

# Områdesanalys: Biobaserad kemiindustri



Niklas Berglin, Anna von Schenck  
NiNa Innovation AB för BioInnovation  
Februari 2023



## Sammanfattning

På uppdrag av BioInnovation har NiNa Innovation genomfört en områdesanalys i syfte att öka förståelsen kring den biobaserade kemiindustrin och dess utvecklingsbehov. Arbetet skedde dels i form av en kartläggning av befintliga satsningar för att använda mer biobaserad råvara i kemiindustrin och av andra initiativ på FoU-sidan, dels genom intressentdialoger i form av intervjuer och rundabordssamtal.

Svenska och nordiska aktörer i kemiindustrin som sedan länge fokuserar på användning av biobaserad råvara utgörs av ett fåtal företag, med fokus på förädling av tallolja, lignin och andra restströmmar från skogsindustrin. De aktörer som arbetar med jordbruksråvara säljer framför allt sina produkter till biodrivmedelsmarknaden, men det finns också aktörer som tillverkar kemikalier av restströmmar från jordbruket. Massa- och pappersindustrin har också sedan en tid tillbaka i större utsträckning själva börjat förädla fler restströmmar med sikte på kemikaliemarknaden, till exempel renad metanol och bindemedel från lignin. I den svenska petrokemiindustrin finns en ambition att använda mer cirkulär råvara, som till viss del kan vara biobaserad, men ännu ingen storskalig produktion.

På europeisk nivå har användningen av biobaserad råvara i kemiska produkter nått längst när det gäller ytaktiva ämnen och kosmetika, där ca 50 % är biobaserat. Färger och lacker, bindemedel och mjukgörare är till ca 10 % biobaserade, medan smörjmedel, mjukgörare och lösningsmedel till några procent tillverkas av biobaserad råvara. Mycket fokus är på biobaserade plaster där det finns utveckling både mot att ersätta fossil råvara i konventionella plaster, särskilt polyeten och polypropen, och mot att använda plaster som från början är helt biobaserade, till exempel PLA (poly-lactic acid). Här är volymerna störst (tillsammans med plattformskemikalier), men ersättningsandelen ännu mycket liten, mindre än 1 %. När det gäller råvara till bioplaster så dominerar strömmar från jordbruket.

I intressentdialogerna var det tydligt att framför allt klimatfrågan driver efterfrågan på mer hållbara produkter. Både slutkonsumenter och företagskunder är därför i något större utsträckning än tidigare beredda att betala en premie för kemiska produkter baserade på förnybar råvara.

Det är samtidigt viktigt att understryka att biobaserade produkter av kemiindustrin bara ses som en del av omställningen mot mindre klimatavtryck. Parallellt arbetas det särskilt med ökad recirkulering av använda produkter, elektrifiering samt större andel förnybar energi i processerna, utnyttjande av vätgas både som energikälla och råvara samt koldioxidavskiljning för lagring eller användning. Det är önskvärt att utvecklingsinsatser tar hänsyn till samspelet mellan dessa och användningen av biobaserad råvara.

Flera intressenter nämnde kravställning i offentlig upphandling som ett verktyg att öka andelen biobaserad råvara i produkterna. Miljömärkning i stort lyftes fram som en viktig del av att nå slutkonsumenterna. Ett nytt EU-direktiv för att standardisera hur en produkts hållbarhet ska definieras ("green claims") kan komma att bli viktigt att ta hänsyn till i utvecklingen av nya produkter.

En grupp intressenter satsar framför allt på att utnyttja komponenter i bioråvara för att tillverka funktions- och specialkemikalier, där egenskaper i råvaran tas tillvara och den kemiska sammansättningen förändras i så liten grad som möjligt. En annan grupp av

intressenter är mer fokuserade på att via plattformskemikalier kunna ersätta fossil råvara i befintliga processer.

Det finns enighet kring att en större omställning i svensk kemisk industri behöver ske i ett internationellt sammanhang. De flesta av de större producenterna i Sverige ingår i multinationella bolag där den strategiska utvecklingen ofta sker på en annan operativ nivå. Möjligheter till offentlig delfinansiering av storskalig demonstration av ny teknik finns också främst på EU-nivå. Det finns också flera kluster i Europa med fokus på biobaserad kemi som kan vara lämpliga samarbetspartners när det gäller forskning och innovation.

De viktigaste slutsatserna från intressentdialogerna när det gäller strategiska utvecklingsbehov och former för samverkan är:

- Fortsätt både utvecklingen av nya funktions- och specialkemikalier från bioråvara som modifieras i relativt liten utsträckning och utvecklingen av att ställa om befintliga värdekedjor till mer bioråvara via intermediärer och plattformskemikalier. Olika aktörer har skilda behov och för utvecklingen av industrin som helhet är det viktigt att båda synsätten får
- Fortsätt utveckling av produkter som på ett enkelt sätt kan identifieras av konsumenter som mer hållbara och där andelen biobaserat är en komponent. Det ger möjligheter till en prispremie som kan nyttjas för snabbare omställning av värdekedjan. Med projekt som fokuserar på en faktisk slutprodukt ökar möjligheterna att snabbt nå marknaden efter projektets slut.
- Det är värdefullt att inkludera en helhetssyn i FoU-projekt, där förenklade och mer standardiserade livscykelanalyser och teknoekonomiska utvärderingar hjälper till att guida mot rätt lösningar. Det ger också möjlighet att bygga upp faktaunderlag som kan användas för att stötta gemensamma insatser kring standardisering, certifiering och utformning av lagstiftning.
- I projekt som kräver processutveckling vore det värdefullt att relativt tidigt involvera leverantörer av utrustning och processteknik, för att välja tekniskt rimliga lösningar och korta ner tiden för framtida uppskalning. Implementering av ny teknik i stor skala kräver oftast att det finns leverantörer som kan ställa processgarantier.

## Innehållsförteckning

1	Introduktion .....	6
1.1	Bakgrund .....	6
1.2	Mål.....	6
1.3	Aktiviteter .....	6
1.4	Styrgrupp .....	7
1.5	Avgränsningar .....	7
2	Plattformer för produktion av biobaserade kemikalier .....	8
2.1	Vätgas .....	8
2.2	Biogen koldioxid .....	8
2.3	Syntesgas .....	9
2.4	Nafta och propan.....	10
2.5	Alkoholer .....	10
2.6	Biogas .....	10
2.7	Socker .....	11
2.8	Lignin .....	11
2.9	Bioolja.....	12
3	Marknaden för biobaserade kemikalier.....	14
4	Regleringar och ramverk .....	17
4.1	Produktsäkerhet .....	17
4.2	Miljömärkning .....	17
5	Intressentdialoger .....	19
5.1	Intervjuer .....	19
5.1.1	Andel biobaserat idag och företags specifika mål.....	20
5.1.2	Möjligheter .....	21
5.1.3	Hinder .....	21
5.1.4	Investeringsplaner och behov av stöd .....	22
5.1.5	Helt biobaserat vs inblandning .....	22
5.1.6	Hållbarhet .....	22
5.1.7	Pågående samarbeten .....	23
5.1.8	Sammanfattande intryck .....	23
5.2	Rundabordssamtal.....	25
5.2.1	Rundabordssamtal Örnsköldsvik.....	25
5.2.2	Rundabordssamtal Göteborg.....	27
6	Pågående industrisatsningar .....	29
6.1	Liquid Wind, Örnsköldsvik .....	29
6.2	Adesso BioProducts, Stenungsund .....	29
6.3	Project Air, Stenungsund .....	30
6.4	Colabit, Norrsundet .....	30
6.5	HySkies .....	30
6.6	SkyFuelH2 .....	30
6.7	UPM Biochemicals, Leuna .....	30
6.8	Ångkrackning av bionafta, Tyskland och Nederländerna.....	31
6.9	Propan från biopropan, Belgien och Sverige .....	31
7	Satsningar inom forskning och innovation.....	32
7.1	Projekt inom BioInnovation.....	32
7.2	Projekt inom Biobased Industries Joint Undertaking .....	32
7.3	Regionala kluster med inriktning mot bioekonomi .....	33
7.4	Stödprogram för minskning av industrins klimatpåverkan.....	33
8	Slutsatser och rekommendationer .....	36

8.1	Slutsatser .....	36
8.1.1	Marknad .....	36
8.1.2	Råvara .....	36
8.1.3	Produkter .....	36
8.1.4	Kompetens .....	37
8.1.5	Former för samverkan .....	37
8.2	Rekommendationer .....	38
9	Referenser .....	39
10	Bilagor .....	40

# 1 Introduktion

## 1.1 Bakgrund

Studien har finansierats av BioInnovation som en av ett antal Områdesanalyser som syftar till att ge överblick över olika sektorer där BioInnovations finansiering kan göra nytta i omställningen mot en mer biobaserad ekonomi.

Kemiindustrin behöver liksom alla branscher arbeta med att minska sin klimatpåverkan. Bland industrigrenarna är kemiindustrin den tredje största utsläppskällan för växthusgaser i Europa, efter cementindustrin och järn- och stålindustrin, med 925 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter 2021 (European Commission, 2023). I Sverige är kemiindustrin visserligen mindre i relation till annan industri än i Europa i stort, men svarade ändå för ca 1,5 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter 2021 (Naturvårdsverket, 2022), vilket utgör ca 10% av industrins totala utsläpp av växthusgaser.

Naturvårdsverket och Energimyndigheten pekar i sin analys av industrins klimatomställning (Naturvårdsverket, 2022) på de omställningsalternativ som är mest aktuella för att minska utsläpp av koldioxid från svensk kemiindustri:

- Elektrifiering av kracker
- Ökad återvinning av material
- Byte av råvaror från fossila till biobaserade
- Koldioxidavskiljning (CCS och CCU)

BioInnovation har identifierat just omställningen av kemiindustrin från fossilanvändning till användning av biobaserade material som ett område där det finns ett stort behov av att öka kunskap och grundläggande förståelse för att stödja utvecklingen av infasning av hållbara biobaserade råvaror, material, produkter och tillhörande processer.

## 1.2 Mål

Projektets syfte och övergripande mål har varit att öka förståelsen kring den biobaserade kemiindustrin och dess utvecklingsbehov. Delmål har varit:

- Att ge en kunskapsöversikt för att belysa hur kemiindustrins omställning till biobaserad råvara ser ut.
- Att via en litteraturgenomgång och intressentdialoger identifiera möjligheter och utmaningar och via rundabordsamtal analysera och identifiera strategiska utvecklingsbehov och framtida möjligheter.

## 1.3 Aktiviteter

Arbetet har genomförts september 2022-februari 2023 med en uppdelning på följande aktiviteter.

Aktivitet 1: Intressentdialoger/Intervjuer

Vi startade projektet med intressentdialogerna för att tidigt fånga upp data och material som kunde användas i den fortsatta kartläggningen. Ett femtontal personer intervjuades enskilt i en första omgång för att få en god bild av den biobaserade

kemiindustrin och vad som uppfattas som strategiska utvecklingsbehov av olika aktörer. Vi kontaktade företrädare för såväl industriföretag som akademi och branschorganisationer.

#### Aktivitet 2: Kartläggning

Vi sammanställde vilka företag som är aktiva inom den biobaserade kemiindustrin samt pågående nationella och internationella satsningar och projekt på en relevant nivå med inspel från aktivitet 1. Även lagstiftning berördes i form av nya direktiv, nationellt och internationellt (EU). Vi sammanställde också vilka processer och mellanprodukter som är huvudspår i utvecklingen mot mer biobaserad kemi, vilka råvaror och råvaruströmmar som finns och vilka som behöver utvecklas.

#### Aktivitet 3: Intressentdialog/Rundabordssamtal

Vi diskuterade hinder och drivkrafter samt strategiska utvecklingsbehov i två rundabordssamtal. Några av deltagarna var de som intervjuades i aktivitet 1. Vi utgick från plattformarna Västsvenska Kemi- och Materialklustret (som innefattar Vinnväxt-initiativet Klimatledande Processindustri) och Processum Biorefinery Cluster som redan samlar en stor del av de aktörer i Sverige som arbetar mot en mer biobaserad kemiindustri.

#### Aktivitet 4: Analys

Med utgångspunkt i kartläggningen och rundabordssamtalen identifierade vi de avgörande parametrarna för företagets satsningar mot en biobaserad kemiindustri och de strategiska utvecklingsbehoven.

### 1.4 Styrgrupp

Till uppdraget tillsattes en styrgrupp bestående av:

- Sverker Danielsson, BioInnovation
- John Sandström, Univar Solutions
- Fredrik Solhage, RISE
- Nils Hannerz, IKEM

Styrgruppen har haft månadsvisa möten under uppdragets gång.

### 1.5 Avgränsningar

Förstudien var av budgetskäl och tidsskäl avgränsad till de näringslivsgrenar som idag producerar kemikalier och plaster eller intermediärer som kan användas i denna sektor. Exempel på närliggande sektorer som alltså inte omfattas av analysen är läkemedel, livsmedel och drivmedel.

Det skall också noteras att områdesanalysen är gjord just med perspektivet biobaserad råvara. Det finns också omfattande ansatser för att öka användning av annan cirkulär råvara i kemiindustrins processer. Detta diskuteras kort i rapporten, men är alltså i huvudsak utanför ramen för uppdraget.



## 2 Plattformer för produktion av biobaserade kemikalier

Det finns olika plattformar som kan anses intressanta för omställningen till biobaserade kemikalier. Här beskrivs de utgående från de intermediära produkter som kan vara aktuella, tillsammans med information om hur produktionen ser ut idag. Inom några områden är storskaliga projekt på gång att starta upp i Sverige. De beskrivs närmare under avsnitt 6 Pågående industrisatsningar.

