



Svenska
framtider

Biosolutions

En teknikrapport inom
Svenska framtider om
biotekniska lösningar för
industriell omställning

Innehåll

Förord	4
Sammanfattning	6
English Summary	8
Utgångspunkter i arbetet med biosolutions	10
Förutsättningar	11
Avgränsningar i arbetet med teknikrapporten	11
Motivering till att IVA prioriterat en teknikrapport inom biosolutions	13
Nulägesbeskrivning av biosolutions	14
Biosolutions bygger på modern bioteknik	15
Biosolutions skapar produkter genom biologiska processer	16
Biosolutions styrs av flera regelverk	21
Internationell utblick	22
Utveckling inom biosolutions	27
Biosolutions bidrar till en bättre värld	28
Nyckelfrågor för biosolutions	30
Önskad framtida riktning för biosolutions	39
Appendix	55
Referenser	56
Ordlista	59

Förord



IVA driver projektet *Svenska framtider* med syftet att formulera en vision för Sverige som ledande inom teknik och innovation år 2035. *Svenska framtider* samlar aktörer från akademi, näringsliv och offentlig sektor för att identifiera möjligheter, utmaningar och strategiska riktningar för framtida konkurrenskraft och hållbar utveckling. Arbetet startades hösten 2025.

Projektet omfattar bland annat arbetsgrupper som snabbt och målinriktat analyserar utmaningar och möjligheter inom olika teknikområden. Grupperna tar fram teknikrapporter med tydligt fokus på respektive område. Rapporterna ger en överblick över nuläge och framtidsutsikter inom området och innehåller konkreta förslag till åtgärder. De fungerar också som viktiga underlag för att forma en övergripande vision för Sverige år 2035.

Denna arbetsgrupp har fokuserat på biosolutions. Gruppens analys visar att Sverige har stark forskning, goda råvaror och teknisk kompetens inom bioteknik, men saknar kapacitet, regelverk och finansiering för att omsätta detta i konkurrenskraftiga produkter och företag.

Som i alla IVA-projekt har deltagarna medverkat i sin personliga kapacitet och inte som företrädare för de organisationer där de är verksamma. Rapportens analyser och förslag bygger i stor

utsträckning på diskussioner inom arbetsgruppen samt på erfarenheter och den kunskap som dess medlemmar bidragit med. Arbetsgruppen står bakom rapporten i sin helhet, men det innebär inte att samtliga medlemmar nödvändigtvis står bakom varje enskild formulering.

Arbetsgruppen inom biosolutions har arbetat under april till oktober 2026.

Arbetsgrupp

Annika Olsson (ordförande),
Lunds universitet, IVA-ledamot

Mikael Gedin, Perstorp

Nils Hannerz, Sveriges Innovations-
och kemiindustrier (IKEM)

Kim Olofsson, AAK

Marie Sandin, Tetra Pak, IVA-ledamot

Francisco Vilaplana, Kungliga Tekniska högskolan

Cecilia Warrol, Sweden Food Arena

Mikael Åstrand, Lantmännen

Stöd till arbetsgruppen

Lisa Thelin, projektledare

Charlotte Hall, skribent

Sammanfattning



Biosolutions är lösningar där biologiska system och processer används för att utveckla och tillverka exempelvis material, kemikalier och livsmedel. Viktiga tekniker är fermentering, enzymteknik och syntetisk biologi. Området kan bidra till nya produkter, effektivare användning av råvaror och minskat beroende av fossila råvaror.

Tillämpningarna är många. Biologiska processer kan användas för att tillverka nya livsmedel och ingredienser, kemikalier och bränslen samt material och förpackningar. Genom att använda flera delar av samma råvara och ta vara på sidoströmmar kan mer värde skapas ur de resurser som redan finns.

Sverige har flera förutsättningar att utveckla området. Här finns stark forskning och bioteknisk kompetens, etablerad industri och erfarenhet av avancerad produktion och processteknik. Det finns också stora biologiska resurser, bland annat från skogsbruk och jordbruk. En viktig fråga är hur denna kunskap och dessa resurser kan omsättas i nya produkter och företag.

Vägen från forskning till marknad är ofta lång. Företag behöver kunna testa och skala upp nya processer, hitta kapital och få tillgång till rätt kompetens. Regelverken kan också vara komplexa och göra vägen till marknaden längre. Förutsättningarna för biosolutions behöver förbättras längs hela vägen från forskning och råvaror till produktion och försäljning.

Arbetsgruppen har tre sammanfattande rekommendationer om vad Sverige bör satsa på för att skapa svensk konkurrensförmåga, uppnå hållbarhet samt bidra till svensk och global säkerhet och resiliens. Dessa baseras på en nulägesanalys av Sveriges position inom biosolutions, internationella utvecklingstrender samt en genomgång av nyckelfrågor som identifierar hinder och möjligheter för Sveriges fortsatta utveckling. Rekommendationerna sammanfattar ett antal förslag

och handlingspunkter som redovisas mer utförligt i rapporten.

- Bygg en nationell uppskalningsanläggning och säkerställ att det finns tillgång till svenska testmarknader, så att företag inom biosolutions kan skala upp i Sverige för att sedan kunna skapa tillväxt inom landet och internationellt.
- Förenkla regelverk och snabba upp tillståndprocesser för att minska beroendet av fossila och importerade råvaror, attrahera investeringar och säkerställa att produkter kommer snabbt till marknaden.
- Skapa ett sammanhållet kompetensförsörjningssystem som inkluderar hela kedjan från grundutbildning, forskarutbildning och forskning i samverkan med industrin, från laboratoriemiljö till kommersiell produktion, så att svensk forskning och innovation i högre grad bidrar till tillväxt och konkurrenskraft i svenska företag.

English Summary



Biosolutions use biological systems and processes to develop and manufacture products. Key technologies include fermentation, enzyme technology and synthetic biology. The field can contribute to new products, more efficient use of raw materials and reduced dependence on fossil-based raw materials.

There are many applications. Biological processes can be used to produce new foods and ingredients, chemicals and fuels, as well as materials and packaging. By using different components of the same raw material and making use of side streams, more value can be generated from existing resources.

Sweden has several strengths that provide favourable conditions for developing the field. These include strong research and biotechnology expertise, an established industrial base, and experience in advanced manufacturing and process engineering. Sweden also has substantial biological resources, including those from forestry and agriculture. An important question is how this knowledge and these resources can be translated into new products and businesses.

The path from research to commercial application is often long. Companies need access to facilities for testing and scaling up new processes, as well as funding and the necessary skills. Complex regulations can also delay the introduction of products to the market. Conditions for developing biosolutions therefore need to be improved across the entire value chain, from research and raw materials to production and sales.

The working group presents three recommendations on how Sweden should focus its efforts to strengthen industrial competitiveness, advance sustainability, and contribute to both national and global security. These recommendations are based on an analysis of Sweden's current position in the field of biosolutions, international trends, and a

review of key issues identifying both obstacles and opportunities for continued development. They bring together a range of proposals and action points, which are set out in greater detail in the report.

- Establish a national scale-up facility and ensure access to test markets in Sweden, enabling biosolutions companies to scale up their operations in Sweden and grow both nationally and internationally.
- Simplify regulations and speed up permitting processes to reduce dependence on fossil-based and imported raw materials, attract investment and bring products to market more quickly.
- Develop an integrated system for skills development and supply spanning the entire chain, from undergraduate and doctoral education to research in collaboration with industry, and from laboratory research to commercial production. This would enable Swedish research and innovation to contribute more to the growth and competitiveness of Swedish companies.

Utgångspunkter i arbetet med biosolutions



BEGREPPET BIOSOLUTIONS

Det finns inte någon allmänt vedertagen definition av begreppet biosolutions, även om det används i texter och beskrivningar i olika länder. Det vanliga är att författarna i varje enskilt fall beskriver vad de menar med ordet och hur begreppet tillämpas i just den specifika texten. Därför är det viktigt att vara uppmärksam på att ordet biosolutions kan ha lite olika betydelse, beroende på sammanhang.

Begreppet används bland annat för biologiska lösningar inom jordbruk och livsmedel samt bredare inom industriell bioteknik och bioekonomi.

Några exempel:

Begreppet biosolutions omfattar varor och tjänster som bygger på en kombination av biologi och teknik, med ambitionen att påskynda den gröna omställningen. Grundidén är att hämta inspiration från naturen. Genom tekniska framsteg kan biologi kombineras med teknik för att skapa industriella, gröna lösningar, eller kort sagt biosolutions. *Biosolutions Glossary. The European Biosolutions Coalition (översatt från engelska).*

Biosolutions avser en produkt, process, tjänst eller möjliggörande teknik som använder, innehåller, framställs av eller funktionellt möjliggörs av levande organismer, biologiska system, enzymer, mikroorganismer, celler, mikrobiell, svamp- eller algbiomassa, jäsning, biokatalys eller andra biologiska processer, och som är avsedd att ge en funktionell, industriell, jordbruksmässig, livsmedelsmässig, foder-mässig, materialmässig, cirkulär ekonomisk, klimatmässig, miljömässig eller resurseffektivitetsmässig fördel. Källa: *Arbetsmaterial från The European Biosolutions Coalition (översatt från engelska).*

I svenska texter används närliggande begrepp för att beskriva områden eller branscher, till exempel inom Vinnova och RISE. En allmänt accepterad beskrivning, avgränsning eller definition saknas dock.

Förutsättningar

I denna rapport används begreppet *biosolutions*. Inom begreppet biosolutions innefattas i den här rapporten lösningar för hållbar produktion av material, kemikalier och livsmedel med hjälp av mikroorganismer eller deras beståndsdelar i biotekniska processer. Begreppet innefattar också resurseffektiva cirkulära flöden och möjligheten att använda mikroorganismer för att återskapa skadad natur.

Avgränsningar i arbetet med teknikrapporten

I denna rapport har följande avgränsningar tillämpats:

- rapporten är avgränsad och fokuserad på biosolutions,
- rapporten omfattar inte förutsättningar, villkor och utvecklingsmöjligheter som är generella för den medicinska delen av life science-området,
- rapporten omfattar inte primärproduktion av råvara som förädlas med ovanstående tekniker. Detta innebär en avgränsning där utvinningen av biologiska råvaror och resurser i värdekedjans första led inom skog, jordbruk eller vatten inte ingår. Avgränsningen omfattar alltså produktion av råvaror inom jord- och skogsbruk genom odling och skörd av växter, grödor och skog samt råvaror som produceras inom fiske och vattenbruk genom fångst och odling av fisk, skaldjur och alger.

TABELL 1: IVAs val att genomföra en teknikrapport utgår från åtta kriterier.

