	~70 %	



Användning

Industri

Råvara t.ex. för eten & propen
Uppvärmning, truckar

Hushåll

Uppvärmning & matlagning

Fordonsbränsle

Världens 3:e största bränsle
för landtransport. Står för 3%

Försäljning i Sverige 2015

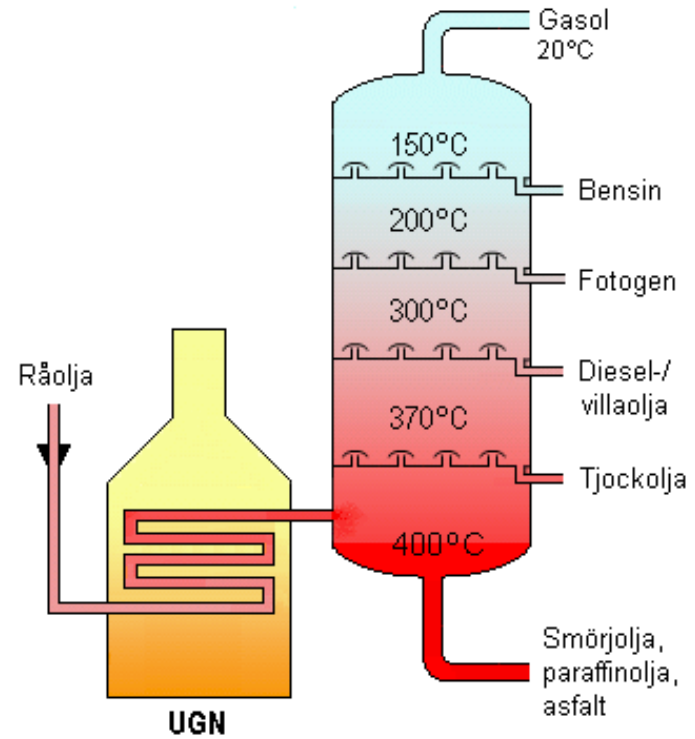
4.4 TWh ~ 345 000 ton



Ursprung



Gasol utvinns huvudsakligen ur naturgas eller vid processing av råolja och är 100% fossil.