### 2.1 Vätgas

Vätgas kommer behövas vid ökad användning av bioråvara både för produktion av kemikalier och drivmedel men även som bränsle vid omställning från fossil energi i produktionsprocesserna. Den kan t ex komma att behövas som energikälla vid högtemperaturprocesser för att ersätta naturgas eller propan. Förnybar vätgas kan t ex framställas från syntesgas från biomassaförgasning men även via elektrolys av vatten vilket då kräver stor mängd el. Om elen som används är förnybar kan vätgas produceras utan utsläpp av koldioxid. Transport av vätgas är fortfarande svårt och kostsamt och i Sverige saknar vi utbyggd logistik för gastransporter i pipelines. Vätgas för energilagring är också viktigt för att jämna ut elproduktionen i ett system där det produceras mycket vind- och solbaserad energi som inte är planerbar utan har stora variationer över tiden.

Vätgas är redan idag en viktig råvara för kemiindustrin vid tillverkning av drivmedel, konstgödsel, metanol och många polymerer. Vätgasen tillverkas idag oftast genom ångreformerings av naturgas. Vid produktion av vätgasen skulle infångning och lagring av koldioxid kunna tillämpas (CCS) och då minska koldioxidavtrycket med upp till 90%, så kallad "blå vätgas".

En studie pekar på att efterfrågan på vätgas i Europa kan öka från dagens 300 TWh per år till 540 TWh 2030. [Mainstreaming Green Hydrogen in Europe, Material Economics 2020].

### 2.2 Biogen koldioxid

Att fånga in koldioxid från olika gasflöden är en mogen teknik men har hög energikostnad och är en relativt dyr process. Det är därför svårt att hitta lönsamhet i denna teknik idag. För att koldioxidinfångning och lagring (Carbon Capture and Storage, CCS) ska komma på plats krävs transporter och lagringsplatser, samt ekonomiska incitament för att inte släppa ut koldioxid.

I stället för lagring skulle den infångade koldioxiden kunna användas (Carbon Capture and Utilization, CCU) för t ex kemikalieproduktion där kolet då binds i material. I Sverige släpps 35 miljoner ton biogen koldioxid ut varje år, främst från massa- och pappersindustrin men även från kraftvärmeverk. De flesta anläggningarna ligger i Mellansverige längs med kusten och skulle därför lämpa sig bra för vidare transport av koldioxiden. Den mest etablerade processen för produktion av kemikalier från koldioxid är produktion av metanol. Koldioxiden reagerar då med vätgas. För att produkten ska vara koldioxidneutral behöver då vätgasen produceras från förnybar källa.

PHOENIX Initiative är ett samarbete som stöds av EU:s medlemsstater, Frankrike, Tyskland, Nederländerna och European Chemical Industry Council (Cefic). PHOENIX är avsett att fungera som ett paraplyinitiativ som kopplar samman nationella och



europiska FoU&I-aktiviteter med avseende på koldioxid-utnyttjande för att säkerställa en optimal användning av offentliga medel och privata investeringar.

I Sverige är förutsättningarna goda för CCU genom att vi har stor andel förnybar el och stora biogena industriutsläpp av koldioxid. Detta syns också genom flera svenska initiativ som annonserats under de senaste åren.

Stockholm Exergi planerar för en ny anläggning för CCS vid det biobränsleeldade kraftvärmeverket i Stockholm och den planeras att vara i drift 2026. Anläggningen kommer att fånga in ca 800 000 ton biogen koldioxid per år. Projektet har beviljats 180 MEUR i stöd från EUs Innovationsfond. För att säkerställa hela värdekedjan krävs även att avtal tecknas för transport och permanent lagring av infångad koldioxid. Dessa förhandlingar pågår och kommer att vara en viktig del i arbetet med att förbereda för projektets investeringsbeslut som planeras till 2023.

Liquid Wind är en aktör som kommit långt med sin första anläggning för CCU där byggnation väntas påbörjas vid Övik Energis kraftvärmeverk i Örnsköldsvik under 2023. Här ska den biogena koldioxiden användas för metanolproduktion. Se mer om detta initiativ i avsnitt 6.

### 2.3 Syntesgas

Syntesgas innehåller främst vätgas ( $H_2$ ) och kolmonoxid (CO) och används redan idag i stor utsträckning i kemisk industri, men då baserat på förgasning av kol eller olja. Det finns cirka 1000 förgasare i drift i 400 anläggningar, de flesta i Asien (Global Syngas Technologies Council, 2019). I Sverige var Perstorp Oxos syntesgasproduktion ursprungligen baserad på förgasning av restolja, men sker nu via ångreformerings av naturgas.

Förgasning av biomassa ger en förnybar syntesgas. Tekniken har dock inte fått något stort genomslag vilket delvis kan bero på att det ofta behövs relativt stora anläggningar för att få skalekonomifördelar och tillgången på biomassa inom rimligt avstånd kan sätta begränsningar på anläggningens kapacitet.

Efter gasrening kan syntesgasen genom termokemisk katalys omvandlas till alkoholer som t ex metanol och etanol, Fischer-Tropsch (FT) bränslen (t ex diesel) samt andra kemiska produkter. FT-processen är väl beprövad teknik i stor skala för produktion av kolväten men främst med fossil råvara.

En möjlig användning av syntesgasen är också som substrat för mikrobiell jäsning till alkoholer som etanol eller butanol, och eventuellt andra kemiska byggstenar, t.ex. ättiksyra.

Enligt IEA [IEA, Status report on thermal gasification of biomass and waste, 2019] finns 114 operativa biomassaförgasningsanläggningar globalt. De flesta av dessa används för produktion av el eller kombinerad el- och värmeproduktion. Det finns ca 25 anläggningar för produktion av flytande bränsle (metanol, etanol, DME, FT, diesel, bensin), ca 8 anläggningar för produktion av gasformigt bränsle (SNG och  $H_2$ ), och 5-7 anläggningar för kemisk produktion.

En stor satsning på demonstration av förgasning av biomassa gjordes av Göteborg Energi i GoBiGas-projektet, där syftet var att producera biometan från syntesgasen. De ekonomiska förutsättningarna för att gå till kommersiell skala från demoskala fanns

dock inte 2018 och demoanläggningen har sedan dess legat i malpåse (Larsson et al, 2019).

## 2.4 Nafta och propan

Fossil nafta är idag en av de viktigaste råvarorna till kemiindustrin och utnyttjas ofta i kombinat där raffinaderi och ångkracker är integrerade. Att ersätta fossil nafta med biobaserad nafta är ett attraktivt alternativ för ångkrackningsanläggningar, eftersom det kräver mindre investeringar och har lägre teknisk risk än helt nya processlösningar och råvaror.

Vid produktion av biodrivmedel från fetter bildas också bionafta och biopropan. Volymerna är än så länge små i förhållande till efterfrågan, men produktionen av biodrivmedel som HVO (Hydrogenated Vegetable Oils) ökar snabbt, vilket också kan ge en ökad tillgång på biobaserad nafta och propan för den petrokemiska industrin.

I Sverige får Preem bionafta och biopropan som biprodukter av HVO-produktionen vid raffinaderiet i Göteborg. Även St1 kommer att börja producera HVO vid sitt raffinaderi i Göteborg under 2023 (i partnerskap med SCA).

UPM och Neste i Finland genererar också bionafta och biopropan som biprodukter, varav en del redan används som råvara i eten- och propentillverkning.

## 2.5 Alkoholer

På liknande sätt som nafta och propan kan metanol och etanol utgöra plattformar för att producera alkener som sedan kan vidareförädlas. Dehydrering av bioetanol används redan idag för produktion av bioeten som sedan används för produktion av grön polyeten. En sådan anläggning är i drift i Brasilien sedan 2011 och producerar ca 200 000 ton per år.

Det finns liknande processvägar för metanol och butanol, som ofta redan utgör mellanprodukter i den kemiska industrin och därför kan föras in i senare steg i processerna.

I Sverige producerar Domsjö ca 17 000 ton etanol per år från socker i sulfitlut. Etanolen vidareförädlas av Sekab till ättiksyra, acetaldehyd och etylacetat. Lantmännen Agroetanol producerar ca 180 000 ton etanol per år, men detta går helt till drivmedelsmarknaden. Södra Cell producerar sedan 2020 ca 5000 ton metanol per år som en biprodukt från massatillverkningen. Även denna används idag framför allt i drivmedelsproduktion.

## 2.6 Biogas

Metan i naturgas är också en råvara som används i stor utsträckning i den petrokemiska industrin. Biogas är därför en tekniskt enkel lösning för att öka andelen biobaserad råvara.

Idag är det vanligaste sättet att producera biogas genom rötning där mikroorganismer bryter ner avfall och annat organiskt material i syrefri miljö. Processen används för att behandla t ex slam från reningsverk, matavfall, gödsel och olika restprodukter från exempelvis livsmedelsindustri eller jordbruket. Biogasen som bildas består främst av metan (CH<sub>4</sub>) och koldioxid (CO<sub>2</sub>) och kan alltså också användas som råvara för kemikalieproduktion vilket är fallet i projektet Project Air som beskrivs i avsnitt 6.

## 2.7 Socker

Sockerplattformen är för närvarande till volym den största för produktion av kemikalier baserade på biomassa. Sockret kommer främst från jordbruksråvaror som sockerbetor eller sockerrör, eller glukos erhållen efter hydrolys av stärkelse från t ex majs eller spannmål. Vid användning av skogsråvara eller jordbruksrester som råvara, så krävs någon form av förbehandling för att tillgängliggöra sockerarterna. Sockerarterna utgörs då ofta av en blandning av glukos samt sockerarter från hemicellulosa t ex xylos, arabinos, mannos och galaktos.

Glukos fungerar som det primära substratet för många biologiska fermenteringsprocesser som möjliggör produktion av viktiga kemiska byggstenar som t ex alkoholer, organiska syror, lipider och kolväten men även högvärdiga finkemikalier och produkter som t ex aminosyror, vitaminer, antibiotika och enzymer. Över 100 miljoner ton produkter produceras årligen genom intermediärer från fermenteringsprocesser. Alkoholer utgör i särklass den största produktgruppen, ca 95%, från sockerplattformen varav etanol är den vanligast förekommande. Huvuddelen av etanolen går idag till transportbränsle. Nya mer kosteffektiva fermenteringsvägar är under utvecklande som t ex kan producera bärnstenssyra, itakonsyra och glutaminsyror vilka kan ge möjlighet till produktion av nya kemiska produkter.

Sockerarterna kan också omvandlas genom katalytiska processer till användbara kemiska byggstenar såsom t ex HMF, furfural och levulinsyra.

Furfural produceras t ex i högtemperaturprocesser med mineralsyror som katalysator. Genom att först hydrolysera hemicellulosa och därefter dehydrera xylos erhålls furfural. Denna process drivs i industriell skala med årliga produktionsvolymerna på ca 360 000 ton.

Det finns också ett växande intresse för att utveckla nya katalytiska processer för omvandling av sockerarter till nya kemiska byggstenar som monoetylglykol och metylvinylglykolat som fungerar som prekursorer för plasttillverkning [IEA, "Bio-Based Chemicals - A 2020 Update", 2020]

## 2.8 Lignin

Det lignin som idag finns på marknaden kommer i huvudsak från massa- och pappersindustrin i form av lignosulfonater från sulfitprocessen och kraftlignin från sulfatprocessen. Det uppskattas att i storleksordningen 50-70 miljoner ton lignin framställs årligen, men mer än 95 % används internt vid massabruken för energigenerering. Den kommersiella teknik som finns idag för att ta ut lignin från sulfatmassabruk är LignoBoost men hittills finns bara 2 kommersiella anläggningar, en i USA (Domtar) och en i Finland (Stora Enso). 2 mindre anläggningar finns också varav en i Brasilien (Klabin) och en i Bäckhammar, Sverige (LignoCity) vilken är en test- och utvecklingsanläggning för ligninproduktion.

Flera olika applikationer och produkter för kraftlignin utvecklas just nu, bl a till limmer, bioplaster, elektrodmaterial för batterier och superkondensatorer, bitumen för asfalt samt olika typer av kolfibrer.

Hittills har de allra flesta industriella applikationer utvecklats för lignosulfonater som tas fram från sulfitprocessen för massatillverkning och används t ex i dispergeringsmedel, betongtillsatser, bindemedel och lim. Användningen av lignin för kemisk produktion har hittills varit begränsad på grund av kontaminering från bland

annat salter och kolhydrater samt den stora variationen av molekylviktsfördelning. Ett stort produktsortiment inom livsmedelsindustrin är dock vanillin från lignosulfonater.

I Sverige producerar Domsjö ca 120 000 ton lignosulfonater per år för användning som dispergeringsmedel och bindemedel, men även i andra produkter. I Norge producerar Borregaard ca 160 000 ton lignosulfonater per år. Det kan noteras att både Domsjö och Borregaard historiskt var stora producenter av många kemikalier innan fossila råvaror tog över under 1950- och 1960-talen.

Vid produktion av socker från lignocellulosa via sur hydrolys erhålls ett så kallat hydrolyslignin. Att finna värdefulla tillämpningar för detta är viktigt för att få ekonomi i bioraffinaderier med lignocellulosa som råvara.

## 2.9 Bioolja

Oljeplattformen innefattar fettsyror och triglycerider som erhålls antingen från markbaserade oljeväxter som palm, kokos, raps, solrosor och sojaböner eller vattenbaserad biomassa, typiskt mikroalger.

Den oleokemiska industrin är en stor producent av biobaserade produkter. Den globala produktionen av vegetabilisk olja var under 2021 över 200 miljoner ton, varav palmolja står för den största delen av marknaden med ca 75 miljoner ton. Indonesien och Malaysia är de största producenterna av palmolja medan man i Europa främst har odling av raps och solrosor. Ungefär 80% av den vegetabiliska oljan används som livsmedel och 20 % för icke-livsmedelstillämpningar. Den globala användningen av växtolja för produktion av drivmedel har ökat de senaste åren. Majoriteten av biobränslet är traditionell biodiesel (FAME – fettsyrametylester), men marknaden för HVO (vätebehandlad vegetabilisk olja) har ökat snabbt de senaste åren.