KRITERIUM	BIOSOLUTIONS I SVERIGE
Globalt ledarskap	Sverige har förutsättningar att ta en ledande position inom biosolutions genom stark forskning, tillgång till förnybara resurser och en konkurrenskraftig industriell bas.
Turn around (möjlighet att vända rådande utveckling)	Biosolutions kan bli en viktig drivkraft i omställningen från fossilbaserade till förnybara produktionssystem och bidra till en mer hållbar ekonomi. Biosolutions kan också skapa nya produkter och produktionssätt som förändrar var och hur varor produceras.
Positionsförflyttning	En starkt sektor kan driva en förflyttning från råvaruexport till en mer kunskapsintensiv ekonomi där biologiska resurser förädlas till högvärdiga produkter och tjänster.
Möjliggörande teknologi	Framsteg inom exempelvis fermentering, enzymteknologi, syntetisk biologi och digitalisering skapar nya möjligheter att skala upp hållbara produkter och industriella processer.
Internationellt	Kombinationen av forskningskompetens, industriell erfarenhet och tillgång till förnybara råvaror ger Sverige en stark grund för att utveckla lösningar som efterfrågas internationellt.
Megatrender	Biosolutions svarar mot flera globala megatrender, såsom hälsa och nutrition, klimatomställning, ökad resurseffektivitet, cirkulära flöden och behovet av hållbara produktionssystem.
Geopolitik	Biosolutions kan stärka Sveriges resiliens genom att minska beroendet av fossila råvaror och bidra till ökad tillgång till inhemska och förnybara resurser.
Hett område	Området utvecklas snabbt och väcker stort internationellt intresse, drivet av tekniska framsteg och en växande efterfrågan på hållbara alternativ till fossilbaserade produkter och processer.

- i denna rapport betraktar vi inte avfall som ett problem som behöver hanteras, utan fokuserar i stället på cirkularitet och värdeskapande från sidoströmmar.

Med dessa avgränsningar är det samtidigt viktigt att betona att biosolutions kan ses som en delvis överlappande men mer produktions- och omställningsinriktad del i relation till life science. Vi har valt att avgränsa oss till de delar som har direkt relevans för industriell användning av biologiska system, processer och organismer. Fokus ligger på utveckling och produktion av biobaserade lösningar såsom nya material, kemikalier, livsmedel och industriella processer. Den medicinska delen av life science, inklusive läkemedel, diagnostik och medicinteknik, ligger utanför detta perspektiv och inkluderas inte i denna rapport.

Motivering till att IVA prioriterat en teknikrapport inom biosolutions

IVA har gjort en datadriven analys av patent, vetenskapliga publikationer och startup-investeringar för att kartlägga Sveriges globala position inom 48 strategiskt viktiga teknikområden som har stor betydelse för landets framtida välbefinnande, ekonomiska motståndskraft och nationella säkerhet.¹

Analysen gav bland annat insikten att Sverige behöver ta ett mer strategiskt angreppssätt för att säkra vår position internationellt. Mot denna bakgrund har IVA valt att göra en fördjupad analys av biosolutions och ta fram förslag för önskad framtida riktning inom detta område. Valet utgår från åtta kriterier, se tabell 1.

Tillämpning av biosolutions kan bland annat ersätta fossila insatsvaror i industriella processer, vilket minskar klimatpåverkan och stärker utveckling av mer cirkulära och resurseffektiva värdekedjor. Trots att tekniken i hög grad är tillgänglig och efterfrågan visar tecken på att öka, så sker utvecklingen ännu inte i tillräckligt hög takt och området är fortsatt underinvesterat. Brister i kapital, infrastruktur och styrning gör att uppskalning och kommersialisering går långsamt. Lönsamheten är en viktig utmaning, eftersom fossilbaserade produkter ofta är billigare. Inom vissa områden av biosolutions sker nu en stark tillväxt, om än från låga nivåer. Tillväxten drivs i vissa segment av höga värden och Sverige har en god position att ta en mer ledande position och vinna industriell tillväxt.

Området har en tydlig försörjnings- och säkerhetsdimension. Beroenden av importerade insatsvaror inom jordbruk, kemi och relaterade sektorer har synliggjorts i samband med pandemin och kriget i Ukraina. Biosolutions kan bidra till mer diversifierade och regionalt förankrade produktionssystem och därmed minska sårbarheten.

Den globala konkurrensen tilltar genom omfattande industripolitiska satsningar i USA och Kina. Europa riskerar därmed att förlora tempo i den pågående omställningen. Sverige och Europa har en stark forskningsbas och goda strukturella förutsättningar, men saknar en sammanhållen ansats för att skala upp och industrialisera området. Detta begränsar genomslaget av befintliga investeringar och utvecklingsinsatser.

¹ IVA (2025). Sveriges position inom strategiskt viktiga tekniker. Investeringsprioriteringar, styrkor och utmaningar.

Nuläges- beskrivning av biosolutions



BIO
COMPOSTABILI

Biosolutions är ett internationellt växande industriellt teknikområde som bygger på användning av biologiska system för att utveckla nya produkter, material och produktionsprocesser. Flera ledande industrinationer har pekat ut området som strategiskt viktigt för framtida satsningar, se avsnittet om internationell utblick. Området omfattar användning av exempelvis mikroorganismer, celler, enzymer och andra biologiska mekanismer som verktyg i industriell produktion. Genom att utnyttja biologiska processer kan en rad olika produkter utvecklas och produceras, såsom kemikalier, material, livsmedelsingredienser och andra industriella komponenter. Biosolutions bidrar därmed till utvecklingen av mer resurseffektiva och hållbara produktionssystem genom att biologiska processer kan ersätta eller komplettera traditionella fossilbaserade och kemiskt baserade produktionsmetoder.

IVA har sedan tidigare konstaterat att Sverige har en styrka i ett brett ekosystem av företag som utvecklar lösningar inom bioteknik. Exempel är företag som tillverkar bioprocessutrustning, utrustning för separation av celler och biologiska material, bioreaktorer samt lösningar för rening och automation. Sveriges historiskt starka kompetens inom avancerad teknik och instrumentutveckling är en strategisk fördel. Innovativa tekniker är inte bara verktyg, utan utgör en grund för långsiktig konkurrenskraft och utveckling inom såväl biosolutions som andra områden inom bioteknikområdet.²

Biosolutions skiljer sig från, men kan tekniskt appliceras inom, det bredare life science-området. Life science omfattar traditionellt forskning och innovation inom exempelvis läkemedel, medikinteknik och diagnostik med fokus på människors hälsa. Biosolutions har i stället huvudsakligen en industriell inriktning och handlar om hur biologiska

processer kan användas för att utveckla lösningar inom exempelvis kemiindustri, materialproduktion, livsmedel och jordbruksrelaterade värdekedjor. Området befinner sig därmed i skärningspunkten mellan bioteknik, industriell produktion och hållbar teknikomställning.

Biosolutions bygger på modern bioteknik

Den tekniska utvecklingen inom biosolutions bygger på flera teknikområden, där biologiska system används för att utveckla nya industriella produktionsmetoder. I stället för att enbart förlita sig på traditionella kemiska processer kan företag använda exempelvis mikroorganismer eller biologiska molekyler för att framställa olika ämnen på ett resurseffektivt sätt.

En av de viktigaste teknikerna inom biosolutions är fermentering. Fermentering innebär att mikroorganismer, såsom jästsvampar eller bakterier, odlas under kontrollerade industriella förhållanden för att producera en specifik produkt. Tekniken har använts under lång tid inom livsmedelsindustrin, exempelvis vid framställning av bröd, ost och yoghurt. Dagens industriella fermenteringsprocesser är dock betydligt mer avancerade. Genom noggrann styrning av mikroorganismernas tillväxt och funktion kan mikroorganismerna användas för att producera en mängd olika ämnen, däribland proteiner, enzymer, vitaminer och olika specialkemikalier.³

Ett annat betydelsefullt teknikområde är enzymteknologi. Enzymer är biologiska molekyler som fungerar som katalysatorer, vilket innebär att de

² IVA (2026). *Avancerade terapiläkemedel. En teknikrapport inom Svenska framtider om ATMP.*

³ Nielsen, J., Keasling, J. (2016). *Engineering cellular metabolism.* Cell, 164(6), 1185–1197.

påskyndar kemiska reaktioner utan att själva förbrukas i processen. Industriella enzymer används för att effektivisera produktion, minska energianvändning och ersätta eller reducera behovet av vissa kemikalier. De används bland annat inom livsmedelsindustrin, tvättmedelstillverkning, textilproduktion, massa- och pappersindustrin samt kemiindustrin. Ett exempel är enzymer som kan göra industriella processer möjliga vid lägre temperaturer och under mildare förhållanden, vilket kan bidra till minskad resursanvändning och ge lägre miljöpåverkan.⁴ Ett exempel är hur enzymer används i tvättmedel, där de bryter ner fett och protein i fläckar. Det gör det möjligt att få ren tvätt med mindre tvättmedel och vid lägre temperaturer.

Ett annat teknikområde inom biosolutions är syntetisk biologi. Begreppet innebär att biologiska system kan designas, förändras och optimeras för att skapa nya funktioner och industriella tillämpningar. Genom att modifiera mikroorganismers genetiska egenskaper kan biologiska produktionssystem utvecklas för att framställa specifika ämnen med högre effektivitet och precision. Genom denna teknik går det att producera proteiner, molekyler och andra ämnen med särskilda egenskaper, vilket skapar nya möjligheter inom industriella områden som livsmedel, material och kemi.⁵

Den fortsatta utvecklingen inom biosolutions drivs även av framsteg inom digitalisering, automatisering och artificiell intelligens. Genom att kombinera stora mängder biologiska data med avancerade analysmetoder kan forskare identifiera och optimera biologiska produktionssystem snabbare än tidigare. Detta bidrar till kortare utvecklingstider, effektivare processer och ökade möjligheter att utveckla nya biologiskt baserade produkter för industriella tillämpningar.

Biosolutions skapar produkter genom biologiska processer

Biosolutions används inom flera industriella sektorer. Gemensamt är att biologiska processer används som ett verktyg för att skapa produkter eller förbättra produktionsmetoder.