Raffinaderi

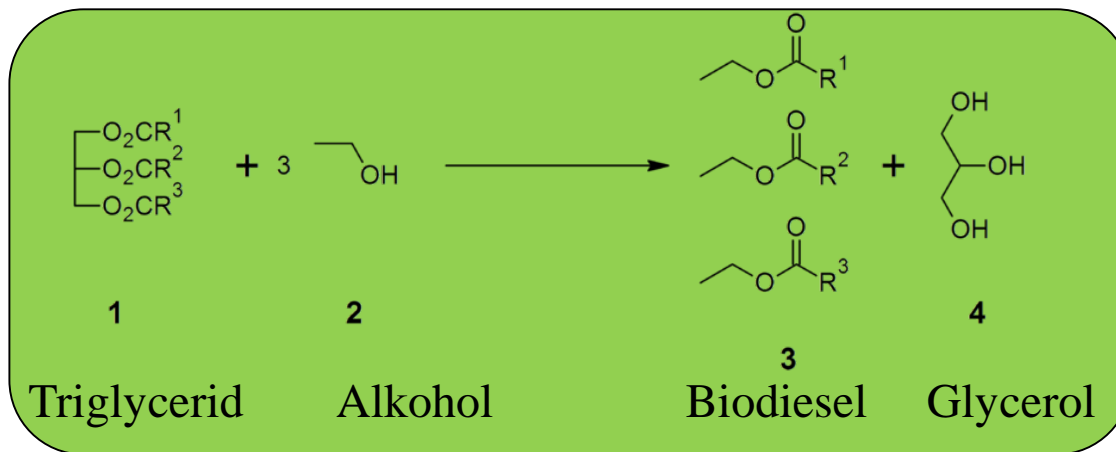


Glycerol

Biprodukt

Biodiesel, tvål & såpa

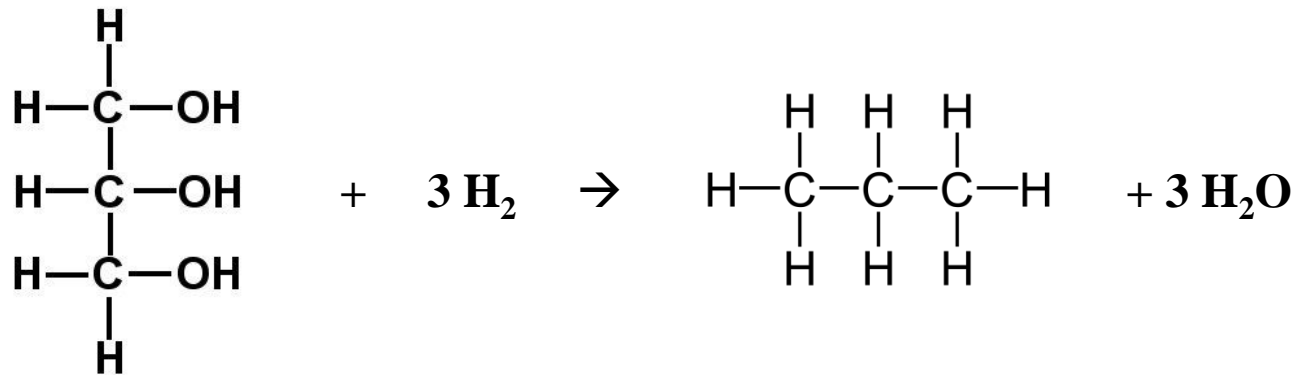
Transestrifiering av fetter och oljor (tri-glycerider)



Vid reaktionen bildas 1 viktsenhet glycerol till 10 viktsenheter RME



Från Glycerol till Propan



Glycerol(l) + 3H₂(g)

ΔH_c -2200 kJ/mol

Propan(g)

ΔH_c -2027 kJ/mol

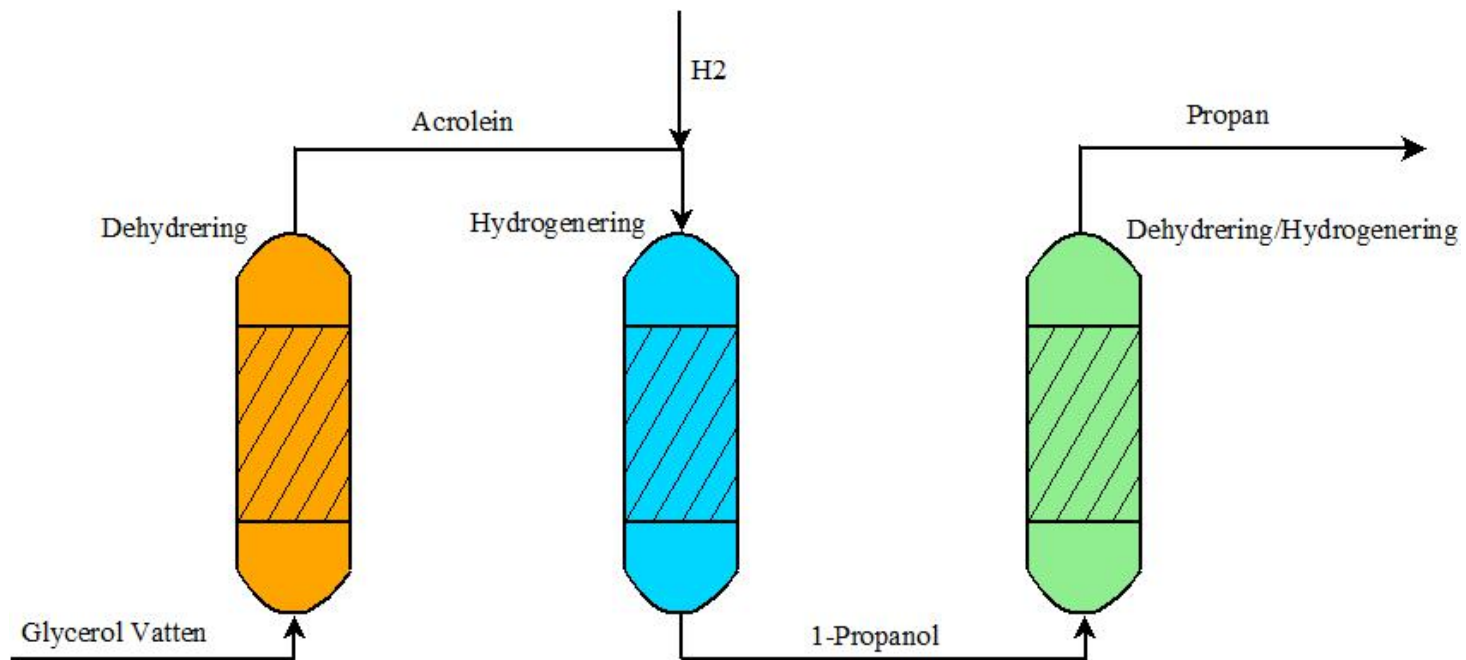
Skiljer 130 kJ/mol eller propanen innehåller 94% av energin.