Ca 1 miljon ton oljor och fetter används årligen för kemisk produktion. Mer än hälften av den mängden används som råvara för ytaktiva ämnen (tensider). Inom hälsovårdsprodukter var andelen biobaserade ytaktiva ämnen 7 % och av delvis biobaserade ytaktiva ämnen 43%. Således är den oleokemiska industrin en redan väletablerad sektor.

I Sverige producerar Kraton Chemicals fettsyror och hartser från tallolja, ca 170 000 ton per år, och förädlar även terpentin. Produkterna går bland annat till applikationer som lim, färg, rengöringsmedel och smörjmedel. SunPine förädlar också tallolja, över 200 000 ton per år, där fettsyrorna går till biodrivmedelsproduktion hos Preem. Hartser förädlas i ett samarbete med Lawter som också är delägare i anläggningen.

Glycerol är en viktig biprodukt vid fettsyra/alkoholproduktion. Efter rening kan glycerol säljas till flera olika marknader, exempelvis läkemedels-, kosmetika- och livsmedelsindustrin. Ökad produktion av FAME och HVO har ökat tillgången på glycerol vilket har lett till att kemiindustrin tittat på ny teknik för dess omvandling till kemiska byggstenar. Glycerol kan t ex fungera som råvara för jäsning. En av de mest lovande fermenteringsprodukterna är 1,3-propandiol, men det går även att producera t ex etanol och olika organiska syror. Kemiska modifieringar inkluderar oxidation till glycerolsyra och tartronsyra (2-hydroximalonsyra) eller reduktion till akrolein eller propandiol. Det har dock varit den kemiska omvandlingen av tartronsyra av glycerol till tre kolkemikalier som epiklorhydrin och propylenglykol som har fått särskild uppmärksamhet [IEA, "Bio-Based Chemicals - A 2020 Update", 2020].

Produktion av pyrolysolja är en teknik som kommersialiserats de senaste åren där processleverantören Btg bioliquids har byggt en anläggning i Finland 2020 och en i Sverige 2021. Den svenska anläggningen ägs av PyroCell, ett samriskbolag mellan Setra och Preem. Anläggningen producerar ca 25 000 ton pyrolysolja per år från sågspån. Oljan går idag i huvudsak till förnybart drivmedel via Preems raffinaderi i Lysekil. Om produktion av pyrolysolja tar fart så kommer denna råvara kunna hamna i fler produktströmmar och därmed även bli en råvara för kemikalieindustrin.

Hydrothermal Liquefaction (HTL) är en annan processteknik under utveckling där biomassa (eller avfall) omvandlas till en olja. Silva Green Fuel är ett samverkansbolag mellan Södra och Statkraft som med teknik från Steeper Energy uppfört en demoanläggning för produktion av HTL-olja i Norge.

### 3 Marknaden för biobaserade kemikalier

Majoriteten av organiska kemikalier och polymerer kommer fortfarande från fossilbaserade råvaror, främst olja och gas. Tillämpningar för annat än energiändamål står för cirka 9 % av all användning av fossil råvara (olja, gas, kol). Global petrokemisk produktion av kemikalier och polymerer uppskattas till cirka 330 miljoner ton [IEA, "Bio-Based Chemicals - A 2020 Update", 2020].

Primär produktion domineras av ett litet antal viktiga byggstenar, nämligen metanol, eten, propen, butadien, bensen, toluen och xylen. Dessa byggstenar omvandlas huvudsakligen till polymerer och plaster men de omvandlas också till ett antal olika fin- och specialkemikalier med specifika funktioner.

Ur teknisk synvinkel skulle nästan alla material gjorda av fossila resurser kunna ersättas av biobaserade. För närvarande är dock kostnaden oftast högre för de biobaserade produkterna, dels beroende på högre pris på råvaran men i många fall behövs också nya processlösningar för att ställa om från fossil till biobaserad råvara vilket kräver nya investeringar. I många fall är det bara en investeringscykel bort innan målet om klimatneutralitet 2050 ska uppnås. Rätt lösningar och processer behöver därför komma fram i närtid. Tydliga marknadsvillkor är också avgörande för att omställningen ska vara ekonomiskt hållbar.

Den globala biobaserad kemikalie- och polymerproduktionen uppskattas till cirka 90 miljoner ton per år. Exempel på biobaserade kemikalier är etanol, lysin, citronsyra, sorbitol, glycerol samt fettsyror.

För att minska koldioxidutsläppen från kemiindustrin behövs omställning till större andel biobaserade råvaror men även omställning av processkoncepten är viktigt. Ökad användning av klimatneutral energi såsom el, vätgas eller biobränslen kan vara lika viktigt som att gå över till biobaserad råvara om det är koldioxidavtrycket som avses att reduceras. Likaså att processerna är utformade så resurseffektivt som möjligt vad gäller användning av t ex spillvärme eller integration genom industrisymbios.

Koldioxidavskiljning samt användning och lagring (CCU och CCS) vid produktionsanläggningarna kan förstås också bidra till att minska koldioxidavtrycket från kemikalieproduktionen.

Svenska och nordiska aktörer i kemiindustrin som sedan länge fokuserar på användning av biobaserad råvara utgörs av ett fåtal företag, med fokus på förädling av tallolja, lignin och andra restströmmar från skogsindustrin (t ex Kraton, Domsjö, Sekab och SunPine). De aktörer som arbetar med jordbruksråvara säljer framför allt sina produkter till biodrivmedelsmarknaden (t ex Lantmännen Agroetanol och Adesso Bioproducts), men det finns också aktörer som tillverkar kemikalier av restströmmar från jordbruket (t ex OrganoClick). Massa- och pappersindustrin har också sedan en tid tillbaka i större utsträckning själva börjat förädla fler restströmmar med sikte på kemikaliemarknaden, t ex renad metanol (Södra) och bindemedel från kraftlignin (Stora Enso). I den svenska petrokemiindustrin finns en ambition att använda mer cirkulär råvara, som till viss del kan vara biobaserad, men ännu ingen storskalig produktion.

På europeisk nivå har användningen av biobaserad råvara i kemiska produkter nått längst när det gäller ytaktiva ämnen och kosmetika, där ca 50% är biobaserat (IEA, 2020). Färger och lacker, bindemedel och mjukgörare är till ca 10 % biobaserade,

medan smörjmedel, mjukgörare och lösningsmedel till några procent tillverkas av biobaserad råvara. Mycket fokus är på biobaserade plaster där det finns utveckling både mot att ersätta fossil råvara i konventionella plaster, särskilt polyeten och polypropen, och mot att använda plaster som från början är helt biobaserade, t ex PLA (poly-lactic acid). Här är volymerna störst (tillsammans med plattformskemikalier), men ersättningsandelen ännu mycket liten, mindre än 1 % (Skoczinski et al., 2022).

I tabellen nedan visas en uppskattning av produktion samt konsumtion av biobaserade produkter uppdelad på olika produktsegment inom EU.

Tabell 1. Uppskattning av produktion respektive konsumtion i EU av biobaserade produkter per produktkategori 2019 [IEA, "Bio-Based Chemicals - A 2020 Update", 2020]

Product category	EU Biobased production (kt/a)	Total EU production (kt/a)	EU bio-based production share (%)	EU bio-based consumption (kt/a)
Platform chemicals	181	60,791	0.3	197
Solvents	75	5,000	1.5	107
Polymers for plastics	268	60,000	0.4	247
Paints, coatings, inks and dyes <sup>(a)</sup>	1,002	10,340	12.5	1,293
Surfactants	1,500	3,000	50.0	1,800
Cosmetics and personal care products <sup>(a)</sup>	558	1,263	44.0	558
Adhesives <sup>(a)</sup>	237	2,680	9.0	320
Lubricants <sup>(a)</sup>	237	6,764	3.5	220
Plasticisers <sup>(a)</sup>	67	1,300	9.0	117
Man-made fibers	600	4,500	13.0	630
<b>Total</b>	<b>4,725</b>	<b>155,639</b>	<b>3.0</b>	<b>5,489</b>

<sup>(a)</sup> No total EU production data were found; it has been assumed that total EU production (fossil- and biobased) equals the total EU market (fossil- and bio-based consumption).

I tabell nedan visas uppskattning på pris samt omsättning för motsvarande produktkategorier.

Tabell 2. Priser och omsättning för biobaserade produkter per produktkategori 2019 [IEA, "Bio-Based Chemicals - A 2020 Update", 2020]

Product category	Price (€/kg)	Turnover (€ million /a)
Platform chemicals	1.48	268
Solvents	1.01	76
Polymers for plastics	2.98	799
Paints, coatings, inks and dyes	1.62	1,623
Surfactants	1.65	2,475
Cosmetics and personal care products	2.07	1,155
Adhesives	1.65	391
Lubricants	2.33	552
Plasticisers	3.60	241
Man-made fibres	2.65	1,590
<b>Total</b>	<b>1.94</b>	<b>9,167</b>

Inom skogsnäringen tillverkas produkter som till stor del är biobaserade som t ex papper, kartong och andra fiberbaserade produkter. Ofta behövs dock



tillsatskemikalier för att uppnå önskade egenskaper hos dessa produkter. Dessa är ofta tillverkade från fossil kolkälla och är vid återvinning svåra att separera då de bara utgör en liten delkomponent av produkten. Exempel på områden där det vore önskvärt att hitta biobaserade alternativ i högre grad är t ex bindemedel, hydrofoberingsmedel och vätskeabsorbenter i hygienprodukter (Skogsindustrierna, "Skogsnäringens forskningsagenda", 2023)

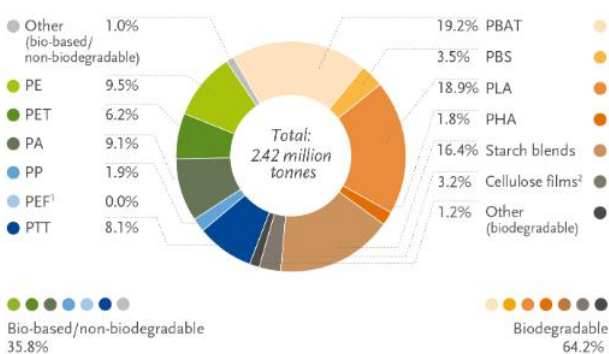
Den globala produktionskapaciteten för bioplaster väntas stiga kraftigt under de närmaste åren för att nå över sju miljoner ton 2026 (European Bioplastics, 2021), se Figur 1. Enligt European Bioplastics väntas den största tillväxten under perioden för PBAT (polybuten-adipat-tereftalat), PBS (polybuten-succinat) och polyamider (PA). Ungefär hälften av bioplasterna används i förpackningstillämpningar och ligger på så sätt nära en del av skogsindustrins produkter.

Begreppet bioplaster inbegriper dock inte bara de plaster som är biobaserade, utan också plaster som är bionedbrytbara men baserade på fossil råvara. Till exempel är PBAT till största delen fossilbaserat medan PLA är helt biobaserat (Brännström et al., 2022).

De flesta av de större petrokemiföretagen i Europa har helt eller delvis biobaserade produkter i sina sortiment. TotalEnergies Corbion är den största europeiska producenten av PLA. BASF och Novamont är ledande på PBAT. Novamont har dessutom biobaserad produktion av butandiol som är en av komponenterna i PBAT.

INEOS Inovyn har en biobaserad PVC-produkt med ursprung i bionafte som används för etenproduktion i en av företagets krackeranläggningar. Borealis har produkter som innehåller biobaserad polypropen tillverkad från biopropan.

Global production capacities of bioplastics 2021  
(by material type)

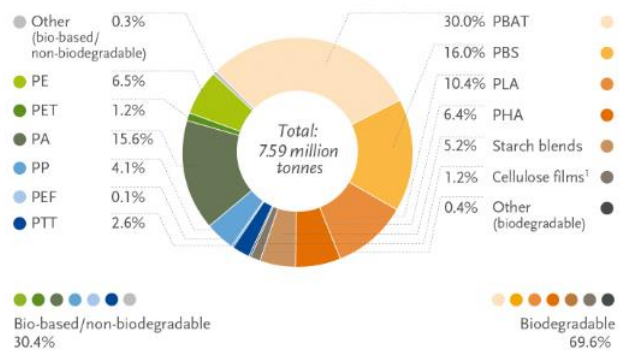


<sup>1</sup>PEF is currently in development and predicted to be available at commercial scale in 2023. <sup>2</sup>Regenerated cellulose films

Source: European Bioplastics, nova-Institute (2021)

More information: [www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market) and [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets)

Global production capacities of bioplastics 2026  
(by material type)



<sup>1</sup>Regenerated cellulose films

Source: European Bioplastics, nova-Institute (2021)

More information: [www.european-bioplastics.org/market](http://www.european-bioplastics.org/market) and [www.bio-based.eu/markets](http://www.bio-based.eu/markets)

Figur 1. Global produktion av olika bioplaster 2021 och en prognos om produktionskapaciteten 2026 (European Bioplastics, 2021)

## 4 Regleringar och ramverk

### 4.1 Produktsäkerhet

Det finns ingen specifik reglering av biobaserade kemikalier, men EU har ett omfattande ramverk som reglerar vilka kemikalier oavsett ursprung som får komma ut på marknaden. EU:s kemikalielagstiftning tar framför allt sikte på hälso- och miljöstandarder för kemikaliehantering.

Kemikaliestrategin i EUs Green Deal syftar till att ytterligare stärka möjligheterna när det gäller att producera och använda hållbara kemikalier. Två centrala förordningar är:

- *REACH -förordningen om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier.* I princip omfattas alla ämnen av REACH. Det betyder att ämnen i till exempel industriprodukter, rengöringsprodukter och målarfärger samt i varor som kläder, möbler och hushållsapparater omfattas. Förordningen innehåller bland annat regler om registrering av ämnen, förbud eller andra restriktioner för ämnen, krav på tillstånd för särskilt farliga ämnen samt regler om att informera kunder. Förordningen innehåller inte bara regler för den som tillverkar eller säljer ett ämne inom EU utan även regler som användaren av kemiska produkter måste förhålla sig till.
- *CLP -förordningen om klassificering, märkning och förpackning av farliga ämnen.* CLP-förordningen innehåller regler för att klassificera, märka och förpacka kemiska produkter som till exempel etanol, rengöringsmedel eller målarfärg. Förordningen innehåller också regler om att anmäla uppgifter för farliga ämnen och blandningar. Den som vill komma ut med nya kemiska produkter på marknaden behöver se till att uppfylla kraven i CLP-förordningen.