Biosolutions inom livsmedel

Livsmedelsindustrin är ett av de områden där biosolutions utvecklas snabbt. Fokus ligger i detta sammanhang inte på själva jordbruksproduktionen eller framställningen av livsmedelsråvaror, utan på hur biologiska system kan användas för att ta fram nya ingredienser, proteiner och andra funktionella komponenter. Biosolutions kan också användas för att utveckla nya typer av livsmedels ingredienser med bättre näringsvärde, där näringsämnena är lättare för kroppen att ta upp och tillgodogöra sig, vilket kan bidra till bättre hälsa och nutrition. För att dessa lösningar ska fungera i praktiken krävs också att livsmedlen har god smak och konsistens. Ett exempel är användningen av mikroorganismer som biologiska produktionsplattformar för att framställa specifika ämnen med hög precision. Genom dessa processer kan exempelvis proteiner, fetter, enzymer och andra ingredienser produceras för användning i livsmedel. Teknikutvecklingen skapar möjligheter för nya produktionssystem, men för att nå bred kommersiell användning krävs att processerna kan skalas upp till industriell nivå och att produktionskostnaderna kan konkurrera med etablerade metoder. Produkterna behöver samtidigt uppfylla krav på säkerhet och kvalitet och de måste också accepteras av konsumenterna.

4 Kirk, O., Borchert, T., Fuglsang, C. (2002). *Industrial enzyme applications*. *Current Opinion in Biotechnology*, 13(4), 345–351.

5 Stephanopoulos, G. (2012). *Synthetic biology and metabolic engineering*. *ACS Synthetic Biology*, 1(11), 514–525.

PRECISIONSNUTRITION

Precisionsnutrition innebär att kost och näring anpassas efter individens behov, i stället för att samma lösning används för alla. För människor kan det exempelvis handla om att anpassa kosten efter skillnader i ämnesomsättning, hälsa och tarmflora. Inom jordbruket kan samma princip användas för djur, till exempel genom att anpassa fodret efter den enskilda kons behov och mjölkproduktion. Biosolutions kan bidra med nya ingredienser, proteiner och andra biologiska komponenter som gör en mer individanpassad kost möjlig.

Biosolutions används även för produktion av etablerade livsmedelsingredienser. Enzymer, vitaminer, aminosyror och andra funktionella komponenter framställs redan idag industriellt genom biologiska processer. Dessa tillämpningar bidrar bland annat till förbättrad produktkvalitet, effektivare produktionsprocesser och minskad resursanvändning.

Biosolutions inom kemikalier och bränslen

Kemikalie- och bränsleindustrin är ett viktigt tillämpningsområde för biosolutions. Utvecklingen handlar framför allt om att använda biologiska processer för att framställa kemikalier, bränslen och andra molekyler som idag ofta produceras från fossila råvaror. Biosolutions kan därmed ge alternativ till fossilbaserad produktion och nya sätt att framställa både befintliga och nya kemikalier.

Genom exempelvis fermentering och andra biotekniska processer kan mikroorganismer användas för att framställa organiska syror, alkoholer, lösningsmedel och andra kemiska byggstenar.

Dessa ämnen kan sedan användas i produktionen av exempelvis plaster, färger samt tvätt- och rengöringsprodukter. Biologiska processer kan också göra det möjligt att framställa vissa ämnen mer effektivt och med mindre energi och fossila råvaror.

Biosolutions används även för att framställa förnybara bränslen. Biologiska processer kan användas för att omvandla biomassa eller andra förnybara råvaror till etanol, biobutanol, biogas och andra bränslen. Ett annat utvecklingsområde är så kallade avancerade biodrivmedel, där sidoströmmar från livsmedelsproduktionen kan användas. Fokus ligger på att ta fram bränslen som fungerar i befintliga motorer, transportsystem och industriella processer.

Utvecklingen omfattar också mer avancerade kemikalier och bränslekomponenter med särskilda egenskaper. Genom exempelvis syntetisk biologi kan mikroorganismer modifieras för att producera bestämda molekyler. Det kan skapa nya sätt att framställa ämnen som är svåra att producera med traditionella kemiska metoder. För att dessa lösningar ska kunna användas i större skala krävs att produktionsprocesserna kan skalas upp, att det finns tillgång till lämpliga råvaror och att kostnaderna kan konkurrera med etablerade fossilbaserade processer. För bränslen tillkommer krav på bland annat energiinnehåll, hållbarhet, infrastruktur och att bränslena fungerar i befintliga motorer och system.

Biosolutions inom förpackningar och material

Förpackningsindustrin är ett viktigt tillämpningsområde för biosolutions, där utvecklingen framför allt handlar om att ta fram nya material och produktionsprocesser som kan minska beroendet av fossilbaserade råvaror och bidra till mer cirkulära materialflöden. Fokus ligger

BIOTEKNISKA PRODUKTER I VÅR VARDAG

Material och produkter som tagits fram med hjälp av biosolutions finns i vår vardag. Nedan ges tre exempel.

Alternativa proteiner tillverkas av biologiskt material och fungerar som komplement till protein från djur, till exempel kött, fisk och mjölkprodukter. De kan också användas som foder till djur. Det finns många olika sätt att framställa och förbättra dessa proteiner, bland annat med hjälp av enzymer genom fermentering. Utmaningen ligger inte bara i att skapa proteinrik mat av biologiskt material, utan också i att få rätt smak och konsistens så att konsumenter faktiskt väljer att köpa produkterna.

Hur stor marknaden för alternativa proteiner blir i framtiden är svårt att förutspå. Det beror inte bara på priset, utan även på smak, konsistens och vad konsumenter föredrar.

Biobränslen är bränslen som tillverkas av biologiskt material och som kan ersätta fossila råvaror som olja, kol och gas inom transport, uppvärmning, elproduktion och industri. De delas ofta in i olika generationer beroende på hur utvecklad tekniken är. Den första generationens biobränsle tillverkas av växtdelar som också kan ätas, till exempel majs. Den andra generationen tillverkas av sådant som inte går att äta, som organiskt avfall och trä. Ännu nyare generationer bygger på mikroorganismer, genmodifierade grödor och en teknik som kallas pyrolys, en metod där material hettas upp utan syre för att brytas ner till bränsle.

I dag tillverkas den största delen av världens flytande biobränsle för transport med den äldsta tekniken, där tillverkningen till exempel utgår från majs. Framöver väntas de nyare generationerna växa. En invändning mot den första generationens biobränslen är att framställningen konkurrerar med matproduktion om jordbruksmark. De nyare generationerna kräver mindre mark, vilket gör dem särskilt intressanta framöver. De är totalt sett mer resurseffektiva. Samtliga typer av biobränsle bedöms dock kunna bidra till minskade utsläpp av växthusgaser.

Fermentering är en gammal metod för att bevara mat under längre tid och den används bland annat vid tillverkning av bröd (här kallas fermenteringen för jäsning), ost och vin. Tekniken används brett inom dagens livsmedelssystem, vid tillverkning av allt från djurfoder till yoghurt.

Fermentering kan bidra till ett mer hållbart och säkrare matsystem genom att minska matsvinn och risk för skadliga bakterier. Tekniken kan också göra maten mer näringsrik och förlänga hållbarheten, vilket i sin tur minskar matsvinnet.

Texten i faktarutan bygger på Box 4 i rapporten The potentials of biosolutions. Copenhagen Economics (2022). Alliance for biosolutions, Danmark.

inte på den primära produktionen av biologisk råvara, utan på de industriella processer där biologiska komponenter förädlas till avancerade material med specifika egenskaper. Området är

nära kopplat till utvecklingen av en mer cirkulär ekonomi, där materialens ursprung, användning och möjlighet till återvinning får en allt större betydelse.⁶

6 European Commission. (2018). *A sustainable bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment*. Naturvårdsverket (2025). *Naturvårdsverkets färdplan för hållbar plastanvändning*.

Ett viktigt utvecklingsområde är biobaserade plaster. Plast består av polymerer, vilket är stora molekyler som utgör materialets grundläggande byggstenar. Medan traditionell polymerproduktion i stor utsträckning baseras på fossila råvaror utvecklar biosolutions alternativa material där biologiska komponenter används som byggstenar. Dessa material kan anpassas för olika industriella tillämpningar genom att egenskaper som styrka, flexibilitet och barriärfunktioner optimeras.⁷

Utvecklingen omfattar bland annat material baserade på cellulosa, lignin och andra biologiska molekyler. Genom avancerade förädlingsprocesser kan dessa komponenter omvandlas till funktionella material för exempelvis förpackningar, kompositer och andra industriella produkter. Cellulosa är en etablerad materialplattform, medan lignin har fått ökad uppmärksamhet som grund för utveckling av nya polymera material och kemiska produkter.^{8 9}

Biosolutions kan bidra till ett mer högvärdigt och heltäckande nyttjande av skogsråvaran. Med hjälp av enzymer, mikroorganismer och andra biotekniska processer kan även hemicellulosa, lignin och bark förädlas. Cellulosa kan användas i mer avancerade tillämpningar än papper, exempelvis textilier, funktionella material och kemikalier.

För att nya material ska kunna användas kommersiellt behöver de uppfylla höga krav på bland annat hållbarhet, livsmedelssäkerhet, barriäregenskaper, kostnadseffektivitet och återvinningsbarhet. Utvecklingen kräver därför samverkan mellan olika områden såsom materialvetenskap, bioteknik och

industriell processteknik. I Sverige bidrar forskningsinstitut som RISE samt företag inom material- och förpackningsindustrin till att utveckla och skala upp nya biobaserade materiallösningar.

Biosolutions i relation till lantbruk

Lantbruket är nära kopplat till biosolutions genom utvecklingen av industriella tekniker och produkter som kan användas i eller i anslutning till lantbrukets värdekedjor. Själva jordbruksproduktionen, såsom odling, djurhållning och produktion av biologiska råvaror, ingår däremot inte i de frågeställningar vi tar upp i rapporten. Fokus ligger i stället på de processer och lösningar där biologiska system används för att utveckla nya produkter eller effektivisera befintliga produktionsmetoder.

Ett tillämpningsområde är biologiska insatsprodukter, där mikroorganismer eller biologiska molekyler används för att utveckla alternativ eller komplement till traditionella kemiska lösningar. Det kan exempelvis handla om mikrobiella produkter och biologiskt baserade växtskyddslösningar. Utvecklingen inom området fokuserar på framtagning, produktion och kommersialisering av dessa tekniska lösningar, snarare än på själva användningen inom jordbruket.¹⁰

Ett annat område är användningen av biologiska processer för att förädla befintliga biologiska sidoströmmar till nya produkter. Genom industriella processer kan biologiska komponenter omvandlas till exempelvis ingredienser, kemikalier eller material, vilket kan bidra till mer cirkulära resursflöden

7 Nakajima, H., et al. (2017). *The recent developments in biobased polymers toward general and engineering applications: Polymers that are biobased and biodegradable*. *Polymers*, 9(10), 523.

8 Klemm, D., et al. (2005). *Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material*. *Angewandte Chemie International Edition*, 44(22), 3358–3393.

9 Upton, B., Kasko, A. (2016). *Strategies for the conversion of lignin to high-value polymeric materials: Review and perspective*. *Chemical Reviews*, 116(4), 2275–2306.