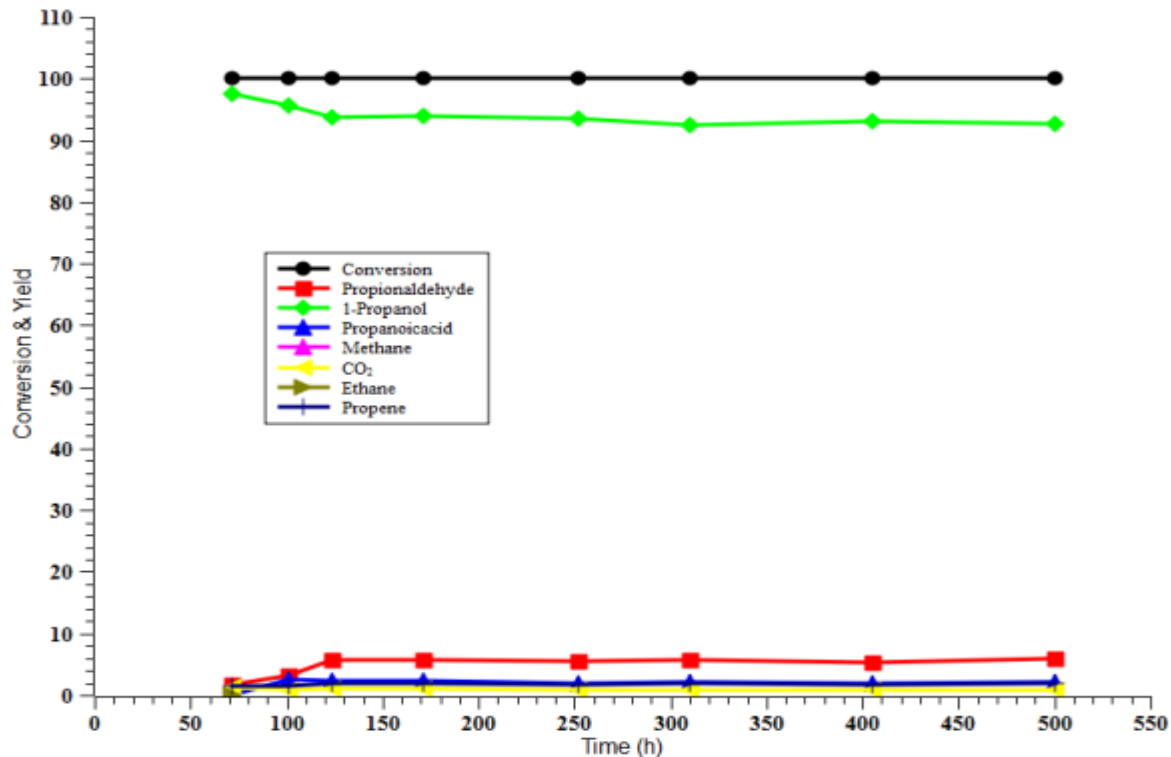
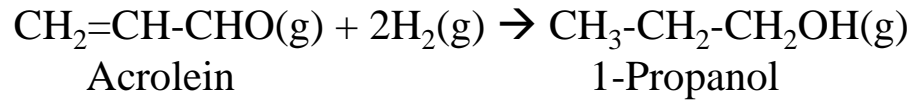
Från Glycerol till Propan