PACT står för "The Public Activities Coordination Tool". Den europeiska kemikaliemyndigheten Echa sammanställer den så kallade PACT-listan som syftar till att på ett tidigt stadium ge en överblick över vilka ämnen som kan komma att utvärderas, antingen av ett enskilt EU-medlemsland eller av Echa. Utvärderingen syftar i sin tur till att ta reda på om ämnet har sådana egenskaper att det behöver regleras ytterligare inom lagstiftningarna REACH eller CLP.

Utöver REACH och CLP finns även lagstiftning om bland annat säkerhet hos leksaker, batterier, kosmetika, biocider, växtskyddsmedel, livsmedel, cancerframkallande ämnen i arbetet samt lagstiftning om miljöskydd.

Dessa regleringar och ramverk är förstuds till för att skydda människor och djurs hälsa samt för att skydda miljön från att farliga kemikalier läcker ut. Det gör det dock också kostsamt och ibland väldigt tidskrävande för framförallt mindre företag att få nya produkter godkända på marknaden.

### 4.2 Miljömärkning

Det är ofta svårt för konsumenter, företag och andra marknadsaktörer att förstå de många miljömärkningarna och initiativen kring produkters och företags miljöprestanda. Det finns mer än 200 miljömärken aktiva i EU och mer än 450 aktiva över hela världen. Det finns mer än 80 allmänt använda rapporteringsinitiativ och metoder för endast koldioxidutsläpp. Det varierar brett vad de olika märkningarna av

produkter väljer att titta på för typ av faktorer och det är därför svårt som konsument att förstå vad som skiljer två produkter med olika miljömärkningar åt.

Det finns inga globalt använda standarder för hur ett företag ska rapportera sin miljöpåverkan. Uttrycket Greenwashing används i de fall man misstänker att ett företag ger en felaktig bild av sin miljöpåverkan eller vinklar det så produkten framstår som mer miljövänlig eller hållbar än vad den faktiskt är. Detta kan leda till att de bästa produkterna ur ett hållbarhetsperspektiv i slutändan inte är de som finns kvar på marknaden.

För att ta itu med denna fråga, har man inom EU Green Deal börjat jobba med att företag som hävdar att de har en hållbar produkt också ska kunna underbygga detta argument gentemot en allmänrådande standard. Detta för att säkerställa att alla produkters påstådda miljöprestanda är tillförlitliga och jämförbara. Dessa så kallade "green claims" ska regleras med utgångspunkt i en ny förordning för att hjälpa konsumenter att få en bra grund i sina val av hållbara produkter.

## 5 Intressentdialoger

### 5.1 Intervjuer

För att få en så god överblick som möjligt över olika aktörers syn på vilka drivkrafter och utmaningar som de möter i omställningen till mer klimatsmarta produkter och processer intervjuade vi först ett antal aktörer enskilt. Det gav också möjlighet att få deras individuella syn på vilka strategiska utvecklingsbehov de ser och vilken typ av projekt som de är intresserade av att driva inom BioInnovation eller dess efterföljare.

Intervjuerna genomfördes till största delen över Teams, men i några fall i fysiska möten när det var möjligt. Tidsramen var en timme i de flesta fall. Vi ställde mestadels öppna frågor för att kunna få ett dynamiskt samtal och en god uppfattning om var respektive aktörs fokus låg, men stämde också själva av mot en frågelista enligt nedan för att säkerställa att vi berört de viktigaste områdena:

- Hur mycket biobaserad råvara använder ni idag? Finns mål uppsatta för att öka andel biobaserat i produkterna (5-10 års sikt)?
- Vilka möjligheter finns för er för att utveckla biobaserad kemiindustri i Sverige? Vad krävs för att realisera dessa möjligheter?
- Vilka är era främsta utmaningar för utveckling av biobaserad kemiindustri i Sverige? Vad krävs för att överkomma dessa hinder?
- Finns några investeringsplaner för att kunna öka användning av biobaserad råvara? Vad skulle behövas för drivkrafter för att göra dessa investeringar? Subventioner, investeringsstöd från staten, partnerskap med andra aktörer i värdekedjan?
- Hur ser industrin på 100% biobaserat gentemot viss inblandning biobaserat?
- Finns det tillräckligt med kunskap för att avgöra om biobaserade kemikalier är hållbara ur ett brett hållbarhetsperspektiv? Återvinning? Cirkulära råvaror vs biobaserade?
- Pågående samarbeten kring biobaserad kemi, nationellt och/eller internationellt?

Som komplement till intervjuerna med företagen, intervjuade vi också några nyckelpersoner inom de svenska innovationskluster som har störst fokus på kemiindustrin.

Vi har sammanfattat nedan den information och de synpunkter som framkommit i intervjuerna. De intervjuade aktörerna är listade på organisationsnivå i Tabell 3. I bilaga C anges även kontaktpersoner hos respektive aktör.

Urvalet av aktörer att kontakta gjordes tillsammans med styrgruppen och syftade till att få en så stor bredd som möjligt i underlaget. Fler företag kontaktades, men alla hade inte möjlighet att delta i den här fasen. Ytterligare företag bjöds in till rundabordsamtalen, se följande avsnitt.

Tabell 3. Intervjuade aktörer med en indikation om vilken kategori aktören tillhör. SMF betecknar Små och Medelstora Företag.

Aktör	Kategori
Stora Enso	Stort företag
Södra	Stort företag
Perstorp	Stort företag
BASF	Stort företag
OrganoClick	SMF
BIM Kemi	SMF
Sekab	SMF
Preem	Stort företag
Metsä Fibre	Stort företag
Adesso Bioproducts	SMF
Colabit	SMF
Klimatledande Processindustri	Kluster
RISE	Forskningsinstitut
RISE Processum	Kluster

### 5.1.1 Andel biobaserat idag och företagsspecifika mål

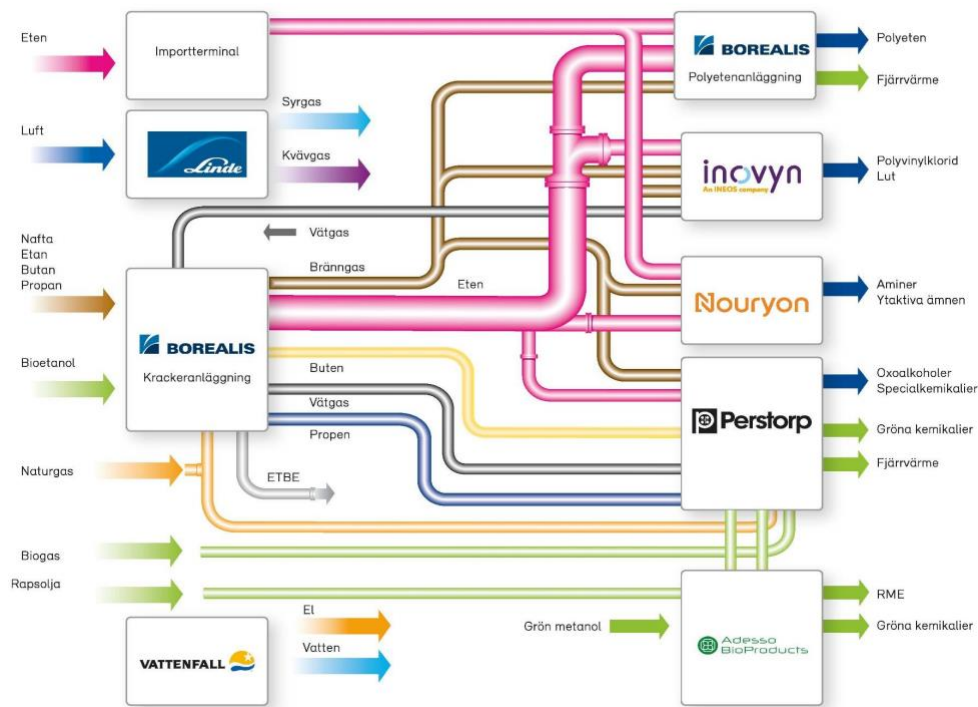
Bland de intervjuade företagen är det ett brett spann mellan de som huvudsakligen producerar biobaserade produkter idag och de som ännu är till största delen fossilbaserade. När det gäller framtida mål så är de sällan specificerade som andel biobaserat. Företagen har i stället mål för att reducera sina klimatpåverkande utsläpp, där en del kan vara användning av bioråvara.

Exempel på renodlade kemiföretag som nästan uteslutande använder bioråvaror är Sekab (bioetanol) för produktion av etylacetat och acetaldehyd och OrganoClick (bl a restprodukter från jordbruk) för produktion av bindemedel och hydrofoberingsmedel.

De större skogsföretag som börjat närma sig marknaden för biokemikalier gör det också med helt eller till stor del biobaserade produkter, t ex ligninbaserade limmer (Stora Enso) och biometanol (Södra).

De traditionella petrokemiföretagen har ännu inte någon signifikant andel bioråvara, framför allt beroende på de mycket stora volymer som produceras i anläggningarna och den höga integrationsgraden mellan processer och mellanprodukter (jämför Figur 2), vilket gör att även införsel av små mängder bioråvara kan ge stor påverkan i hela anläggningen.

Alla de större aktörerna har koncerngemensamma mål för att reducera sina växthusgasutsläpp, men de är inte specifikt fokuserade på andelen biobaserad råvara. Det är framför allt energiförsörjning och vätgasproduktion som är i fokus, t ex via elektrisk uppvärmning av krackerugnar och användning av vätgas från elektrolys.



Figur 2. Huvudsakliga flöden mellan de anläggningarna i det petrokemiska komplexet i Stenungsund (Hållbar Kemi 2030).

### 5.1.2 Möjligheter

De flesta av de intervjuade noterade att omställningen nu börjar drivas av kundernas efterfrågan. Det gäller då oftast inte specifikt biobaserade produkter, utan sådana med lägre koldioxidavtryck än sina fossila motsvarigheter. Biobaserade produkter ses dock som relativt lågt hängande frukter i den omställningen och ger också möjligheter för att kommunicera med kunderna med positiva berättelser.

De flesta aktörer säger också att det nu finns möjlighet att ta ut en viss prispremie för produkter som uppfattas som mer hållbara än sina fossila motsvarigheter.

Råvarutillgången i Sverige, tillsammans med den långa erfarenheten av att hantera och vidareförädla biomassa, ses också som en fördel.

Även utvecklingen av koldioxidinfångning ses som en möjlighet för flera aktörer i den petrokemiska industrin, i så fall främst via användning av koldioxiden som kolkälla (Carbon Capture and Utilization, CCU). Flera aktörer understryker dock att det är kostsamt ur energisynpunkt att använda koldioxid som råvara och att det i så fall måste ske med enbart förnybar energi och vätgas producerad med förnybar energi.

### 5.1.3 Hinder

En synpunkt som delades av flera aktörer var att långa och kostsamma processer för standardisering och certifiering utgör en tröskel för att introducera nya produkter på marknaden. Det gäller särskilt produkter som kan komma i kontakt med livsmedel, vilket utgör en relativt stor andel eftersom bindemedel, barriärer och ytaktiva ämnen ofta används i förpackningar.

Även om råvarutillgången är god ser en del aktörer politiska risker med framtida begränsningar i råvaruuttag styrda av beslut på EU-nivå.

När det gäller utvecklingen av ny teknik så kan utdragna processer kring tillståndsgivning för demonstrationsanläggningar vara ett stort hinder för mindre aktörer i samband med uppskalning.

Flera aktörer nämnde också att både tekniska och ekonomiska risker måste hanteras i investeringsfasen och att besluten då styrs mot utrustnings- och processleverantörer som kan lämna långtgående garantier. Det vore därför önskvärt att i högre grad involvera den typen av leverantörer i utvecklingsprojekt för att tidigt välja rimliga spår för uppskalning. Leverantörer som nämndes var bl a Axens, TechnipFMC och Honeywell UOP. De är alla stora multinationella företag, men är aktiva i Sverige och ser Norden som en viktig marknad.

#### 5.1.4 Investeringsplaner och behov av stöd

Flera av de intervjuade företagen är inne i större investeringsprojekt eller planerar för sådana. Några av dem beskrivs mer i detalj i följande avsnitt, men bland annat kan nämnas:

- Etanol till eten för vidareförädling till polyeten, etenoxid och vinylklorid (Adesso) och till bränslen, men med möjlighet att också använda delströmmar för kemikalieproduktion (Colabit).
- Produktion av bindemedel från jordbruksrester för ersättning av fossila bindemedel i non-woven-produkter (OrganoClick) och bindemedel från lignin för att ersätta fenoler i fenol-formaldehyd-hartser (Stora Enso).
- Rening av biometanol som biprodukt från massatillverkning (Södra och Metsä Fibre).
- Koldioxidabsorption och produktion av metanol (Perstorp och Liquid Wind).
- Användning av bionafte i ångkracker för att producera olefiner (Inovyn)

Några av projekten har fått statligt stöd eller EU-stöd och det ses generellt som en förutsättning för att reducera den finansiella risken i uppskalning av nya processer. Företagen är väl bekanta med både Klimatklivet och Industriklivet samt EU Innovation Fund och känner också till möjligheter att få lånefinansiering via Europeiska Investeringsbanken.

#### 5.1.5 Helt biobaserat vs inblandning

Här kan man notera en skillnad i inställning mellan relativt sett små producenter och de stora traditionella kemibolagen. Mindre företag med nischade produkter och små volymer ser det som en konkurrensfördel att kunna visa att hela deras process, gärna i en enskild anläggning, är baserad på förnybara råvaror. De stora företagen har inte teknisk möjlighet på kort sikt och ser det inte heller som kostnadseffektivt att samtidigt helt konvertera befintliga anläggningar till andra råvaror. De ser det därför som en mer effektiv väg att utnyttja massbalansberäkningar för att kunna koppla samman de kundsegment som efterfrågar biobaserade produkter med ökad inblandning av bioråvara generellt.