10 Philp, J., Winickoff, D. (2019). *Innovation ecosystems in the bioeconomy*, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 76, OECD Publishing, Paris.

och ökad användning av befintliga biologiska resurser.¹¹ Biosolutions fungerar därmed som en möjliggörande teknik för att utveckla nya industriella tillämpningar kopplade till lantbrukets värdekedjor, utan att omfatta själva primärproduktionen.

Ett ekosystem byggt på samverkan

Det svenska ekosystemet inom biosolutions bygger på ett nära samspel mellan industri, akademi, forskningsinstitut, innovationsprogram och offentliga aktörer. Utvecklingen inom området förutsätter samverkan mellan aktörer med olika kompetenser och roller. Vägen från teknisk utveckling till kommersiell tillämpning omfattar ofta flera steg, från forskning och testning till uppskalning och marknadsintroduktion. Ett väl fungerande innovationssystem är därför en viktig förutsättning för att nya biologiskt baserade lösningar ska kunna utvecklas och etableras industriellt.

I den svenska samverkansmodellen bidrar forskare med ny kunskap och nya tekniska lösningar. Forskningsinstitutet stödjer tillämpad utveckling och erbjuder möjligheter till demonstration, medan industrin ansvarar för kommersialisering, produktion och internationell marknadsnärvaro. OECD har lyft fram denna typ av samverkansstruktur som en konkurrensfördel inom bioekonomiska innovationssystem, där förmågan att samordna olika aktörer bidrar till att utveckla nya värdekedjor.¹²

Forskningsinstitut med inriktning mot industriell omställning kan ge tillgång till infrastruktur för utveckling och verifiering av ny teknik. Testbäddar,

pilotmiljöer och demonstrationsanläggningar kan göra det möjligt att pröva biologiska processer och material i större skala innan de introduceras kommersiellt. Inom biosolutions fyller de en funktion, eftersom steget från laboratorieresultat till industriell produktion ofta innebär omfattande tekniska och ekonomiska utmaningar.¹³

Den akademiska basen utgörs av flera svenska universitet med forskning inom bland annat biosolutions, materialutveckling, biologiska produktionssystem och cirkulära processer. Tillsammans med industrin och forskningsinstitutet bidrar dessa miljöer till ny kunskap, kompetens och utveckling av nya tekniska lösningar.

Näringslivet omfattar både etablerade industrisektorer och nya teknikföretag. Stora företag inom processindustri, skogsbaserade material, kemi, livsmedel och förpackningar bidrar med industriell erfarenhet, produktionskapacitet och möjligheter att skala upp nya lösningar. Mindre och mer forskningsintensiva företag utvecklar specialiserade tekniker inom bland annat biologiska produktionsplattformar, avancerade material och cirkulära processer. Samspelet mellan etablerad industri och nya teknikföretag är viktigt för att utveckla och ta nya lösningar från forskning till marknad.

Nationella innovationsprogram och samverkansplattformar binder samman olika aktörer. Genom att finansiera gemensamma forsknings- och innovationsprojekt skapar de nätverk, kunskapsutbyten och samarbeten mellan akademi, forskningsinstitut, industri och offentlig sektor. På så sätt kan de bidra till att föra forskning närmare industriell

11 European Commission. (2018). *A sustainable bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment*.

12 Philp, J., Winickoff, D. (2019), *Innovation ecosystems in the bioeconomy*, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 76, OECD Publishing, Paris.

13 Vinnova (2023). *Nioårsutvärdering av strategiska innovationsprogram: BioInnovation*. VR 2023:18.

tillämpning och till att bygga långsiktigt samarbete kring en biobaserad industri.¹⁴

Den offentliga sektorn bidrar framför allt genom finansiering och strategisk utveckling samt genom att skapa förutsättningar för innovation. Olika myndigheter har roller inom forskning, industriell omställning, energi, miljö och regional utveckling. Den offentliga finansieringen är särskilt viktig i tidiga utvecklingsfaser, då nya tekniker ofta innebär höga risker och kräver investeringar innan kommersiell lönsamhet kan uppnås.

Biosolutions styrs av flera regelverk

Biosolutions regleras genom ett system på flera nivåer där svensk lagstiftning samverkar med direkt tillämpliga EU-förordningar och internationella överenskommelser. Syftet är att säkerställa att biobaserade innovationer utvecklas och används på ett hållbart sätt, där hänsyn tas till människors hälsa, miljön och den biologiska mångfalden. Samtidigt ska innovation och en hållbar bioekonomi främjas. Se även faktaruta om regulatoriska sandlådor i nyckelfråga 4 längre fram i rapporten.

Eftersom området är tvärssektoriellt så regleras det inte av någon enskild svensk lag. I stället omfattas verksamheten inom biosolutions av flera lagar och

förordningar beroende på vilken typ av produkt, process eller organism som används. I Sverige utgör miljöbalken den centrala lagstiftningen för verksamheter som kan påverka miljön. Den innehåller bestämmelser om kemiska produkter och biotekniska organismer, miljöfarlig verksamhet, avfallshantering samt de allmänna hänsynsreglerna, där försiktighetsprincipen är en grundläggande utgångspunkt.¹⁵ Miljöbalken kompletteras av en förordning som bland annat reglerar hantering, tillsyn och kontroll av kemiska produkter och biotekniska organismer.¹⁶

Beroende på användningsområde kan även annan svensk lagstiftning bli aktuell. Biosolutions inom livsmedelsområdet regleras genom livsmedelslagen.¹⁷ Verksamheter där biologiska agens eller kemiska ämnen hanteras omfattas dessutom av arbetsmiljölagen, som ställer krav på en säker arbetsmiljö och på riskförebyggande åtgärder.¹⁸

Regelverket på EU-nivå har stor betydelse eftersom många bestämmelser gäller direkt i medlemsstaterna. De viktigaste är en förordning om registrering, utvärdering, godkännande och begränsning av kemikalier¹⁹ samt en förordning om klassificering, märkning och förpackning av ämnen och blandningar.²⁰ Beroende på tillämpning kan även EU:s regelverk för biocidprodukter, växtskyddsmedel, genetiskt modifierade organismer och livsmedel vara aktuella. Utöver den bindande lagstiftningen påverkas utvecklingen av biosolutions även av EU:s

14 Vinnova (2023). *Nioårsutvärdering av strategiska innovationsprogram: BioInnovation*. VR 2023:18.

15 Miljöbalk (1998:808). Svensk författningssamling.

16 Förordning (2008:245) om kemiska produkter och biotekniska organismer. Svensk författningssamling.

17 Livsmedelslag (2006:804). Svensk författningssamling.

18 Arbetsmiljölagen (1977:1160). Svensk författningssamling.

19 European Parliament & Council. (2006). *Regulation (EC) No 1907/2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)*. Official Journal of the European Union.

20 European Parliament & Council. (2008). *Regulation (EC) No 1272/2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures (CLP)*. Official Journal of the European Union.

bioekonomistrategi, som syftar till att stärka en hållbar och konkurrenskraftig bioekonomi.²¹

Även internationella regelverk påverkar området. Cartagenaprotokollet om biosäkerhet reglerar gränsöverskridande förflyttning av levande genetiskt modifierade organismer,²² medan Nagoya-protokollet reglerar tillgång till genetiska resurser och rättvis fördelning av vinster från användningen av dessa resurser.²³ Internationell handel med biobaserade produkter påverkas dessutom av Världshandelsorganisationens regelverk, särskilt ett avtal som reglerar hur länder får skydda människor, djur och växter utan att i onödan hindra handel.²⁴

Internationell utblick

Länderna som lyfts fram i den internationella utblicken är exempel på olika sätt att arbeta med biosolutions och på relevanta internationella satsningar inom området. Urvalet är inte heltäckande.

EU ställer om till cirkulärt

EU satsar på att ställa om till en mer cirkulär och biobaserad ekonomi. Med detta avses en ekonomi där material och produkter i högre grad tillverkas av förnybara biologiska råvaror i stället för fossila och där resurser återanvänds i kretslopp snarare än att kasseras. Ett centralt initiativ är *Circular Bio-based Europe Joint Undertaking*, ett partnerskap

mellan EU och näringslivet med en total budget på 2 miljarder euro.²⁵ Partnerskapet finansierar forsknings- och innovationsprojekt som ska hjälpa europeiska företag att utveckla och sprida nya biobaserade lösningar, samtidigt som miljöpåverkan från industrin minskar. Näringslivssidan i partnerskapet representeras av *EU Biobased Industries Consortium*, en sammanslutning av företag som arbetar för att stärka konkurrenskraften hos europeiska biobaserade industrier.

Målet för samarbetet är att minska EU:s beroende av fossila råvaror och samtidigt bygga upp en mer hållbar och cirkulär ekonomi, i linje med EU:s långsiktiga klimatmål om nettonollutsläpp senast år 2050. Ett tiotal företag med huvudkvarter i Sverige är medlemmar i organisationen. Några av dem är stora, såsom TetraPak, Nouryon och Södra Skogsägarna. De flesta är dock små startup-företag som till största delen är verksamma inom skog och pappersindustrin, men även inom livsmedel, material och energiområdena. Det finns även associerade medlemmar som har ett intresse av verksamheten men som inte i sig själva tillhör den biobaserade industrin. Till exempel är Chalmers, KTH och Lunds universitet associerade, liksom RISE och Skogfors.

Nederländerna sätter upp mål för cirkulär ekonomi

Den nederländska regeringen har beslutat om en långsiktig strategi för att ställa om till en cirkulär

21 Europeiska kommissionen. (2025). *Bioeconomy Strategy*. Regeringskansliet. (2026). *Meddelande om ett strategiskt ramverk för en konkurrenskraftig och hållbar bioekonomi i EU* (Faktapromemoria 2025/26: FPM51).

22 United Nations (2000). *Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity*.

23 United Nations (2010). *Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from their Utilization to the Convention on Biological Diversity*.

24 World Trade Organization. (1995). *Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures (SPS Agreement)*.

25 European Union. *Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU)*.

ekonomi, med målet att ekonomin ska vara helt cirkulär senast 2050.^{26 27} Biosolutions är en del av denna omställning. Genom biologiska processer och förnybara råvaror kan nya material, kemikalier och bränslen utvecklas som alternativ till fossilbaserade produkter.²⁸

Nederländerna har också en stark forsknings- och innovationsmiljö inom området, bland annat bedriver universitet i Wageningen forskning inom biobaserade material, bioprocesser, förädling av biomassa och cirkulära produktionssystem.