Process med 3 katalytiska steg

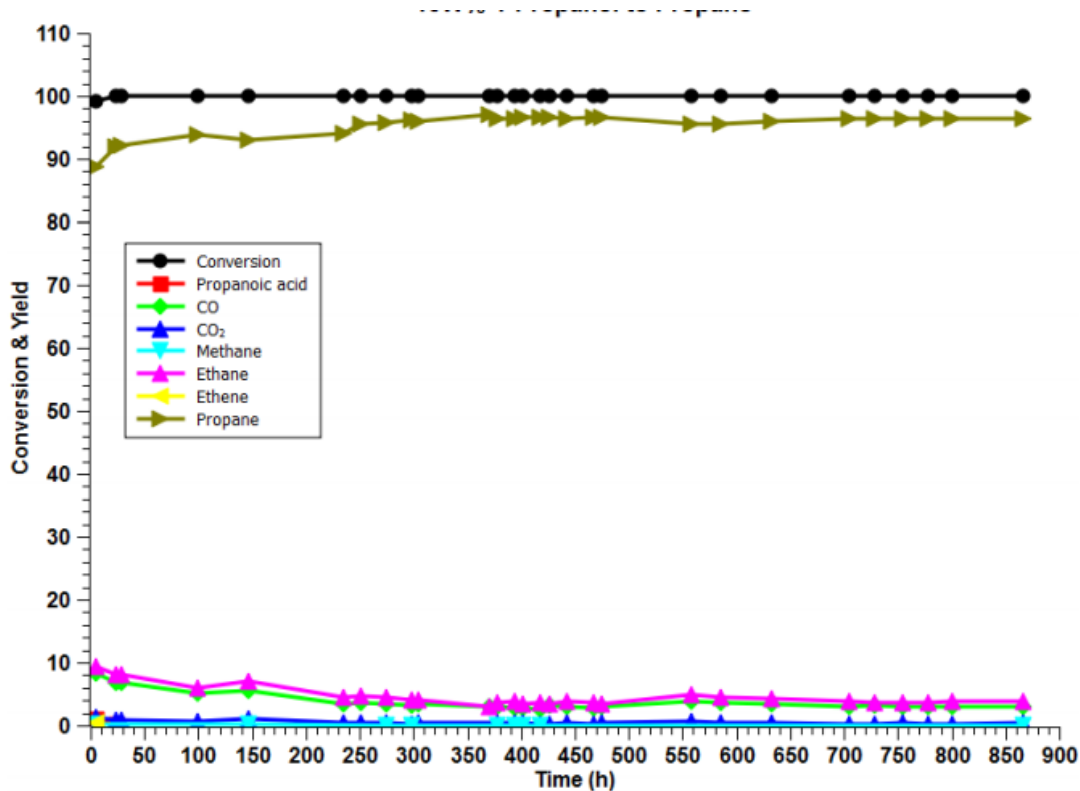
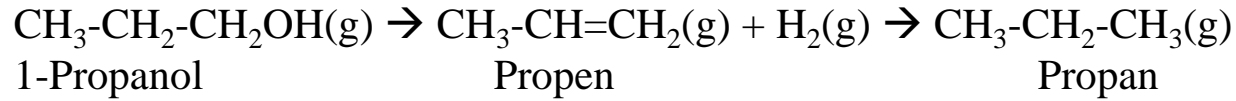
Processbetingelser: 350 C och 1010 kPa