#### 5.1.6 Hållbarhet

Några av de intervjuade noterade att miljömärkning är en viktig del i kommunikationen med de konsumenterna som är slutkunder och att det därmed kan vara marknadsdrivande för biobaserade produkter. En utmaning är dock det stora antalet miljömärkningar och svårigheten för konsumenten att förstå den faktiska miljönyttan av att köpa en viss produkt.



Det finns också en oro för osund konkurrens med hjälp av dåligt underbyggda så kallade "green claims". EU:s initiativ till ett nytt regelverk som ska förhindra den typen av ogrundade påståenden välkomnas, samtidigt som det finns en oro att den metodik som föreslagits, "Product Environmental Footprint" skall vara alltför trubbig. Vissa aktörer ser jämförelse mellan den typen av metodik och mera fullständiga livscykelanalyser som ett strategiskt utvecklingsbehov där BioInnovation skulle kunna göra nytta.

Flera intressenter nämnde kravställning i offentlig upphandling som ett verktyg att öka andelen biobaserad råvara i produkterna. Den typen av system finns bland annat på federal nivå i USA, där offentliga aktörer i programmet "BioPreferred" har krav på sig att handla upp en viss andel biobaserade produkter i respektive produktkategori. BioPreferred har funnits i snart 20 år och omfattar nu över 4000 produkter. Certifieringen av produkterna sker genom analys av andelen organiskt kol med hjälp av kol-14-metoden.

### 5.1.7 Pågående samarbeten

De flesta av de intervjuade företagen är intressenter i BioInnovation. En stor del av dem är även medlemmar i Bio-based Industries Consortium (BIC) som är näringslivets del i det EU-program som tidigare var Biobased Industries Joint Undertaking och nu är Circular Biobased Europe Joint Undertaking. Många är involverade i Vinnväxt-initiativet "Klimatledande processindustri" eller "Processum Biorefinery Cluster", som är regionala kluster där kemiindustrin har en viktig roll.

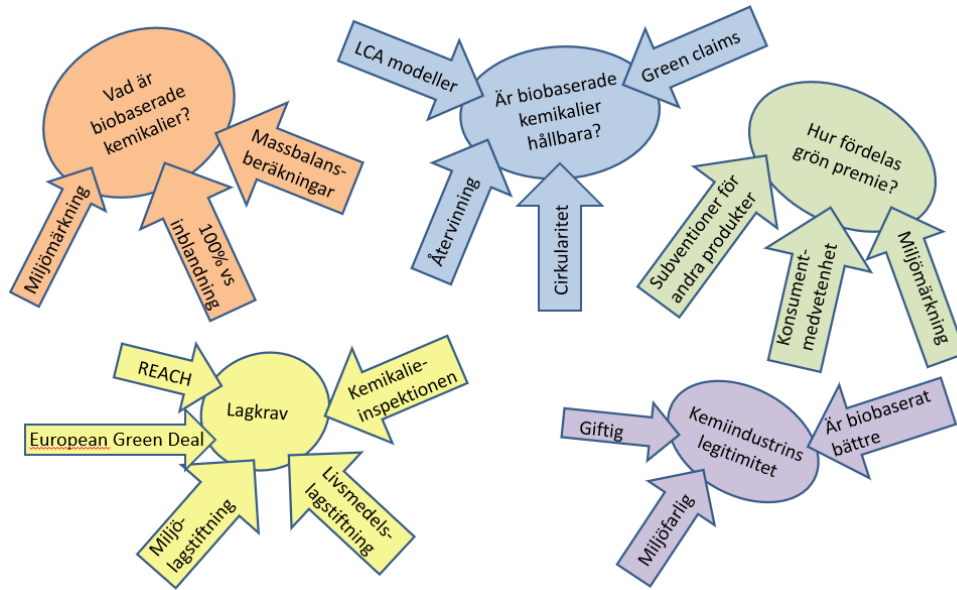
EU-projekten uppfattas generellt som mycket bra för att bygga nätverk och utbyta kunskap, men sämre när det gäller att driva utveckling i ett högt tempo. Här uttryckte flera aktörer att BioInnovations mindre och mellanstora projekt fungerar bättre i det sammanhanget och att aktörskonstellationer begränsade till 2-4 parter är mest effektiva för att snabbt komma till introduktion av nya produkter på marknaden.

Särskilt verkar den tvåstegsmodell som BioInnovation kallar Hypotesprövning Steg 1 respektive Steg 2 vara uppskattad av industrin. De ger möjlighet att relativt snabbt skapa sig en första bild av vad som är möjligt i en förstudie och är dessutom, särskilt i de större företagen, ett bra sätt att förankra möjligheter till utveckling på ett nytt område och med nya partners. Med Steg 2 går det sedan att växla upp till en budget som lämpar sig för att fortsatt kunna utveckla konceptet.

En synpunkt som kom fram var att även förstudier med annan finansiering än Hypotesprövning Steg 1 skulle kunna ge tillträde till möjligheten att ansöka om finansiering för Steg 2. Till exempel nämndes att sådan "steg 1-finansiering" finns inom "Klimatledande Processindustri". Även Processums FoU-råd tillhandahåller liknande finansiering.

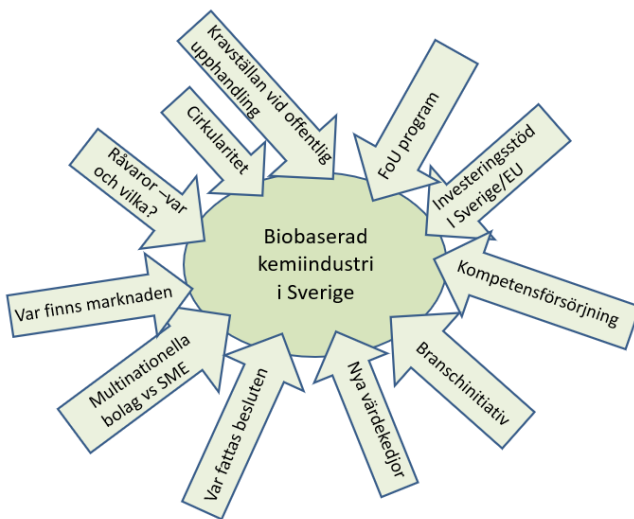
### 5.1.8 Sammanfattande intryck

Några av de återkommande frågeställningarna som framkommer i dialogen med aktörer på området är hur biobaserad kemi skall definieras och vad som gör en kemikalie hållbar. Lagstiftning, avsaknad av subventioner samt kemikaliers legitimitet i samhället lyfts fram som områden som man behöver förhålla sig till i omställningen till mer hållbara kemikalier. Figuren nedan visar en enkel sammanfattning av några av dessa områden och inspel som framkommit i dialoger med aktörer.



Figur 3. Områden som påverkar utvecklingen av nya biobaserade kemikalier

Det finns flera aspekter också att ta hänsyn till vad gäller utvecklingen av just den svenska biobaserade kemikalieindustrin. Nedan är en illustrativ sammanfattning av några synpunkter som lyfts fram kring detta.



Figur 4. Aspekter att ta hänsyn till som påverkar utvecklingen av biobaserad kemi i Sverige

## 5.2 Rundabordssamtal

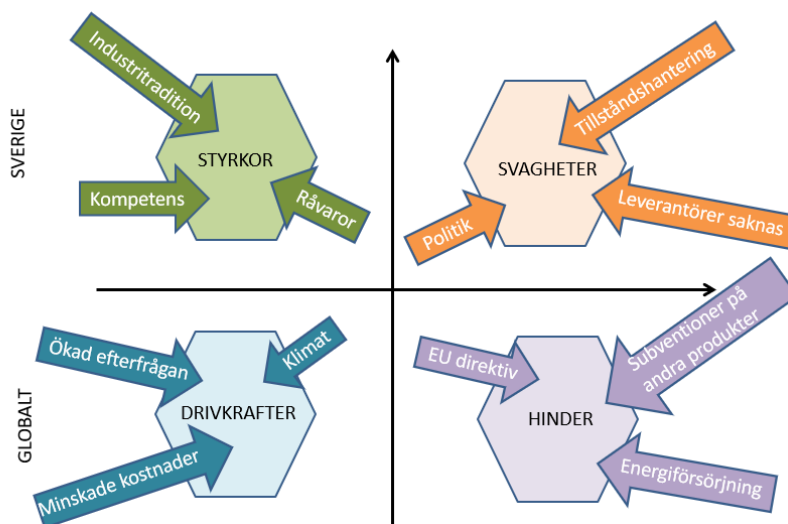
Två rundabordssamtal har genomförts inom ramen för områdesanalysen. Vi utgick från plattformarna Processum Biorefinery Cluster och Klimatledande Processindustri som redan samlar en stor del av de aktörer i Sverige som arbetar mot en mer biobaserad kemiindustri. RISE/Processum i Örnsköldsvik och RISE/Klimatledande Processindustri i Göteborg stod således som värdar för dessa sammankomster.

### 5.2.1 Rundabordssamtal Örnsköldsvik

Den 15/12 2022 genomfördes första rundabordssamtalet med representanter från följande organisationer representerade

Organisation	
SCA	Metsä Board
Ecohelix	Domsjö Aditya Birla
SEKAB	Reselo
RISE Processum	Holmen

Deltagarna delades in i grupper och fick göra en SWOT-analys för biobaserad kemiindustri. Tankar och idéer skrevs ned på post-it lappar och sorterades efter styrka/svagheter ur ett svenskt perspektiv och drivkrafter/hinder ur ett globalt perspektiv. Grupperna fick redovisa för varandra innan en gemensam diskussion ägde rum. Figur 5 nedan visar en sammanställning av den SWOT-analys som togs fram.



Figur 5. Sammanfattning av SWOT-analys vid rundabordssamtalet.

### Styrkor

Sverige har god tillgång på råvara, särskilt skogsråvara men också restströmmar från lantbruk och skogsindustriella processer. Restströmmar från processindustrin eller uttjanta fibrer från avfallstextilier kan t ex gå till socker och vidare till plattformskemikalier. Det finns mångårig kunskap och erfarenhet av biobaserad processindustri och god infrastruktur för hantering av transporter av råvara. Bra

plattformar, i form av kluster, kompetenscentra mm för kompetensförsörjning och nätverkande.

### Svagheter

De politiska spelreglerna är inte tillräckligt långsiktiga vilket gör att det blir svårt att fatta investeringsbeslut. Vi har en tydlig forskningsagenda men om marknaden ter sig alltför osäker uteblir uppskalning och kommersialisering av nya produkter. Tillståndsprocesserna tar för lång tid i Sverige vilket riskerar att investeringar i nya anläggningar då istället görs i andra länder. Särskilt stor risk för detta föreligger i multinationella företag där verksamhet redan finns i andra länder än Sverige. Kontakt med leverantörer redan i forskningsprojektet vore önskvärt för att i tidigt skede få med kunskap om hur processen behöver designas för att möjliggöra uppskalning i nästa steg samt få en första indikation på kostnaderna för detta.

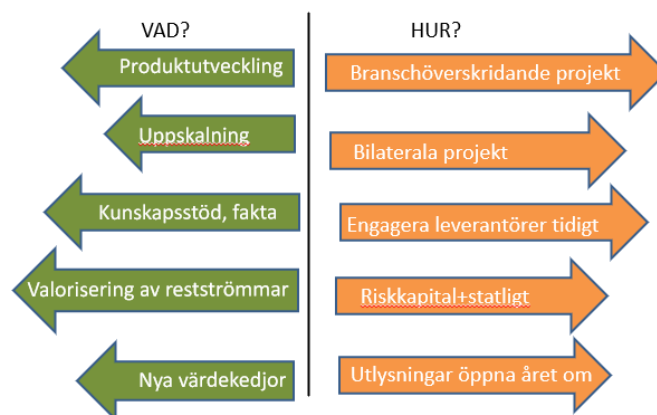
### Drivkrafter

En ökad efterfrågan på biobaserade produkter har märkts de senaste 5-10 åren. I alla fall inom EU är konsumenterna väl medvetna om klimatfrågan och vill i större utsträckning göra sitt för att minska klimatpåverkan. Här spelar även organisationer som jobbar med märkning av produkter en viktig roll för att hjälpa konsumenterna att välja rätt.

### Hinder

EU direktiv är avgörande för hur vi kan använda olika biobaserade råvaror framöver och just nu finns oro kring hur skogsrester ska klassificeras. Energiförsörjning är viktig del i all processindustri och även den behöver ha ett hållbart ursprung eller vara förnybar. Kostnaden för energi är också något som förstås är av stor vikt för att få fram konkurrenskraftiga produkter. Subventioner finns inte på biobaserade kemikalier men däremot på bränslen. Denna marknadsstyrning mot ett visst produktsegment ger inte alltid den mest hållbara och effektivaste användningen av våra råvaruresurser.

Under andra delen av rundabordssamtalet upprepades arbetsmetodiken men nu var i stället frågeställningen på vilket sätt BioInnovation kan bidra till att utveckla biobaserad kemiindustri i Sverige. Under frågorna "Vad och Hur" fick deltagarna delge sina tankar och idéer vilka sammanställs i figuren nedan.



Figur 6. Områden som föreslogs av deltagarna vid rundabordssamtalet.

### 5.2.2 Rundabordssamtal Göteborg

Det andra rundabordssamtalet ägde rum den 8/2 2023 på Johanneberg Science Park i Göteborg. Det hölls med ett mindre antal deltagare med fokus på kemiindustriföretagen som finns etablerade i Stenungsund och där stor samverkan kring redan etablerat industrisymbios finns.