Danmarks framgång är nära kopplad till landets innovationssystem

Danmark har etablerat sig som ett internationellt ledande land inom biosolutions, framför allt genom sin starka position inom enzymteknik och fermentering. Denna utveckling har byggts upp genom en långvarig samverkan mellan forskning, offentliga satsningar och en konkurrenskraftig industri där företag utvecklat biologiska lösningar för globala marknader. Danska företag har byggt upp global kompetens inom användning av enzymer och mikroorganismer för att effektivisera industriella processer och ersätta fossilbaserade lösningar.²⁹

Danmarks framgång inom biosolutions är nära kopplad till landets innovationssystem, där forskning, industri och offentliga aktörer samverkar för att utveckla och skala upp nya biologiska teknologier. Den danska modellen bygger på en stark

specialisering inom kunskapsintensiva områden, där forskning snabbt kan omsättas i industriella tillämpningar. Detta har skapat en konkurrenskraftig sektor inom bland annat industriella enzymer, mikrobiella processer, livsmedelsteknik och hållbara produktionslösningar. Kombinationen av forskningskompetens, industriell erfarenhet och kommersiell förmåga har gjort det möjligt för Danmark att utveckla global export inom området.³⁰ Danmark har en stor privat finansieringskälla genom Novo Nordisk Fonden, som finansierar forskning, innovation och företag inom bland annat bioteknik. Fonden kompletterar offentliga medel genom att finansiera utveckling från forskning och tidiga företagsidéer till nya företag och kommersiell verksamhet.

Ur ett nordiskt perspektiv är Danmark ett tydligt exempel på hur mindre länder kan skapa internationell konkurrenskraft inom biosolutions genom strategisk specialisering. De nordiska länderna delar flera styrkor, såsom starka offentliga forskningssystem, hög innovationsförmåga och en nära samverkan mellan akademi och näringsliv. Danmark har dock utmärkt sig genom att tidigt etablera kommersiella tillämpningar av biosolutions och bygga globala värdekedjor kring biologiska lösningar.

USA har en stark position och satsar på att skapa företag

USA har en ledande position inom avancerad bioteknik, syntetisk biologi och biobaserad

26 Government of the Netherlands (2023). *National Circular Economy Programme 2023–2030*.

27 The Platform for Accelerating the Circular Economy (2020). *The circularity gap report. Closing the Circularity Gap in the Netherlands*.

28 OECD (2021). *Policies for a Carbon-Neutral Industry in the Netherlands*, OECD Publishing, Paris.

29 Carus, M., Dammer, L. (2018). *The circular bioeconomy—Concepts, opportunities and limitations*. *Industrial Biotechnology*. 18(2).

30 Næss-Schmidt, H.S. et al (2022). *The potentials of bio solutions. Climate and sustainability potentials, barriers to growth, and Danish strongholds*. Copenhagen Economics.

produktion. Landets styrka bygger på samspelet mellan världsledande forskningsmiljöer, omfattande investeringar i forskning och utveckling samt en stark kommersiell sektor som gör det möjligt att snabbt utveckla och skala upp nya teknologier. Den amerikanska bioekonomin har under lång tid utvecklats genom strategiska satsningar på biovetenskap och kommersialisering av forskningsbaserade innovationer. Den amerikanska bioekonomistategin betonar särskilt betydelsen av att stärka forskning, innovation och industriell användning av biologiska teknologier inom exempelvis livsmedel, energi och miljö.³¹

Det amerikanska regelverket är mer produktbaserat och mindre komplext än det europeiska, vilket kan ge kortare processer och lägre trösklar för att ta nya biotekniska produkter till marknaden.³² Den koppling mellan akademisk forskning, riskkapital och entreprenörskap som finns i USA har skapat ett innovationssystem där nya teknologier inom exempelvis syntetisk biologi snabbt kan utvecklas från forskning till kommersiella produkter. USA:s position bygger därför inte enbart på teknisk spetskompetens utan också på förmågan att skapa företag och industriella tillämpningar kring nya biologiska lösningar.³³

Kina har stor produktionskapacitet och kan skala upp snabbt

Kinas position inom biosolutions bygger på landets stora industriella kapacitet, omfattande tillverkningssektor och växande investeringar i bioteknik. Utvecklingen inom bioekonomi är nära kopplad till nationella strategier för teknisk självförsörjning, industriell uppskalning och utveckling av nya tillämpningar inom jordbruk, hälsa och material. Kinas nationella plan för bioekonomi lyfter fram biologisk innovation som ett strategiskt område för framtida ekonomisk utveckling och konkurrenskraft.³⁴

En kinesisk styrka inom biosolutions är kombinationen av forskningsinvesteringar, stor produktionskapacitet och möjligheten att snabbt skala upp nya teknologier. Att den kinesiska staten till stor del styr utvecklingen inom sektorn leder till att utvecklingen i hög grad drivs genom nationella prioriteringar och långsiktiga investeringsprogram.³⁵

Europa och Kina har olika sätt att organisera produktion och innovation. Till exempel har Kina en långsiktig industripolitik med statliga satsningar på strategiska områden.³⁶ I femårsplanen för 2026–2030 lyfts bland annat nya material och biotillverkning fram.³⁷

31 The White House Office of Science and Technology Policy. (2012). *National Bioeconomy Blueprint*. Executive Office of the President of the United States.

32 Barraza-Botet, C. et al. (2026). *A comparison of the innovation and regulatory environments for biotechnology and biosolutions across the European Union and the United States*, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2026/02, OECD Publishing, Paris.

33 National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2020). *Safeguarding the Bioeconomy*. Washington, DC: The National Academies Press.

34 Zhang X., et al (2022). *The roadmap of bioeconomy in China*. Eng Biol. 2022 Nov 30;6(4):71–81.

35 Philp, J., D. Winickoff (2019), *Innovation ecosystems in the bioeconomy*, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 76, OECD Publishing, Paris.

36 IVA (2026). *Avancerad produktion En teknikrapport inom Svenska framtider om komplex diskret produktion*. Se särskilt avsnittet Europa och Kina har olika förhållningssätt, där det finns flera referenser.

37 The State Council of the People's Republic of China. (2026). *The 15th Five-Year Plan for national economic and social development of the People's Republic of China, 2026–2030*.

TABELL 2: Överblick av global konkurrens inom biosolutions, sett till tre större regioner.* Notera att tabellen inte visar uppgifter specifikt för biosolutions, vilket beror på tillgången till uppgifter och underlag som är möjliga att sammanställa på ett överskådligt sätt. Bioteknik är ett bredare begrepp som också omfattar andra områden. Vissa av uppgifterna i tabellen avser bioteknik i stort och kan därför inte direkt tolkas som en bild av läget för biosolutions. Det saknas tillförlitlig statistik över hur stor marknaden för biosolutions är i Europa, USA och Asien. Tabellen jämför därför regionerna utifrån tre mått: patent, företagens kommersiella styrka och produktionskapacitet. Patent ger den bästa bilden av utvecklingen över tid, men de uppgifter som redovisas i tabellen beskriver inte enbart biosolutions (mätningen innefattar även medicinsk bioteknik).

REGION	UTVECKLING HITTILLS	STYRKA I DAG	BEDÖMNING FRAMÅT
USA	Har länge varit ledande inom kommersialisering, riskkapital och biotekniska patent. Försprånget har ökat sedan början av 2000-talet.	Hade cirka 40 % av världens bioteknikpatent år 2020 och har omkring 60 % av det globala marknadsvärdet inom bioteknik.	Väntas vara fortsatt starkt inom syntetisk biologi, nya företag och produkter med högt värde. Begränsad kapacitet för livsmedelsproduktion och höga kostnader för nya anläggningar kan bromsa utvecklingen.
Europa/ EU	Har lång erfarenhet av enzymer, ingredienser inom livsmedelsområdet, kemi och processteknik. Biotekniksektorn har vuxit snabbt, men uppskalningen har varit svagare.	Hade cirka 18 % av världens bioteknikpatent 2020. Tyskland och Danmark är särskilt starka inom biosolutions.	Har goda möjligheter inom enzymer, specialkemikalier och hållbara processer. Utvecklingen kan gå långsammare om finansiering, tillstånd och godkännanden inte förbättras.
Asien	Har gått från kostnads-effektiv produktion av aminosyror, vitaminer och andra produkter till ökad forskning och mer avancerad produktion. Kina har närmat sig väst.	Kina stod för cirka 10 % av världens bioteknikpatent 2020. Kina och Japan är relativt starka inom biosolutions. Det finns uppskattningar om att en stor andel av den globala produktionskapaciteten ligger i Kina, men underlaget är osäkert. I Kina är den lagstadgade handläggningstiden 20 arbetsdagar för nya livsmedels ingredienser. ¹ I Singapore är handläggstiden för ansökningar om helt nya livsmedel (eng. novel food) 9–12 månader. ² ¹ National Health Commission of the People's Republic of China. <i>Application guide</i> . ² Singapore Food Agency. <i>Guidelines on Applying for Pre-Market Approval for a Novel Food</i> .	Asien väntas få den snabbaste ökningen av kapacitet inom produktion. Kina är särskilt starkt inom storskalig fermentering. Japan, Sydkorea och Singapore är starka inom utrustning, avancerade processer och forskning.

* McKinsey & Company (2025). *Ingredients for the future: Bringing the biotech revolution to food*. Artikel publicerad 13 mars 2025.

Carnegie Endowment for International Peace, "A Competitive Analysis of the Biomanufacturing Strategic Landscape and Technology Stack", 23 juli 2026. <https://carnegieendowment.org/research/2026/07/a-competitive-analysis-of-the-biomanufacturing-strategic-landscape-and-technology-stack>

Europeiska kommissionen (2024). *Building the Future with Nature: Boosting Biotechnology and Biomanufacturing in the EU*. COM(2024) 137, 20 mars 2024.

Europeiska kommissionens Joint Research Centre (2024). *The global landscape of biotech innovation: state of play*. News announcement. Publicerat 20 mars 2024.

Fluegel, L. (2026). *A Competitive Analysis of the Biomanufacturing Strategic landscape and Technology Stack*. Carnegie Endowment for International Peace. July 2026.

Tyskland utgår från en stark processindustri

Tyskland har sin bas i en väl etablerad processindustri. Landet är en av Europas starkaste aktörer inom biosolutions, med särskilda styrkor inom avancerad tillverkning, kemiindustri och integrerade industriella processer. Tyskland kombinerar en etablerad industriell bas med förmågan att utveckla biobaserade alternativ till fossilbaserade kemikalier och material.