Steg två: hydrogenering av acrolein



Steg tre kombinerat dehydrings- & hydrogeneringssteg

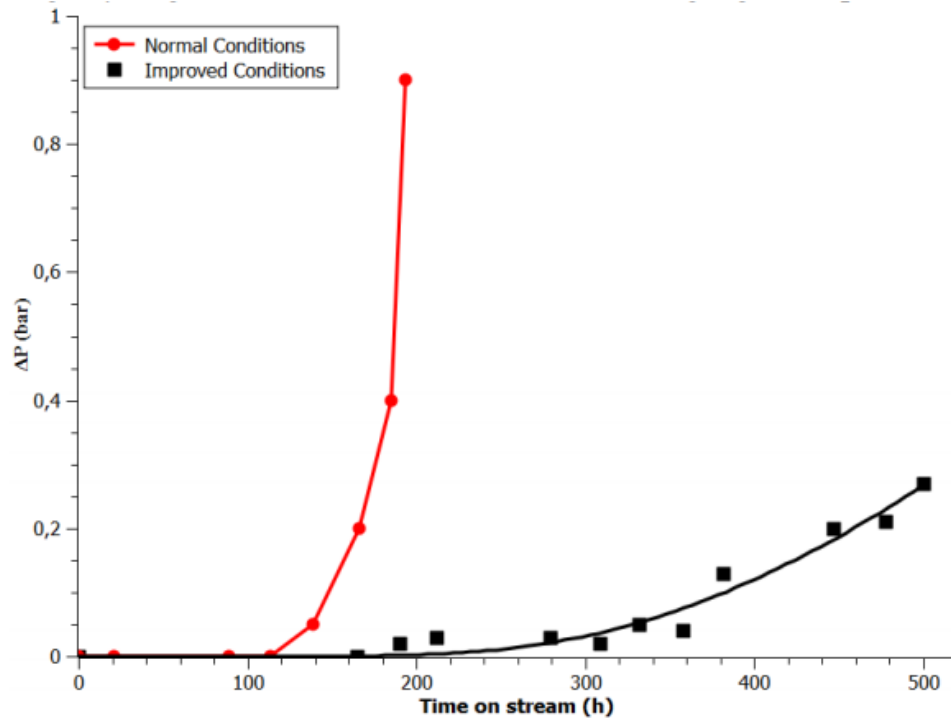


Huvudsakliga problemen ligger i första steget med koksning

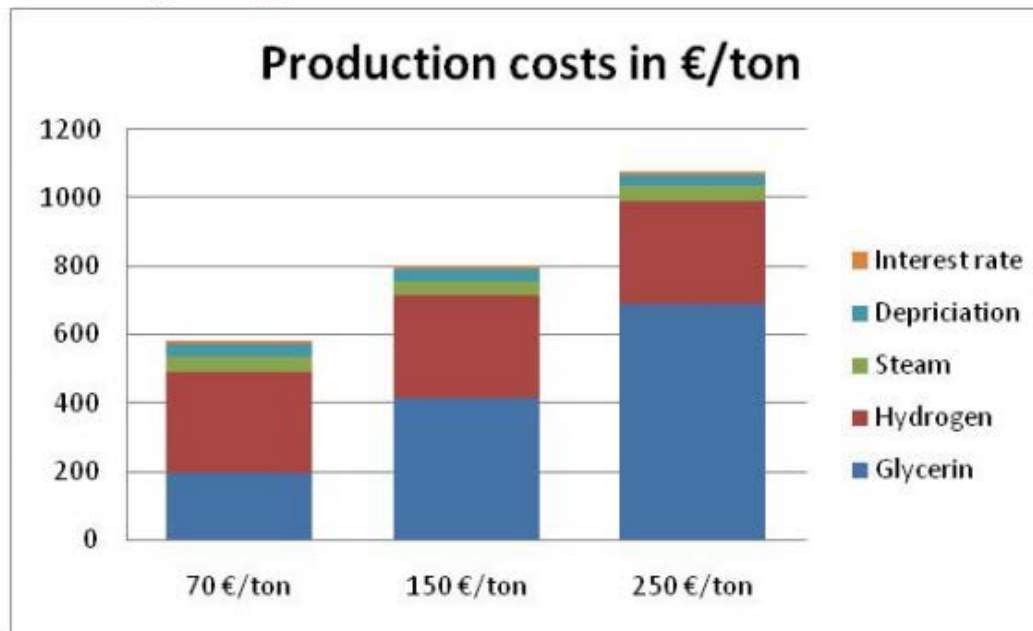
- Optimering av driftsbetingelserna
- katalysatorutveckling

Steg 2 & 3 är problemfria

Tryckfall över reaktorn



Produktionskostnader 50 000 årston



Glycerol pris

Green LPG
Hulteberg, Brandin, Leveau
Rapport SGC 222, 2010



Tillgång på glycerol

Använd RME i Sverige 2014	240 000 ton
Producerad Glycerol	24 000 ton
Potential för Bio-propan Sverige	~10 800 ton (~3 % av behovet)
Europa	
Producerad Glycerol (2008)	1 100 000 ton
Potential Bio-Propan	~500 000 ton (6.3 TWh)



Finns det outnyttjad glycerol?