Deltagare på detta rundabordssamtal var följande aktörer:

- Borealis
- Nordion Energi
- Nouryon
- Inovyn

Deltagarna fick lyfta fram Drivkrafter och Hinder som de såg för sin verksamhet i relation till biobaserad kemiindustri och kom fram till följande punkter:

#### Drivkrafter

- Det finns en kundefterfrågan/marknad för biobaserade produkter.
- Biobaserat bra på kort sikt men cirkularitet kommer bli viktigare framöver.
- Biogen koldioxid via Bio-CCU är en idag outnyttjad resurs.
- "Blå vätgas" där CCS tillämpas efter ångreformering av naturgas kan vara bra alternativ för att få fram tillräckliga mängder vätgas med reducerat koldioxidavtryck på kortare sikt.
- Allt viktigare för ett företag att kunna kommunicera en trovärdig och ambitiös roadmap för sitt hållbarhetsarbete till sina kunder.

#### Hinder

- Begränsad mängd biobaserad råvara, som ej konkurrerar med matproduktion, i närområdet kring Stenungsund.
- Subventioner till andra branscher ger tuffa ekonomiska förutsättningar för kemiindustrin.
- Användning av biogent kol kommer att kräva vätgas, här krävs utbyggnad av infrastruktur samt tillgång på förnybar el.
- Produktens totala koldioxidavtryck viktigare än att få in biobaserad råvara.
- Finns stort kapital tillgängligt i USA för gröna investeringar, kommer krävas något liknande i EU om investeringar ska ske i Sverige/Europa.

#### Strategiska utvecklingsbehov

Deltagarna fick efter denna diskussion identifiera områden där de ansåg att finansiering från BioInnovation kan hjälpa till för att utveckla det befintliga kemiindustriklustret i Stenungsund mot mer biobaserad kemi.

- Studie kring lagring vs användning av biogen koldioxid samt i vilka produktsegment det skulle ge bäst effekt ur en miljö- och ekonomisk hållbarhetsaspekt. Hur skulle logistik och mellanlager se ut, vilka värdekedjor behöver komma på plats mm.
- Hur kan kolet återvinnas eller nyttiggöras innan det har blivit koldioxid?
- Kan förgasning ge möjlighet till bättre användning av kolet än vid fullständig förbränning som i dagens kraftvärmeverk.

- I Stenungsund produceras mycket restvärme som skulle kunna nyttjas till fjärrvärme men det görs ej idag på grund av de geografiska avstånden till större tätorter. Tanken är att fjärrvärme skulle kunna frigöra bioråvara till kemikalier och material som annars används för värmeproduktion.
- Det behöver tydliggöras i regelverk och via standarder på EU-nivå hur hållbarhet ska mätas. Totalt koldioxidavtryck för en produkt är mer relevant för att nå klimatmålen än om den innehåller bioråvara. Likaså om kolet kan återvinnas och fortsatt finnas bundet i en produkt efter primäranvändning eller om det behöver gå till förbränning.

## 6 Pågående industrisatsningar

Nedan beskrivs några av de satsningar som avser investeringar för produktion av gröna kolväten. Även satsningar där det är drivmedel som i dagsläget är huvudprodukten har tagits med då dessa produktsortiment även kan gå in som råvara till kemiindustrin om de ekonomiska förutsättningarna som idag regleras genom subventioner, till biobränslemarknadens fördel, skulle ändras.

Tabell 4. över satsningar för produktion av gröna kolväten som annonserats i Sverige.

Projekt	Aktörer	Teknologi/ råvara	Plats	Produkt	Kapacitet	Planerad uppstart
Flagship ONE	Liquid Wind, Övik Energi	CCU+vätgas	Örnsköldsvik	e-metanol	50 000 ton/år	2024
Flagship TWO	Liquid Wind, Sundsvall Energi	CCU + vätgas	Sundsvall	e-metanol	100 000 ton/år	2026
Flagship THREE	Liquid Wind, Umeå Energi	CCU+vätgas	Umeå	e-metanol	100 000 ton/år	2026
Adesso Bioproducts	Adesso Bioproducts	Etanol	Stenungsund	Bioeten	50 000 ton/år	i.u
Project Air	Perstorp Oxo, Uniper, Fortum	CCU, vätgas, biogas	Stenungsund	Biometanol	200 000 ton/år	2026
Colabit Bioraffinaderi	Colabit	Etanol	Norrsundet	Kolväten till diesel, bensin och SAF	500 milj liter drivmedel/år	2026
HySkies	Vattenfall, SAS, Shell, LanzaTech	CCU + vätgas genom LanzaJetTM-tekniken	Forsmark	SAF (Sustainable Aviation Fuel)	90 000 ton/år	2027
SkyFuelH2	Sollefteå kommun, Uniper, Sasol	CCU, vätgas genom Sasol ecoFT	Långsele	SAF (Sustainable Aviation Fuel)	8% av svenska inrikesflygets bränsleförbrukning	2026

### 6.1 Liquid Wind, Örnsköldsvik

Liquid Wind är en aktör som har annonserat att de avser bygga anläggningar i Sverige där biogen koldioxid fångas in och tillsammans med vätgas som produceras från förnybar el genom elektrolys framställer de så kallad e-metanol. Metanolen ska i detta fall användas som bränsle i sjötransporter. Den första anläggningen planeras vid Övik Energis kraftvärmeverk i Örnsköldsvik. Det är det danska energibolaget Ørsted som beslutat att gå in och investera i denna anläggning och byggstart planeras ske under 2024 och ska ha en kapacitet på ca 50 000 ton e-metanol/år. De har också kommunicerat att de tittar på att uppföra anläggningar även i Sundsvall och Umeå med kapacitet på ca 100 000 ton e-metanol/år per anläggning

### 6.2 Adesso BioProducts, Stenungsund

Inom projektet Bioolefins som delfinansierades av Klimatledande processindustri och utfördes under 2020 undersöktes förutsättningarna för att producera biobaserad eten från etanol. Eten är huvudråvaran i samtlig produktion i kemiindustrin i Stenungsund. En ansökan om delfinansiering av FEED studie har nu lämnats in till Energimyndighetens Industriklivet då man i nästa steg avser att ta fram underlag för hur en framtida produktionsanläggning i Stenungsund kan komma att se ut. Ansökan lämnades in under våren 2022 och förhoppningen är att medel beviljas så FEED studien kan slutföras under 2023. En av utmaningarna är att det är dyrare att framställa biobaserade produkter och material, eftersom råvarorna är dyrare och den befintliga produktionen i Stenungsund är trimmad för att optimera processer för fossil råvara. Detta gör att produktionskostnaderna i alla fall till en början kommer att vara högre än idag.



### 6.3 Project Air, Stenungsund

ProjectAir är ett industrisamarbete mellan Perstorp Oxo, Uniper och Fortum. De avser att bygga en produktionsanläggning för produktion av hållbar metanol i Stenungsund som ska vara i drift 2026. Metanol är en viktig råvara för Perstorp men det är idag svårt att köpa annat än fossil metanol på marknaden, främst tillverkas den idag av naturgas. Perstorp Oxo använder metanol för att tillverka kemikalier som ingår i många vardagsprodukter som t ex färg och lack, kompositmaterial, plaster, tvättmedel, elektronik, kosmetika och syntetiska smörjmedel. Framöver vill Perstorp i stället tillverka egen metanol av infångad koldioxid, förnybar vätgas och biogas. Projektet har beviljats 97 MEUR i stöd från EUs innovationsfond och 300 MSEK från Industriklivet. Den nya anläggningen kommer att utnyttja betydande mängder koldioxidrester som återvinns från Perstorps pågående verksamhet samt biogas och vätgas från en stor ny elektrolysanläggning. Befintliga avloppsvattenprocesser kommer att användas i elektrolysanläggningen för produktion av vätgas tillsammans med förnybar el. Perstorp planerar att producera 200 000 ton grön metanol/år.

### 6.4 Colabit, Norrsundet

Colabit avser att bygga ett bioraffinaderi i Norrsundet, Gävle. De planerar främst att från etanol producera kolväten som kan används till biodrivmedel som diesel och jetbränsle. Men om det finns ekonomiska förutsättningar för att sälja gröna kemikalier så ser de att produktion av t ex eten kan vara intressant. Ett möjligt scenario är att 80% går till drivmedel och 20% till kemikalier. De avser lämna in ansökan om miljötillstånd under 2023 och ser sedan att anläggningen ska kunna startas upp under 2026.

### 6.5 HySkies

Ett annat företagsinitiativ är HySkies där Vattenfall, SAS, Shell och LanzaTech ska undersöka möjligheten för världens första storskaliga produktion av hållbart syntetiskt flygbränsle (SAF) med LanzaJet™-tekniken "Alcohol to Jet" i Sverige. I stället för att använda ny fossil råvara till produktionen ska det syntetiska flygbränslet framställas med fossilfri el och infångad koldioxid från fjärrvärme. Initiativet har beviljats 80 MEUR från EUs innovationsfond.

### 6.6 SkyFuelH2

Sollefteå kommun och Uniper i samarbete med Sasol ecoFT har tecknat en avsiktsförklaring för etablering av anläggning för produktion av grönt flygbränsle i Långsele. Processen bygger på produktion av förnybar vätgas som därefter reagerar med biogent kol och via Fischer-Tropsch processen producerar förnybart flygbränsle. Målet är att påbörja byggnation av SkyFuelH2-anläggningen år 2024 för att kunna förse flygbranschen med hållbart flygbränsle redan år 2026.

### 6.7 UPM Biochemicals, Leuna

UPM bygger ett stort bioraffinaderi i Leuna i östra Tyskland, intill ett befintligt kemikomplex. Råvaran är ved, framförallt bok, och sågverksrester från regionen. Den totala investeringen är på ca 550 MEUR och anläggningen har planerad driftstart hösten 2023. Huvudprodukterna är monoetylenglykol (MEG) och monopropylenglykol (MPG). MEG används bland annat för tillverkning av PET till förpacknings- och textilindustrin. MPG är riktat mot marknader för rengöringsmedel, avisning och

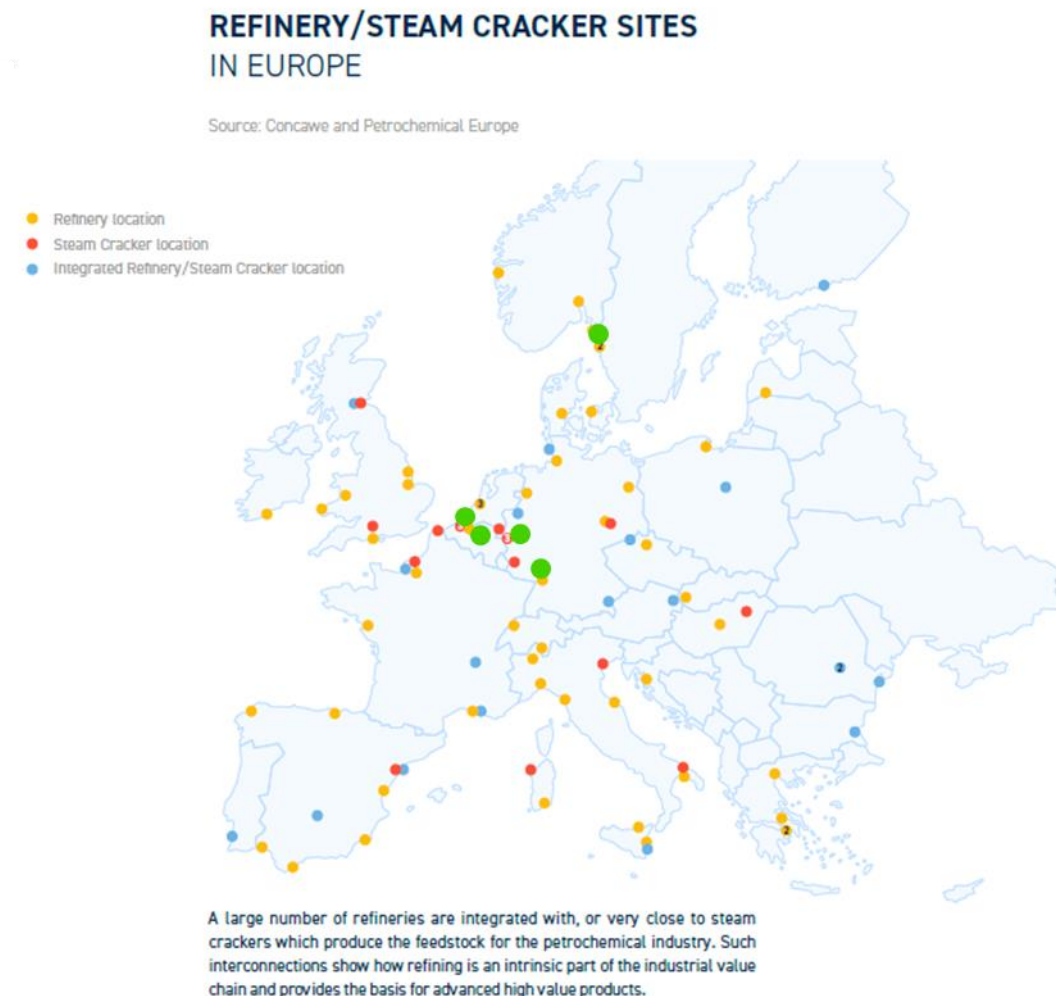
kosmetika. De ersätter fossila motsvarigheter som drop-in-kemikalier. Biprodukten lignin vidareförädlas till fyllmedel för bland annat däckindustrin.

### 6.8 Ångkrackning av bionaftha, Tyskland och Nederländerna

Flera anläggningar i Europa (se också Figur 7) har börjat samprocessa bionaftha med fossil nafta i sina ångkrackers. Det gäller bland annat INEOS anläggning i Köln, BASF:s anläggning i Ludwigshafen och Dows anläggning i Terneuzen. De producerade alkenerna används för tillverkning av polyeten, polypropen och PVC, som sedan säljs som biobaserade med hjälp av certifierade massbalansmetoder (RSB eller ISCC).