Den tyska nationella bioekonomistrategin betonar vikten av att använda forskning och innovation för att utveckla en konkurrenskraftig och hållbar industri baserad på förnybara resurser och biologiska processer.³⁸ En viktig styrka är samspelet mellan industriell kompetens, teknisk utveckling och etablerade värdekedjor inom kemi- och tillverkningsindustrin. Genom att integrera biologiska processer, exempelvis användning av biomassa, enzymer och biobaserade råvaror, i befintliga industriella system skapas nya möjligheter att utveckla mer hållbara produktionsmetoder. Den industriella bioekonomin fungerar därför som ett verktyg för att stärka både hållbarhet och långsiktig konkurrenskraft inom tysk industri.³⁹

Överblick av global konkurrens mellan tre stora regioner

Tabell 2 ger en överblick av skillnader mellan tre stora regioner. Som komplement till tabellen är arbetsgruppens erfarenhet att synen på nya livsmedel och ny teknik varierar mellan länder och regioner. Inom EU finns exempelvis skillnader mellan norra och södra Europa, och på samma sätt finns det skillnader mellan olika delar av USA. I Kina

kan nationella beslut och prioriteringar få större genomslag i hela landet. Sådana skillnader påverkar hur nya lösningar tas emot och hur snabbt de kan introduceras på olika marknader.

En tolkning är att det finns stora möjligheter att använda fermentering på nya sätt, men att utvecklingen kommer att gå olika snabbt på olika håll i världen. Det är inte troligt att fermentering snabbt kommer att ersätta dagens sätt att tillverka mat och kemikalier, i stället kommer användningen troligen att öka steg för steg. Först inom enzymer och särskilt värdefulla ingredienser, sedan inom kemikalier och material och längre fram även för att tillverka större mängder proteiner och kemikalier.

Det handlar därför inte bara om vilken region som har den bästa forskningen. Minst lika viktigt är vem som kan få fram pengar, få de tillstånd som behövs och som har förmågan att bygga stora fabriker som kan producera tillräckligt billigt. USA har i dag ett försprång inom forskning, nya företag och investeringar. Europa har stark forskning och industri, men har svårare att gå från forskning till stor produktion. Asien, framför allt Kina, bygger snabbt upp sin förmåga att producera produkter inom biosolutions i stor skala.

38 Bundesministerium für Bildung und Forschung (2020). *National Bioeconomy Strategy*.

39 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2023). *Positionspapier der Dialogplattform Industrielle Bioökonomie*.

Utveckling inom biosolutions



Biosolutions bidrar till en bättre värld

Minskade utsläpp av växthusgaser när biosolutions ersätter fossila råvaror

Biobaserade lösningar har potential att bidra till minskade utsläpp av växthusgaser inom flera stora industrier. Biosolutions kommer inte att kunna eliminera alla utsläpp, men de gör det möjligt att minska utsläppen genom att ersätta fossila råvaror med förnybara biologiska alternativ.⁴⁰

En stor del av dagens industri är beroende av fossila råvaror som olja och naturgas, inte bara som bränsle utan också som råvara i tillverkningen av exempelvis plast, kemikalier, färger, textilier och andra material. Biosolutions kan i vissa fall ersätta dessa med biologiska råvaror från exempelvis skog och jordbruk. Genom fermentering, enzymteknik och andra biotekniska processer kan dessa råvaror omvandlas till molekyler och material som industrin behöver. Socker, stärkelse och cellulosa kan exempelvis användas för att tillverka plaster och kemikalier som annars skulle ha baserats på olja. Biologiska sidoströmmar kan också användas som råvara i nya produkter, vilket minskar behovet av primära råvaror och kan bidra till mer cirkulära materialflöden.

Det finns även biobaserade lösningar som kan ersätta plast helt. Ett exempel är bioharts, ett bindemedel som håller samman naturliga material till starka fibrer. Sådant material har redan testats i tillverkning av vindkraftsblad, bilar, kläder och matförpackningar.⁴¹

Biosolutions och markanvändning

Mark är en begränsad resurs som ska räcka till bland annat matproduktion, skogsbruk, natur och andra ekosystemtjänster. När fossila råvaror ersätts med biobaserade råvaror behöver därför också markanvändningen vägas in. Om biomassa odlas särskilt för att tillverka kemikalier och material kan konkurrensen om mark öka. Om man i stället tar vara på sidoströmmar från jord- och skogsbruk och andra råvaror som redan finns, kan mer produkter tillverkas utan att mer mark behöver tas i anspråk.

Protein som produceras med hjälp av biosolutions kan bidra till världens matförsörjning eftersom de inte tar så mycket mark i anspråk, något som blir allt viktigare i takt med att befolkningen växer och jordbruksmarken påverkas av klimatförändringar.⁴²

En bedömning är att den globala marknaden för protein väntas växa fram till 2050. Traditionellt protein, till exempel kött, fisk, mjölk och ägg, förväntas stå för nästan hela marknaden under denna period. Marknaden för fermenterat och odlat protein, det vill säga protein framställt med hjälp av mikroorganismer eller cellodling, är i dag mycket liten men väntas växa något fram till 2050. En uppskattning är att ungefär 6–9 procent av den globala proteinmarknaden då utgörs av fermenterat och odlat protein.⁴³

40 Copenhagen Economics (2022). *The potentials of biosolutions*. Alliance for biosolutions, Danmark.

41 IRIS Group (2021): *Biosolutions i Danmark*.

42 Valin, H., et al. (2014). *The future of food demand: understanding differences in global economic models*. *Agricultural economics*, 45(1), 51–67.

43 Bedömningen bygger på uppgifter från Sweden Food Area.

LÄNGRE HÅLLBARHET GER MINDRE SVINN

Biosolutions hjälper bagerier att använda råvarorna mer effektivt och få ut mer produkt av varje sats. Det gör det möjligt att ta fram fler typer av bröd och bakverk med hög och jämn kvalitet. Biosolutions kan också bidra till bröd med högre proteinhalt, bättre smak och längre hållbarhet, vilket minskar matsvinnet.

För mejerier innebär biosolutions nya möjligheter att utveckla ett bredare sortiment av yoghurt och ost med jämn kvalitet och en god, välbalanserad smak och konsistens. Biosolutions kan även användas för att öka proteininnehållet, minska mängden socker och fett samt för att förlänga produkternas hållbarhet. Det ger produkter som håller längre och som dessutom behåller sin kvalitet över tid.

Exemplet är hämtat ur Novonesis årsrapport 2025

Mindre svinn och avfall med biosolutions

I EU slängs i genomsnitt 130 kilo mat per person och år.⁴⁴ Matsvinn leder till att det produceras mer mat än nödvändigt, vilket står för uppskattningsvis sex procent av världens utsläpp av växthusgaser.⁴⁵ Det mesta av svinnet uppstår i hushåll, vid livsmedelsproduktion och i butiker. Detta driver upp både produktion och utsläpp inom den europeiska livsmedelssektorn.

Nyttiga bakteriekulturer som används vid tillverkning av mat kan förlänga hållbarheten hos många livsmedel, allt från mejeriprodukter och kött till skaldjur och färdigmat, genom att bromsa tillväxten av mikroorganismer som gör att maten förstörs eller blir skadlig. På liknande sätt kan svinnet minskas genom att använda fermentering vid tillverkning av djurfoder, till exempel ensilage.

År 2022 beräknades den globala produktionen av plastavfall årligen uppgå till 400 miljoner ton per år.⁴⁶ Bioplast som tillverkas av stärkelse kan vara biologiskt nedbrytbar och kan bidra till att minska mängden plast som blir kvar i naturen och haven under lång tid.⁴⁷ Vissa enzymer kan dessutom snabbt bryta ner vissa typer av plast. Om sådana enzymer används i stor skala skulle plastavfallet kunna minskas betydligt. Biosolutions kan också användas för att omvandla plastavfallet till ny råvara för industrin.

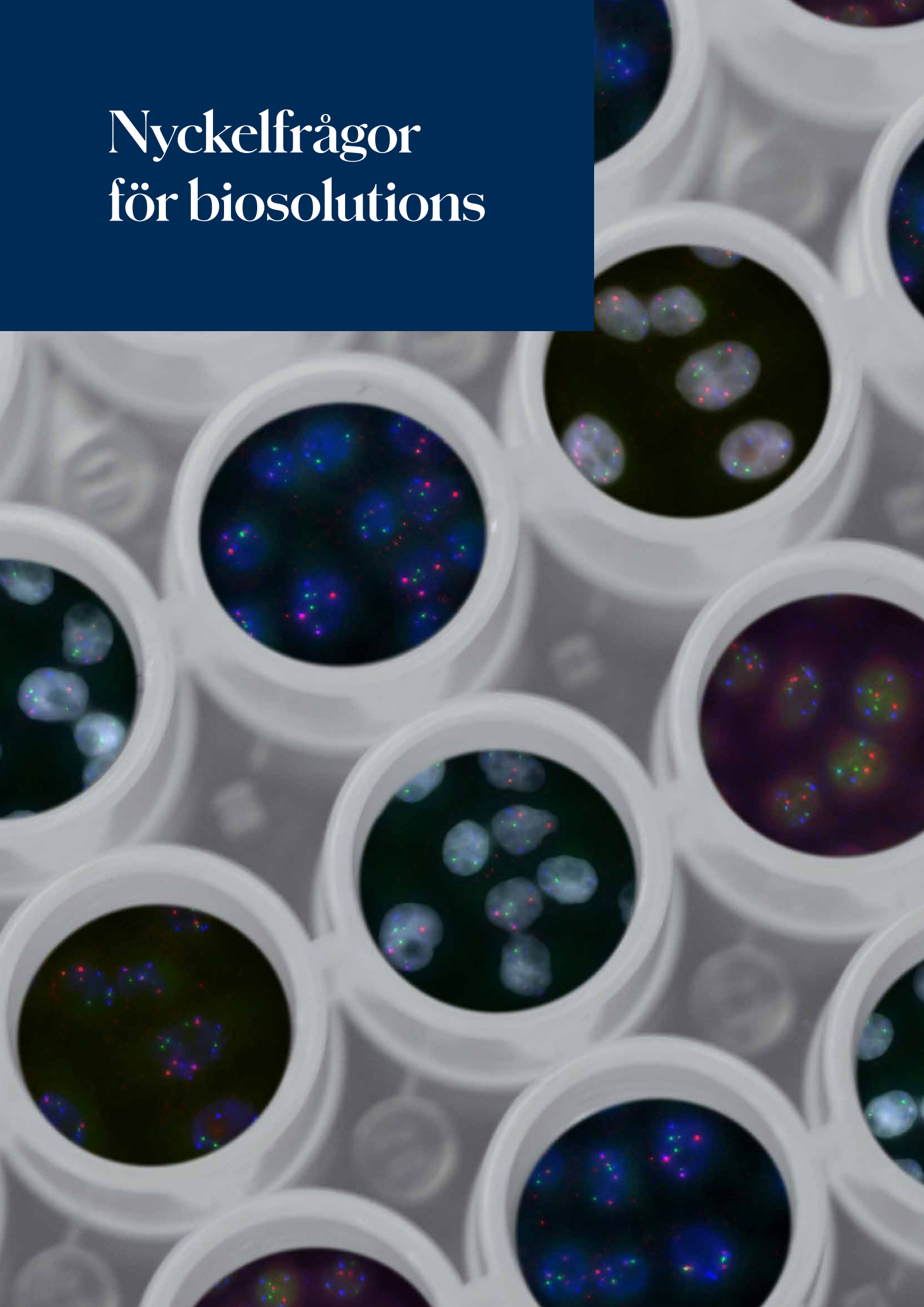
44 Eurostat. *Food waste and food waste prevention – estimates*. Information hämtad 18 augusti.