Vid fermentering socker till etanol bildas glycerol som biprodukt.

Enligt litteraturen kan upp till 10% av ingående socker bli glycerol.

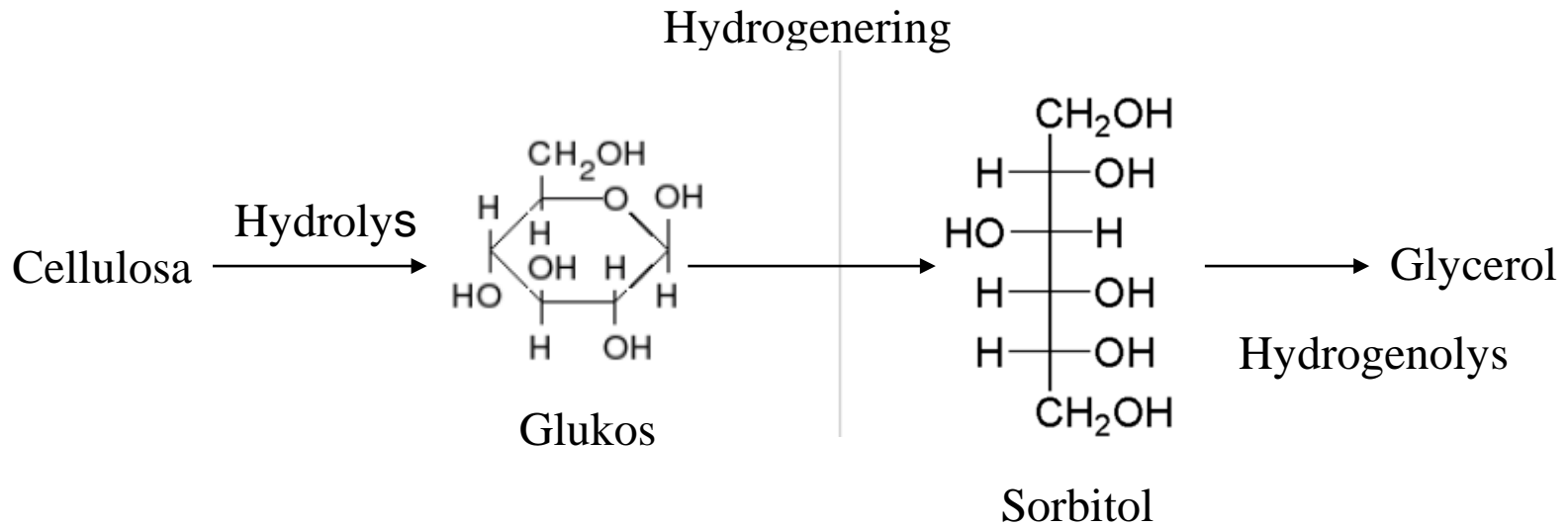
Glycerolen blir kvar i destillationsresten.