### 6.9 Propen från biopropan, Belgien och Sverige

Borealis producerar sedan 2019 biobaserad polypropen från biopropan i sina anläggningar i Kallo och Beringen i Belgien. Biopropanet är i sin tur en biprodukt från tillverkning av förnybar diesel i Nestes anläggning i Rotterdam. Borealis har under 2022 även gjort tester med 1300 ton biopropan i Stenungsund.



Figur 7. Flera petrokemiska anläggningar i Europa (markerade i grönt) har kört tester med eller använder kontinuerligt bionaftha eller biopropan för inblandning i sina fossila råvaruflöden (Fuels Europe, 2022)

## 7 Satsningar inom forskning och innovation

### 7.1 Projekt inom BioInnovation

Ett 50-tal projekt har genomförts inom BioInnovations område Energi och kemikalier, varav ca 30 har varit längre projekt med en budget på 5 MSEK eller mer. Ett tjugotal projekt med en budget på vardera 0,5-1 MSEK har genomförts för att pröva nya idéer med högre risknivå.

De projekt som är mest relevanta för en mer biobaserad kemiindustri inkluderar både ansatser för att utveckla nya storskaliga processlösningar som syftar till att få in mer bioråvara i befintliga processer och projekt som utvärderat specifika mellanprodukter eller slutprodukter.

Råvaruperspektivet har varit brett och inkluderat bland annat:

- Stärkelse
- Raps
- Tallolja
- Lignin
- Bark

Processlösningarna som har fått störst uppmärksamhet är:

- Depolymerisering av lignin
- Hydrotermisk förvätskning av grot, bark och sågspån
- Pyrolys

Produktområden och specifika kemikalier som har behandlats i projekten är:

- Träskydd
- Färger och lacker
- Basoljor
- Smörjmedel
- Antioxidanter
- Ytaktiva ämnen
- Oleosin
- Betulin

Bilaga A innehåller en lista på de projekt som genomförts inom BioInnovations område Energi och kemikalier

### 7.2 Projekt inom Biobased Industries Joint Undertaking

Inom det europeiska initiativet Biobased Industries Joint Undertaking så startades perioden 2014-2020 ett tjugotal projekt inom området Biobased Chemicals med en budget på 3 MEUR eller mer (att jämföra med totalt 142 projekt inom hela initiativet). Projekten har varit indelade i kategorierna Research & Innovation, Demo och Flagship. Tre av projekten var definierade som Flagship och sju som Demo.

Projekten har till största delen fokuserat på hela värdekedjor från bioråvaror via mellanprodukter till olika applikationsområden.

Råvarorna har inkluderat både skogs- och jordbruksråvaror:

- Miscanthus (elefantgräs)

- Hampa
- Sågspån
- Lignin
- Sockerbetsrester
- Melass
- Matavfall
- Oljeväxter

De mellanprodukter som har fått mest fokus är:

- Levulinsyra
- Levoglukosenon
- Fettsyror
- Arabinos
- Galakturonsyra
- Isobuten
- Mjölksyra
- Butanol
- Furandikarboxylsyra (FDCA)

Produktområden som har behandlats i projekten är:

- Lösningsmedel
- Kosmetika
- Ytaktiva ämnen

Bilaga B innehåller en lista på de projekt som genomförts eller pågår inom Biobased Industries Joint Undertaking inom området Bio-based chemicals. Det skall också nämnas att det finns ytterligare projekt inom områdena "Bio-based polymers and plastics" och "Food, feed and cosmetics" som kan vara relevanta. BBI JU har nu fått en uppföljare i form av CBE JU (Circular Biobased Europe Joint Undertaking) och de första projekten kommer att starta under våren 2023.

### 7.3 Regionala kluster med inriktning mot bioekonomi

Vinnväxt-initiativet "Klimatledande processindustri" och "Processum Biorefinery Cluster" är regionala svenska kluster där kemiindustrin har en viktig roll.

Det finns också flera kluster i Europa med fokus på biobaserad kemi som kan vara lämpliga samarbetspartners för BioInnovation eller dess efterföljare när det gäller forskning och innovation. Bland andra kan nämnas Bio-Based Delta i Nederländerna, Bioeconomy for Change (B4C) i Frankrike och BioEconomy Cluster i Tyskland. Dessa är i högre utsträckning fokuserade på råvaror från jordbruket och kompletterar väl nordiska satsningar med tyngdpunkt på skogsråvara. De har också många intressenter från den europeiska kemiindustrin.

### 7.4 Stödprogram för minskning av industrins klimatpåverkan

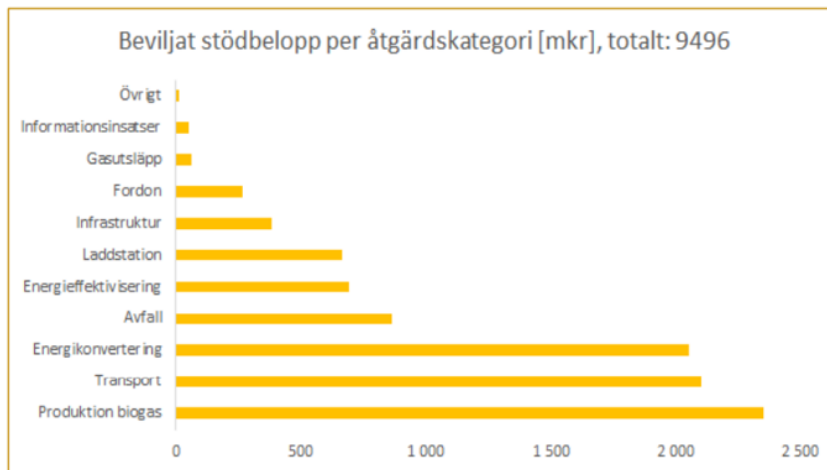
Klimatklivet som administreras av Naturvårdverket och Industriklivet som administreras av Energimyndigheten är de stora stödprogrammen som finns nu där industrin kan söka stöd för investeringar som bidrar till att nå Sveriges mål att inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser 2045.

Statistik nedan visar hur stor andel av dessa stöd som hittills gått till olika branscher.

Den största utsläppsminskningen till följd av åtgärder som fått stöd från Klimatklivet har gjorts inom transport, avfall och energikonvertering. Produktion av biogas är den kategori som har högst beviljat totalt belopp, följt av transport och energikonvertering. Andra viktiga åtgärder som har en stor potential att minska koldioxidutsläppen är bland annat produktion och distribution av flytande biogas, produktion av andra biodrivmedel, biokol samt omställning av energiförsörjning inom industrin.

Produktion och distribution av biogas kan förstås vara en viktig del för att på sikt öka användningen av biobaserad råvara i kemiindustrin.

Beviljade medel för investeringsstöd inom Klimatklivet [Naturvårdsverket, 2023]

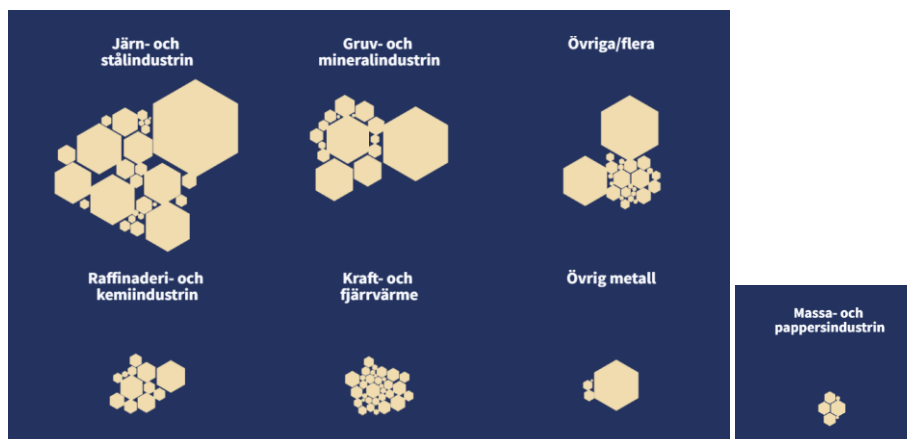


Figur 8. Beviljade stödbelopp per åtgärdskategori från 2015 t o m mars 2022 [Naturvårdsverket, 2023]

Industriklivet ingår i EU-initiativet Next Generation EU. Ca 2 Mdr SEK har delats ut sedan programmet startade 2018.

Industriklivet kan ge finansiering inte bara till investeringar utan även till genomförbarhetsstudier, förstudier och förprojekt och därmed bidra i ett relativt tidigt skede av utvecklingen av ny teknik.

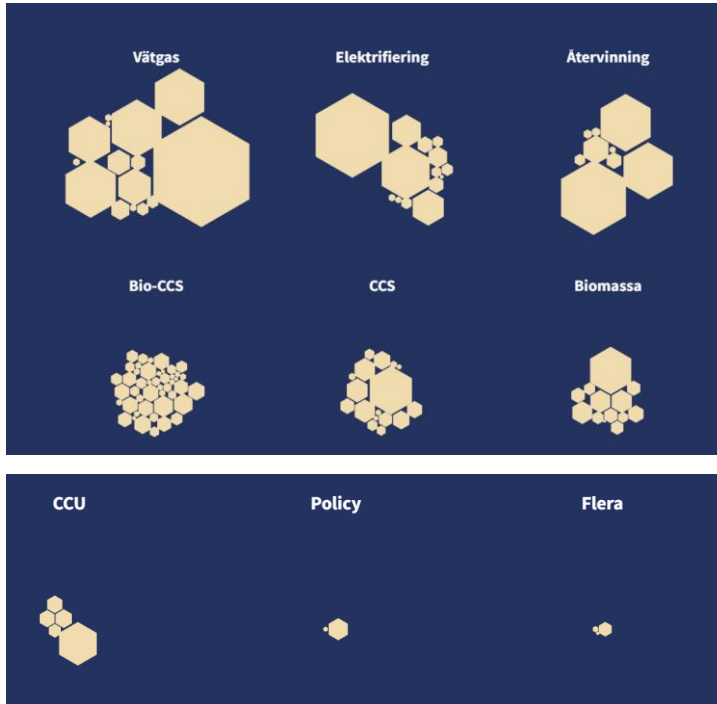
Av beviljade medel ser fördelningen mellan olika branscher ut enligt nedan [Industriklivet, 2023]



Figur 9. Beviljat stöd från Industriklivet 2018-jan 2023. Varje hexagon i diagrammet motsvarar ett projekt som beviljats stöd. Projekten är sorterade på storlek beviljat stöd per bransch [Industriklivet 2023]

De större projekten inom Raffinaderi- och kemiindustri är *ProjectAir* med Perstorp OXO AB som sökande företag, *Plastreturraffinaderi i Stenungsund* med Borealis som sökande aktör samt Chalmers som tittat på *CCS inom svensk raffinaderi- och kemiindustri*. Preem har också haft ett projekt kring infångning och lagring av koldioxid *CCS – Infångning och lagring av koldioxid*

Fördelat på olika teknikspår är fördelningen av beviljade medel enligt nedan.



Figur 10. Beviljat stöd från Industriklivet 2018-jan 2023. Varje hexagon i diagrammet motsvarar ett projekt som beviljats stöd. Projekten är sorterade på storlek beviljat stöd per teknikspår [Industriklivet 2023]

## 8 Slutsatser och rekommendationer

### 8.1 Slutsatser

#### 8.1.1 Marknad

I intressentdialogerna var det tydligt att framför allt klimatfrågan driver efterfrågan på mer hållbara produkter. Både slutkonsumenter och företagskunder är därför i något större utsträckning än tidigare beredda att betala en premie för kemiska produkter baserade på förnybar råvara.

Det är samtidigt viktigt att understryka att biobaserade produkter av kemiindustrin bara ses som en del av omställningen mot mindre klimatavtryck. Parallellt arbetas det särskilt med ökad recirkulering av använda produkter, elektrifiering av processer, utnyttjande av vätgas, samt koldioxidavskiljning för lagring eller användning.

Flera intressenter nämnde kravställning i offentlig upphandling som ett verktyg att öka andelen biobaserad råvara i produkterna. Miljömärkning i stort lyftes fram som en viktig del av att nå slutkonsumenterna. Det konstaterades dock att det stora antalet möjligheter att miljöcertifiera produkter kan leda till osäkerhet om den faktiska nyttan för slutkonsumenten. Ett nytt EU-direktiv för att reglera "green claims" kan komma att förändra bilden och blir viktigt att ta hänsyn till i utvecklingen av nya produkter.

#### 8.1.2 Råvara

Ett gemensamt perspektiv hos aktörerna är att råvarufokus bör vara på restströmmar från andra verksamheter och processer, dels för att skapa förutsättningar för kostnadseffektiva lösningar, dels för att minska den politiska risken i att vissa primära råvaruströmmar kan bli klassade som icke hållbara.

Det finns en bild hos aktörerna att tillgången till skogsråvara och den effektiva logistiken kring den är en styrka för Sverige, liksom den långa erfarenheten av att förädla särskilt massabrukens restströmmar. Samtidigt växer snabbt användningen av jordbrukssektorns strömmar för drivmedelsproduktion i Sverige, som har några av de mest effektiva anläggningarna i Europa. Biprodukter från drivmedelsproduktionen har därför goda förutsättningar att nyttiggöras i kemikalieproduktion som kan ge konkurrenskraftiga produkter med avseende på koldioxidavtryck.

Aktörerna lyfter också fram att det är viktigt att utvecklingen mot användning av mer biobaserad råvara kan gå hand i hand med användningen av mer återvunnen råvara. Här ligger en utmaning i att utforma systemen så att nya material kan återvinnas tillsammans med existerande material.

#### 8.1.3 Produkter

Det finns ingen tydlig samsyn mellan alla aktörer kring vilka utvecklingsspår som är viktigast, men man kan urskilja två huvudlinjer:

- Kemikalier producerade från bioråvara med så låg kostnad och så högt utbyte som möjligt för att nå en viss funktion. Särskilt pekas det ut att i hög utsträckning behålla syreinhållet i produkterna, eftersom det är både energi- och kostnadskrävande att avlägsna det kemiskt bundna syret. Produktkategorier som passar in på beskrivningen är bland annat organiska syror, fenoler, estrar och epoxider. Det kan också vara en fördel att behålla polymerer intakta. Nackdelarna är att det kan krävas helt nya processer och att



produkterna också kan vara helt eller delvis nya och därför kräva nya godkännanden för att kunna användas i enlighet med kemikalielagstiftningen.