45 Hannah Ritchie (2020). *Food waste is responsible for 6% of global greenhouse gas emissions*. Published online at OurWorldinData.org. Information hämtad 18 augusti.

46 Cook, E. et al (2026). *What a Waste 3.0. Global Snapshot of Solid Waste Management toward Circularity until 2050*. World Bank Group.

47 van den Oever, M. et al (2016). *Bio-based and biodegradable plastics – Facts and Figures. Focus on food packaging in the Netherlands*. Wageningen Food & Biobased Research number 1722.

Nyckelfrågor för biosolutions



Nyckelfråga 1: Efterfrågestyrd produktion och värdeskapande råvaruförädling

Frågan handlar om hela värdekedjans ansvar, från råvara till färdig produkt. Dessutom handlar den om hur efterfrågan på biobaserade produkter kan utvecklas och säkras. I dag är det osäkert var i kedjan ansvaret för produkterna egentligen ligger, hos den som odlar råvaran, ansvarar för tillverkningsprocessen eller hos den som säljer slutprodukten. Förutsättningarna skiljer sig kraftigt mellan olika branscher, till exempel inom livsmedel och kemi. Detta kan orsaka målkonflikter som gäller hur råvaror nyttjas och vilka produkter som prioriteras.

Problem

Efterfrågan på produkter och material som helt eller delvis bygger på biologiska råvaror är fortfarande osäker. Det gäller inte bara livsmedel, utan också exempelvis plast, förpackningar, kemikalier och andra industriprodukter. För flera av dessa produkter är kostnaden i dag högre än för fossilbaserade alternativ, vilket gör det svårt att få kunder att byta till mer hållbart producerade produkter. Därför behöver det vara tydligt vilket värde biosolutions skapar. Det kan handla om bättre funktion, högre kvalitet, hälsofördelar eller större motståndskraft mot störningar i leveranskedjor. Hållbarhet kan vara en viktig del av värdet, men är sällan tillräckligt för att kunder ska välja ett dyrare alternativ.

Efterfrågan behöver också ses i ett bredare perspektiv. Marknaden kan driva utvecklingen, men politiska styrmedel och offentlig upphandling kan behövas för att skapa efterfrågan på lösningar som ännu inte kan konkurrera med etablerade fossilbaserade alternativ.

Marginalerna är låga inom material, livsmedel och enklare kemiska produkter som tillverkas i stora

volym, vilket gör det svårt att räkna hem investeringar. Värdekedjorna är dessutom fragmenterade, vilket innebär att aktörer inom olika branscher sällan samarbetar.

Vissa mindre marknader, som kosmetika, sport-nutrition eller mat som serveras inom vården till patienter som behöver speciell kost, kan betala mer för produkterna. Sådana marknader kan dock vara svåra för tillverkningsföretagen att hitta och nå ut till. Det finns också en risk att branschen fokuserar för mycket på själva tekniken i stället för på vilket problem produkten faktiskt löser för kunden. Ytterligare en risk är att inte beakta skalning, alltså att kostnaden per enhet kan bli mycket lägre om produktionen sker i stor skala.

Flera av dagens processer är inte tillräckligt effektiva. I många fall omvandlas endast omkring en tredjedel av biomassan till den önskade produkten, medan resterande material blir sidoströmmar eller biprodukter. Med biomassa avses här biologiskt material som kan användas som råvara i industriella processer, exempelvis material från jordbruk, livsmedelsproduktion och skogsindustri. En betydande andel av de sidoströmmar som uppstår kan i dag tas till vara av andra företag eller verksamheter, men regelverk och tekniska begränsningar gör att en del av den tillgängliga biomassan inte utnyttjas fullt ut.

Det finns också målkonflikter mellan olika användningsområden och branscher. Det behövs bättre principer för att avgöra vilken råvara som gör störst nytta i olika processer. En råvara kan exempelvis användas till såväl livsmedel som bränsle eller nya material och valet av användningsområde påverkar både resurseffektivitet och värdeskapande. Fördelningen styrs också av marknaden, där den aktör som är beredd att betala mest får tillgång till

råvaran. Om betalningsviljan är högre för biobränsle än för livsmedel eller material är det troligt att råvaran därför styrs dit. Marknadspriset behöver därmed inte spegla vilken användning som ger störst nytta för samhället.

Möjligheter

Sverige har goda förutsättningar att bli en testmarknad tack vare god tillgång till bioråvara av hög kvalitet, kompetens och teknikleverantörer. En viktig fråga är hur aktörerna i värdekedjan (från råvaruproducenter och processindustri till produktföretag, varumärkesägare och handel) kan samverka för att skapa en tillräckligt stor och förutsägbar efterfrågan. Det kan exempelvis ske genom gemensamma utvecklingsprojekt, fleråriga inköpsavtal eller gemensamma beställningar. På så sätt kan aktörerna dela på den initiala risken och skapa den volym som krävs för att nya produkter och produktionslösningar ska kunna utvecklas och skalas upp. För råvaruproducenten skapas en säkrare avsättning, för processindustrin en tydligare grund för investeringar och för produkt- och handelsföretag en möjlighet att utveckla och testa nya produkter mot en faktisk marknad. Sverige har redan en etablerad processindustri som kan utveckla och producera bioreaktorer och annan utrustning som behövs för att utveckla och skala upp verksamhet inom biosolutions.

Handeln kan spela en särskild roll i att skapa efterfrågan genom att göra nya biobaserade produkter synliga och begripliga för konsumenten. Till exempel kan dagligvaruhandeln använda särskilda sortiment, exponering och marknadsföring för att lyfta fram nya och mer hållbara produkter. På så sätt kan handeln bidra till att bygga efterfrågan, snarare än att enbart svara på en redan etablerad efterfrågan.⁴⁸

Det finns också en möjlighet att skapa tydlighet kring det som i dag kallas avfall eller sidoströmmar och se detta som en resurs med ekonomiskt värde. Det finns ett stort intresse för att få tillgång till sådana material, ibland utifrån en föreställning om att de borde finnas till skänks. I praktiken har dock även restmaterial ett värde och en kostnad, bland annat för att samla in, sortera och bearbeta det. Frågan är därför hur materialen kan användas på ett sätt som är både resurseffektivt och kommersiellt gångbart. Alla sidoströmmar lämpar sig inte för nya produkter. I vissa fall är de så komplexa att energiåtgången och kostnaden för att bearbeta dem blir högre än värdet av den produkt som kan framställas. Då kan exempelvis energiutvinning vara ett mer rimligt alternativ. Att skapa värde av alla råvaruströmmar är en förutsättning för att bygga lönsamma biobaserade värdekedjor.

Biosolutions kan bidra till ett bättre resursutnyttjande genom att flera värdefulla komponenter kan utvinnas ur samma råvara och användas till olika produkter. En råvara kan exempelvis först användas för att framställa en produkt med högt värde och därefter utnyttjas vidare i andra produkter eller processer. På så sätt kan samma råvaruflöde ge upphov till flera användningsområden, vilket kan minska avfallet, sänka kostnaderna och minska behovet av nya råvaror. Ett sådant resurseffektivt utnyttjande kan ske genom både processoptimering och kaskadutnyttjande. Processoptimering handlar om att få ut mer av den önskade produkten från en given mängd råvara. Kaskadutnyttjande innebär att olika delar av råvaran används i flera steg och till olika produkter, där varje del används där den gör störst nytta.

Den teoretiska potentialen i olika råvaror och sidoströmmar är dock större än den potential som faktiskt kan utnyttjas. Det beror bland annat på

48 Deconinck, K. et al. (2025), *How do consumers interact with environmental sustainability claims on food? Evidence from 40 countries*, OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 218, OECD Publishing, Paris.

råvarans kvalitet och tillgång, kostnaden för att samla in och bearbeta den samt möjligheten att utveckla effektiva processer. För att bygga konkurrenskraftiga biobaserade värdekedjor behöver därför både den tekniska potentialen och de kommersiella förutsättningarna vägas in.

Genom att koppla samman råvaruproduktion, förädling och produktutveckling kan vi bättre identifiera var den verkliga efterfrågan finns. Ett sådant värdekedjeperspektiv kan också bidra till att frågor om kund, marknad och betalningsvilja ställs redan tidigt i utvecklingsprocessen. På så sätt kan efterfrågan och gemensamma åtagan-

den i värdekedjan skapa ett tydligare underlag för investeringar i produktionskapacitet (se nyckelfråga 2, nedan).

Ytterligare en möjlighet är att stärka det cirkulära förhållningssättet. Cirkularitet handlar om att använda resurser mer effektivt och hålla material och produkter i användning längre. Inom biosolutions kan det till exempel handla om att förädla sidoströmmar, återanvända processvatten, återvinna kemikalier och näringsämnen eller utforma produkter och processer så att material kan användas i flera led. På så sätt kan resursanvändningen minska samtidigt som nya värden skapas.

Nyckelfråga 2: Uppskalningsanläggning för kommersiell produktion

Frågan gäller behovet av en större anläggning där olika bioteknikbaserade metoder kan testas och skalas upp till kommersiell produktion. Sverige har i dag laboratorier, mindre pilotanläggningar och annan bioteknisk infrastruktur, men saknar i stor utsträckning öppen kapacitet för att skala upp biosolutions från pilot till relevant industriell skala.

Problem

Behoven skiljer sig kraftigt mellan olika typer av produkter och råvaror. Det är oklart vilka råvaror och användningsområden som har störst potential i Sverige, exempelvis skogsråvara för bränslen, kemikalier och material, jordbrukets sidoströmmar för livsmedel och foder eller marina sidoströmmar.

Investeringar i både anläggningar och drift är kostsamma och få aktörer har möjlighet att bygga

sådan kapacitet själva. Detta gör det nästan omöjligt för mindre företag att ta en idé hela vägen till industriell skala. De demoanläggningar som redan finns internationellt är ofta begränsade och ägs ibland av privata företag, vilket gör dem svåra för andra att få tillgång till.

Sverige saknar också en samlad överblick och samordning av befintliga resurser, vilket gör det svårt för mindre bolag att veta vart de ska vända sig.