Agroetanol i Norrköping

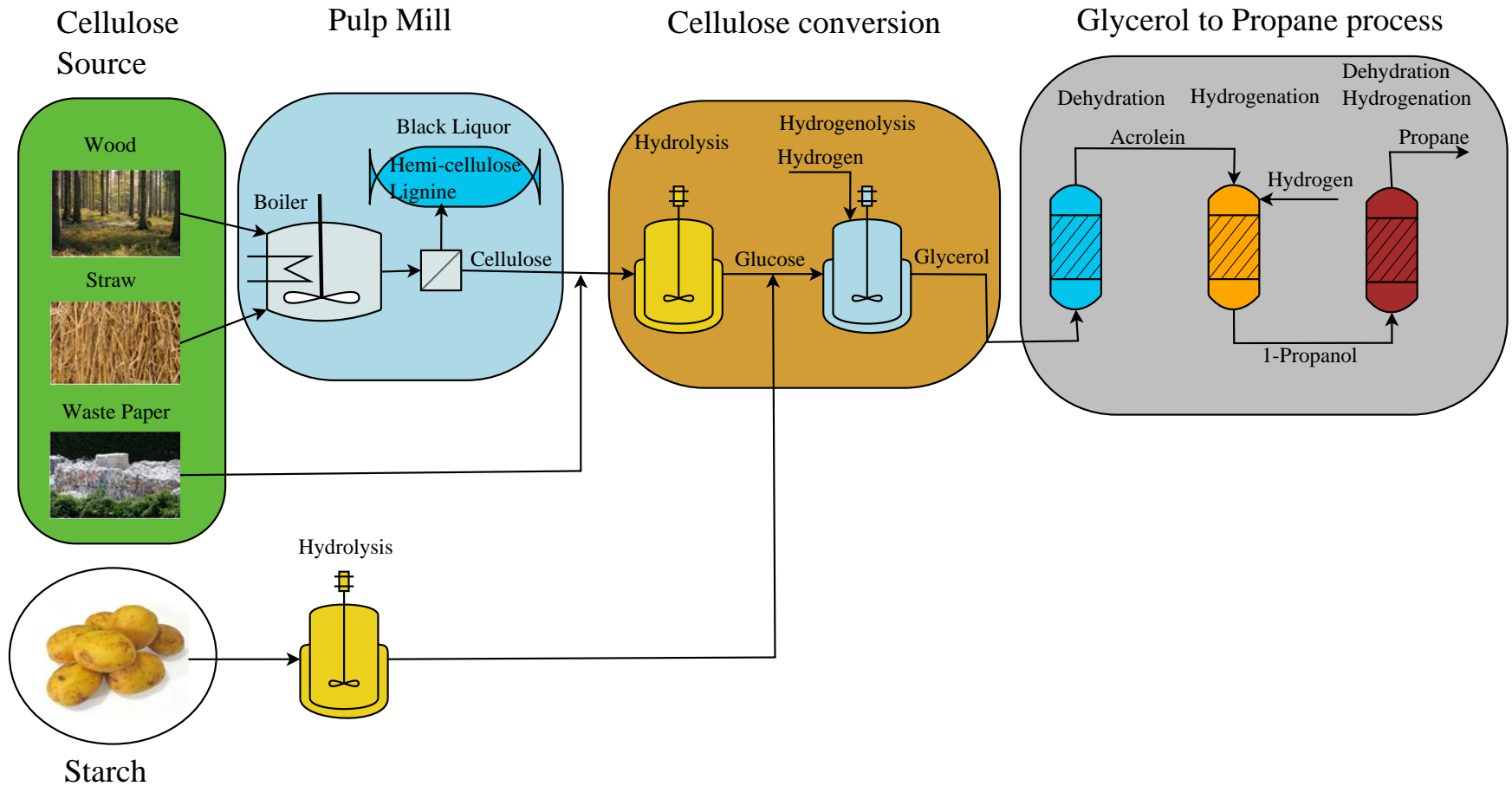


Etanol	230 000 ton/år
Socker	460 000 ton/år
Ev. Glycerol	46 000 ton/år

Alternativ Glycerol



Från Cellulosa till Propan (Celluprop)



Status 2016

CALOR

Calor Gas ltd (Uk) har tecknat licensavtal med Hulteberg CH&E

En kontinuerlig mikro-pilot byggs förnärvarande på Hulteberg CH&E

Försök med konvertering av socker pågår



Publikationer

Bio-propan from glycerol for biogas addition

Brandin, Hulteberg, Liljegren-Nilsson

Rapport SGC 198, 2008

Green LPG

Hulteberg, Brandin, Leveau

Rapport SGC 222, 2010

Pore condensation in glycerol dehydration

Hulteberg, Leveau, Brandin.

Topics in Catalysis 56(9-10) pp 813-821, 2013

Pore condensation in glycerol dehydration - modification of a mixed oxide catalyst.

Hulteberg, Leveau, Brandin.

Inskickad till Topics in Catalysis 2016



Tack för uppmärksamheten!