- Plattformskemikalier och andra intermediärer som kan integreras direkt i befintliga processer och anläggningar i petrokemiindustrin. De har den fördelen att andelen biobaserat kan förändras stegvis och att anläggningar som redan är mycket väl integrerade och kostnadseffektiva kan fortsätta att användas. Nackdelen är att det i stället kan vara mer kostnadskrävande uppströms att producera intermediärer med lågt eller inget syrenehåll, så som alkener och aromater. Exempel på intermediärer som används redan idag är biopropan och bionafta som biprodukter från drivmedelsproduktion, och alkoholer som också används som drivmedel eller drivmedelskomponenter, särskilt etanol och metanol.

#### 8.1.4 Kompetens

Generellt ser aktörerna att kompetens kring biobaserade råvaror och produkter är en styrka i Sverige, särskilt tillsammans med de kluster, innovationsprogram och annan samverkan mellan akademi, näringsliv och myndigheter som är väl utvecklad.

En typ av aktörer vars medverkan i projekt efterlysts av flera intressenter är leverantörer av utrustning och processteknik. Det är avgörande i investeringskedet att leverantörerna har varit djupt involverade i processutveckling och uppskalning för att de ska kunna ta på sig processgarantier, vilket ofta är nödvändigt ur ett investerarperspektiv. Att tidigt involvera leverantörer gör det alltså möjligt att nya eller modifierade processer ska kunna nå kommersiell skala snabbare än annars.

#### 8.1.5 Former för samverkan

Ansökningsförfarandet inom BioInnovation med ett Hypotesprövningsprojekt i Steg 1 som därefter kan utvidgas till större omfattning i Steg 2 har av många lyfts fram som mycket positivt. Det har lett till att tidiga idéer kunnat tas vidare vilka annars hade haft det svårt att få intern finansiering. Önskemål finns dock om att Steg 2 ska kunna sökas även om en första studie har finansierats med andra medel än genom BioInnovation.

Det finns enighet kring att en större omställning i svensk kemisk industri behöver ske i ett internationellt sammanhang. De flesta av de större producenterna i Sverige ingår i multinationella bolag där den strategiska utvecklingen ofta sker på en annan operativ nivå. Möjligheter till offentlig delfinansiering av storskalig demonstration av ny teknik finns också främst på EU-nivå. Särskilt nämns Circular Bio-Based Europe Joint Undertaking som ett program av den karaktären och där många svenska intressenter redan är delaktiga.

Det finns också flera kluster i Europa med fokus på biobaserad kemi som kan vara lämpliga samarbetspartners. Dessa är i högre utsträckning fokuserade på råvaror från jordbruket och kompletterar väl nordiska satsningar med tyngdpunkt på skogsråvara. De har också många intressenter från den europeiska kemiindustrin.

## 8.2 Rekommendationer

Våra rekommendationer är:

- Fortsätt både utvecklingen av nya funktions- och specialkemikalier från bioråvara som modifieras i relativt liten utsträckning och utvecklingen av att ställa om befintliga värdekedjor till mer bioråvara via intermediärer och plattformskemikalier. Olika aktörer har skilda behov och för utvecklingen av industrin som helhet är det viktigt att båda synsätten får utrymme.
- Fortsätt utveckling av produkter som på ett enkelt sätt kan identifieras av konsumenter som mer hållbara och där andelen biobaserat är en komponent. Det ger möjligheter till en prispremie som kan nyttjas för snabbare omställning av värdekedjan. Med projekt som fokuserar på en faktisk slutprodukt ökar möjligheterna att snabbt nå marknaden efter projektets slut.
- Det är värdefullt att inkludera en helhetssyn i FoU-projekt, där förenklade och mer standardiserade livscykelanalyser och teknoekonomiska utvärderingar hjälper till att guida mot rätt lösningar. Det ger också möjlighet att bygga upp faktaunderlag som kan användas för att stötta gemensamma insatser kring standardisering, certifiering och utformning av lagstiftning.
- I projekt som kräver processutveckling vore det värdefullt att relativt tidigt involvera leverantörer av utrustning och processteknik, för att välja tekniskt rimliga lösningar och korta ner tiden för framtida uppskalning. Implementering av ny teknik i stor skala kräver oftast att det finns leverantörer som kan ställa processgarantier.
- Utforma utlysningar så att det är möjligt att inkludera samspelet mellan biobaserad råvara och de andra åtgärder - till exempel återvunnen råvara, koldioxidinfångning, vätgas och elektrifiering - som kemiindustrin vill arbeta med för att reducera sin klimatpåverkan.
- Området biobaserad kemiindustri behöver utvecklas i ett internationellt sammanhang för att nå storskaliga lösningar. Här är BioInnovation och dess eventuella efterföljare bra plattformar för samverkan, t ex i bilaterala projekt med länder som har en större kemiindustri än Sverige och erfarenhet av andra råvaror.
- Fortsätt utveckla det uppskattade ansökningsförfarandet med hypotesprövningsprojekt i två steg. Undersök möjligheterna att utforma förfarandet så att steg 2 ska kunna sökas även om en första studie har finansierats med andra medel än genom BioInnovation.

## 9 Referenser

- Borealis, [www.borealisgroup.com/news/borealis-producing-certified-renewable-polypropylene-at-own-facilities-in-belgium](http://www.borealisgroup.com/news/borealis-producing-certified-renewable-polypropylene-at-own-facilities-in-belgium), 2020
- Brännström S, Grahn Lydig S, Lidfeldt M, Mawdsley I, Strömberg E, Rydberg T, "Bioråvara till plast – nuläge och trender", IVL rapport C653, 2022
- CEFIC, The European Chemical industry Facts and Figures 2022
- Circular Bio-based Europe Joint Undertaking, "Strategic Research and Innovation Agenda", June 2022.
- European Commission, "Chemicals Strategy for Sustainability Towards a Toxic-Free Environment", October 2020.
- European Commission, "Transition pathway for the chemical industry", 2023.
- Fritsche U, Brunori G, Chiaramonti D, Galanakis C, Hellweg S, Matthews R and Panoutsou C, "Future transitions for the Bioeconomy towards Sustainable Development and a Climate-Neutral Economy - Knowledge Synthesis Final Report", Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020
- Fuels Europe, Statistical Report, 2022.
- Global Syngas Technologies Council, 2019, citerad på [www.linkedin.com/pulse/why-interest-coal-gasification-industrial-gas-arthur-anderson/](http://www.linkedin.com/pulse/why-interest-coal-gasification-industrial-gas-arthur-anderson/)
- IEA Bioenergy Annex 42, "Bio-Based Chemicals - A 2020 Update", February 2020
- IEA Bioenergy, "Status report on thermal gasification of biomass and waste", 2019
- Industriklivet, [www.industriklivet.se](http://www.industriklivet.se), 2023
- Larsson A, Gunnarsson I, Tengberg F, "The GoBiGas Project - Demonstration of the Production of Biomethane from Biomass via Gasification", 2019
- Lind L, "Projekt Bioolefins", augusti 2022
- Material Economics, "Vägar till klimatneutral produktion för kemi- och innovationsindustrierna", 2021.
- Material Economics, "Mainstreaming Green Hydrogen in Europe", 2020
- Naturvårdsverket, "Industrins klimatomställning - Underlagsrapport till regeringsuppdraget om Näringslivets klimatomställning", Rapport 7045, 2022.
- Naturvårdsverket, [www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/klimatklivet/resultat-for-klimatklivet](http://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/klimatklivet/resultat-for-klimatklivet), 2023
- Skoczinski P, Carus M, Tweddle G, Ruiz P, de Guzman D, Ravenstijn J, Käb H, Hark N, Dammer L, and Raschka A, "Bio-based Building Blocks and Polymers – Global Capacities, Production and Trends 2022–2027", nova-Institut GmbH (Ed.), Hürth, Germany, 2023.
- Skogsindustrierna, "Skogsnäringsens forskningsagenda", januari 2023

## 10 Bilagor

Bilaga A: Relevanta projekt inom BioInnovation

Bilaga B: Relevanta projekt inom Biobased Europe Joint Undertaking

## Bilaga A: Projekt relaterade till Energi och kemikalier som genomförts inom BioInnovation

Projektets namn
Ny teknik för hållbar och effektiv återvinning av näringsämnen från avloppsslam genom förbränning
The kinetics of lignin extraction in oxygen delignification.
Storskalig produktion av Appethyl 2 för biologisk aptitkontroll
Replacement of mineral oils with modified biobased lubricants for sustainable manufacturing operations
Reflows - Cirkulära, biobaserade produkter av proteinrika restströmmar från bryggerier
OptiBark - Biobaserade material och kemikalier från industribark och sly (Salix) genom optimerade processer
Nya stärkelsebaserade limsystem för att möjliggöra återvinning av träfiberskivor
Multi scale modeling of the delignification kinetics during kraft cooking
MiniRefine - Demonstration of New Biotransport Fuel Manufacturing Processes
Improved uniformity of the fibers liberated in a kraft pulp digester
Impact of process changes on heat transfer and scaling rates in kraft black liquor evaporators
Hardwood delignification - understanding chemistry and mass transport fundamentals
Efficient washing of paper grade pulp in the Kraft process.
BtoMI - Low value biomass to high quality manufacturing industry
Uppbearbetning av rapsfrökaka klimatsmarta proteiner och råvara till nya biobaserade produkter (Rapssåddi)
Tillverkning av caprolacton från sockerplattformen
Prebiotika från skog och hav
HTL - Hydrotermisk förvätskning av restströmmar från skogs- och jordbruk
Forest residues for combined edible mushroom and biofuel production (comush)
BioLi2.0 - Från lignin till biobaserade drivmedel och kemikalier
BioEkonomi 2.0 Bättre valorisering av restströmmar (BioEk 2.0)
AgriInnovate
Tall-olja-baserade vattenavvisande mixtur för industriella träfiberskivor
Renol - Bioplasten från skogen
Produktions- och textureringsprocess för proteinrika livsmedel från skogsindustriella restströmmar
Nya hållbara specialkemikalier för massa- och pappersindustrin
Miljövänlig och hållbar impregnering av trä med biobaserad olja
Hypotesprövning av Quartzene som potentiellt brandskyddsmedel för ytbehandling av trä steg 2
Förbättring av verkningsgraden hos solceller och solpaneler med hjälp av biobaserat material från alger - steg 2
Verifiering av produktion av stabiliserad pyrolysolja hos Cortus
Utvinning av oleosin ur rapspressrest; en ny ingrediens som hindrar fettoxidation och stabiliserar emulsioner
Svensktillverkat proteinrikt livsmedel från skogsindustriella restströmmar
Rosta med pellets: Pelletsteknik för processindustrin
Renol - Länken mellan skogs- och plastindustrin
Ren biogas med infraljud i ett steg
Ökad användning av kemikalier från skogsråvara i färg & lack
Nya hållbara specialkemikalier för pappers- och massaindustrin
Miljövänlig och hållbar impregnering av trä med biobaserad olja ett alternativ till impregnering med biocider
Ligumen -- helt ligninbaserad blandning för komplett bitumenersättning i kall-applicerad asfaltbetongberedning
Hemkomposterbart pulver som ersättare för PFAS- och plastbaserade barriärer i matförpackningar
Gröna kemikalier ur pyrolysolja för träskydd och trälim
Förnyelsebar basolja från biobaserade råvaror
Förnybara vattenavvisande medel för fiberskivor baserade på tallolja
Förbättring av verkningsgraden hos kiselbaserade solceller genom applicering av biobaserat material från alger
Förädling av biokol för en effektivare användning som jordförbättrare i urban förorenad mark
Fettavskiljning och valorisering av livsmedelsindustrivatten med innovativ skogsbaserad biosorbent
Ecohelix - tillämpning med dissolvning massa produktion
Biobaserade lim från bark för tillverkning av träpaneler
Biobaserad transparent brandskyddsfärg för trä i byggnadskonstruktioner
Betulin från björknäver: Fuktspärre för moderna förpackningar
Andmat - en vattenbaserad biomassa med potential.
100% Biobaserade fluorfria brandskum från svensk bioråvara

## Bilaga B: Projekt relaterade till kemikalier som genomförts inom Biobased Europe Joint Undertaking

Acronym	Status	Type	Main feedstocks	Main products	MEUR
GRACE	In progress	Demo	Miscanthus, hemp	Levulinic acid for solvents and adhesives	12,3
GreenSolRes	Completed	Demo	Lignin, forestry residues	Fatty acids	7,5
LIPEs	Completed	Demo	Food industry sidestreams	MCF, arabinose, galacturonic acid	4,3
Pulp2Value	Completed	Demo	Sugar beet pulp	iso-butene derivatives	6,6
Optisochem	In progress	Demo	Wheat straw	Lactic acid	9,8
WASTE2FUNC	In progress	Demo	Intermittent food waste streams	Butanol, resin acid, enzymes, FDCA	6,7
BIOFOREVER	Completed	Demo	Lignocellulosic biomass	Hydrogenated levoglucosenone (Cyrene)	9,9
ReSolure	In progress	Flagship	Sawdust	Carboxylic acids	11,6
AFTERBIOCHEM	In progress	Flagship	Beet pulp, molasses		20,0
FIRST2RUN	Completed	Flagship	Cardon seeds		17,0
Beornat	In progress	R&I Action	Lignin, wood residues	Råvarufokus	5,0
USAGREENCHEM	Completed	R&I Action	Crop residues, wood residues	Sugars	3,5
Zelcor	Completed	R&I Action	Lignocellulosic residues	Lignin products	5,3
SElectiveLI	In progress	R&I Action	Lignin	Aldehydes for adhesives and pharma	2,4
PERCAL	Completed	R&I Action	MSW	Lactic acid, succinic acid	2,5