Möjligheter

Sett i ett stort och ämnesövergripande perspektiv behöver Sverige hitta det ekonomiska utrymmet att bygga, driva och underhålla den infrastruktur som framtidens ingenjörer behöver för att kunna utbildas, forska och utveckla nya lösningar.

Nyckelfrågor för biosolutions

Specifikt inom biosolutions bedöms tekniken i sig redan vara tillräckligt mogen för en storskalig anläggning. För att anläggningen ska vara flexibel och kunna hantera flera olika tekniker behövs flera reaktorer, vilket innebär att de enskilda reaktorvolymerna blir mindre. En sådan anläggning bör kunna hantera flera olika steg i produktionen, som avvattnings, extraktion och rening, i flera parallella produktionslinjer. En framtida anläggning bör vara så flexibel som möjligt för att passa olika branschens behov, från livsmedel till material.

En gemensam anläggning skulle kunna göra det möjligt för flera företag att dela på investerings- och driftskostnader och därmed sänka tröskeln för mindre företag att ta nya produkter till industriell skala. En möjlighet är att använda en offentlig-privat finansieringsmodell där offentliga aktörer bidrar till den grundläggande infrastrukturen medan företag inom

privat sektor betalar för tillgång och produktion vid anläggningen. Med en tillräckligt stor anläggning skulle många olika företag kunna skala upp sin produktion och ta fram nya produkter till lägre kostnad. En förutsättning är dock att det finns en tillräckligt stor efterfrågan från företag och andra användare. Det är viktigt att förstå gemensamma behov och åtaganden (se nyckelfråga 1) för att kunna bedöma underlaget för att investera i en anläggning och säkerställa att den har en adekvat beläggning. En anläggning för uppskalning, demonstration och tidig produktion kan också bidra till ökad resiliens genom att stärka den nationella produktionskapaciteten och minska sårbarheten i värdekedjorna.

Ett nordiskt samarbete är troligen nödvändigt för att få tillräcklig skala och finansiering. Som förebild nämns tidigare svenska nationella samverkansplattformar inom andra forskningsområden.

Nyckelfråga 3: Kunskap och kompetens inom biosolutions

Kunskapen om biosolutions är i dag låg. Det gäller politiker och beslutsfattare, unga som väljer utbildning och allmänheten i stort. Frågan handlar om hur tekniken bäst kan förklaras på ett sätt som olika målgrupper verkligen förstår och engagerar sig i. Det handlar också om att skapa den kompetens som krävs för att utveckla, skala upp och använda tekniken i industrin.

Problem

Det saknas tydliga avsändare och konkreta exempel, till exempel produkter, som visar vad biosolutions faktiskt kan användas till. Begreppet blandas

ofta ihop med annat och det finns spridd desinformation och rena missförstånd. Dåliga historiska erfarenheter, till exempel den tidigare debatten om genmodifierade grödor, har skapat en rädsla som lever kvar.

Samhällsnyttan är oklar för de flesta, inte minst vilka konsekvenser det får om vi inte lyckas ställa om till nya produktionssätt och fossila bränslen, kemikalier och material fortsätter att dominera. Intresset är också lågt bland investerare, delvis på grund av samma bristande kunskap.

Sverige saknar en tydlig nationell ambitionsnivå för biosolutions. Det finns varken en samlad

politisk vision eller tillräckliga statliga investeringar i forskning och utveckling. Bristande kunskap och synlighet gör det svårare att få gehör för teknikens möjligheter och att attrahera investeringar. Branschen är dessutom inte tillräckligt bra på att lyfta fram sina framgångar.

Även kompetensförsörjningen är en utmaning. Forskningen behöver stärkas i hela kedjan, från grundforskning till tillämpning och kommersiell utveckling. Såväl offentliga som privata investeringar inom biosolutions är för få. Söktrycket till bioteknikutbildningar på högskolan är visserligen gott, men intresset är svagare på gymnasienivå och bland doktorander.

Möjligheter

Nytan blir mer påtaglig om det tydligt visas vilka problem biosolutions faktiskt kan lösa, till exempel hur tillämpningar som bygger på biologiska processer kan ersätta eller effektivisera dagens användning av fossila råvaror. Det är viktigt att visa nytan i form av applikationer som människor kan relatera till, exempelvis framställning av material, kemikalier och förpackningar som många använder i sin vardag.

Flera stora länder som Indien, Kina och USA satsar redan stort på biosolutions. Detta kan användas som argument för att Sverige behöver hänga med för att inte halka efter i forskning och innovation. En möjlighet vore att jämföra biosolutions med redan välkända tekniksatsningar, till exempel utvecklingen av solceller, artificiell intelligens eller elbilar, för att göra området mer begripligt.

Konkreta jämförelser mellan klimatavtrycket från biobaserad jämfört med traditionell produktion skulle kunna hjälpa till att visa nytan tydligare. Tydliga exempel på produkter och företag kan på samma sätt visa hur tekniken fungerar i praktiken och vilken nytta den kan skapa.

Kommunikationen behöver anpassas till olika mottagare, från konsumenter och studenter till beslutsfattare och politiker. Den behöver tydligt visa vilken nytta biosolutions kan ge för samhället, för individen och för Sverige som helhet. Föreläsningar och konkreta framgångsberättelser kan samtidigt bidra till att väcka intresse för utbildningar och yrken inom området.

Det behövs mer finansiering till forskning och innovation inom biosolutions, med riktade satsningar genom hela kedjan, från grundforskning till uppskalning, nyttiggörande och kompetensutveckling. Bättre samverkan mellan utbildning och näringsliv kan exempelvis skapas genom fler industridoktorander och fler utbildningar med praktiska inslag.

En kartläggning av vilken kompetens som industrin efterfrågar jämfört med vad utbildningssystemet erbjuder kan ge underlag för att utveckla utbildningarna. Praktisk erfarenhet är viktig, eftersom den ger elever och studenter en bättre förståelse för hur kunskapen används i industrin. Det finns redan exempel på gymnasieutbildningar som bedrivs i nära samarbete med industrin och som ger eleverna både möjlighet till direkt anställning och en väg vidare till högre studier.

Inom life science utvecklas biotekniken snabbt, stora framsteg görs inom exempelvis precisionsmedicin, diagnostik, läkemedelsutveckling och avancerade terapier. Det har lett till en stark utveckling inom forskning, teknik och kompetens inom bioteknikområdet. Mycket av detta kan också användas inom biosolutions, exempelvis inom fermentering, cellodling, enzymteknik och utveckling av biologiska produktionsprocesser. Tekniköverföring och ökad rörlighet för kompetens mellan områdena kan därför bidra till att påskynda utvecklingen av biosolutions. En närmare samverkan mellan life science, industri och biosolutions kan dessutom leda till nya tillämpningar och affärsmöjligheter och göra det lättare att ta tillvara den biotekniska kompetens som redan finns i Sverige.

Kommunikation, utbildning, forskning och näringsliv behöver därmed ses som delar av samma kedja. För att bygga biosolutionsområdet i Sverige

behövs både en bredare förståelse för teknikens möjligheter och den kompetens som krävs för att omsätta dem i produkter och företag.

Nyckelfråga 4:

Förenkla och effektivisera regelverken

Regulatoriska hinder handlar om de lagar, regler och godkännandeprocesser som styr vilka biobaserade produkter som får säljas och användas. Frågan gäller hur dessa regler kan förenklas och effektiviseras utan att sänka kraven på säkerhet.

Problem

EU:s regelverk upplevs som omfattande och komplicerade med beslutsprocesser som ofta är långsamma och ibland politiskt styrda snarare än rent kunskapsbaserade. I vissa fall saknas regler helt, till exempel finns det oklarheter när det gäller regelverk för enzymer. Regler och tillämpningar skiljer sig ibland mellan medlemsländerna, vilket gör det svårare för företag att etablera sig och sälja sina produkter på den europeiska marknaden.

Detta ligger i linje med den analys som görs av *European Bioeconomy Coalition* (EBC), en europeisk koalition av organisationer och företag som arbetar för att utveckla den biobaserade ekonomin. EBC menar att Europa har stark forskning och många företag inom biosolutions, men att regler och andra strukturer gör det svårt att få ut innovationerna på marknaden. Regelverken är ofta utformade för äldre produkter och passar därför inte alltid biologiska lösningar. Långa och oförutsägbara godkännandeprocesser, skillnader mellan EU-länder och brist på tydliga definitioner ökar kostnader och risker för företagen. Samtidigt är kopp-

lingen mellan reglering, finansiering och möjligheten att skala upp produktionen svag. EBC menar därför att Europa behöver enklare och mer förutsägbara regler, snabbare godkännanden och bättre möjligheter att gå från forskning och tester till storskalig produktion. Målet är att fler lösningar ska kunna utvecklas och produceras i Europa i stället för att företag och investeringar flyttar till andra marknader.

USA har här en fördel genom en stor, sammanhållen marknad med gemensamma regler. Den europeiska fragmenteringen gör det mer komplicerat för företag att växa och kan också göra det svårare att attrahera investeringar, eftersom företag och investerare behöver hantera olika regler och villkor i olika länder. Det kan försämra europeiska företags konkurrenskraft i förhållande till länder där regulatoriska processer är snabbare och mer enhetliga.

Möjligheter

Det behövs en kartläggning av hela godkännandeprocessen för biosolutions i Sverige, där det tydligt framgår vilken myndighet som ansvarar för vad. Dessutom borde det ställas krav på snabba svartider för tillståndsansökningar. Singapore ses som ett internationellt föredöme på detta område.

Sverige bör snabbt implementera kommande europeiska regelverk inom bioteknikområdet. En

TEST OCH UTVECKLING AV REGELVERK

Internationellt, i Sverige och inte minst inom EU talas det allt oftare om regulatoriska försök, som ibland kallas regulatoriska sandlådor (eng. regulatory sandboxes). Syftet är att studera till exempel nya arbetssätt inom förvaltningen, befintliga eller ändrade regelverk eller nya organisationsstrukturer, innan en ändring genomförs i full skala.

Det finns flera rapporter och kunskapsunderlag som visar varför en förutseende och innovativ förvaltning behövs och vilken nytta den kan göra.

Ett exempel är ett meddelande från EU-kommissionen 2022 om en ny europeisk innovationsagenda. Där lyfts det fram att innovation bör underlättas genom bättre villkor och regelverk. Innovation kan också stödjas genom att använda så kallade regulatoriska sandlådor, det vill säga avgränsade testmiljöer där nya lösningar kan prövas innan reglerna för dem är helt på plats. I september 2026 presenterade kommissionen ett förslag till en ny *Innovation Act*. Samtidigt publicerade kommissionen en rekommendation om gemensamma principer för regulatoriska sandlådor, där nya lösningar kan testas i en kontrollerad miljö. Förslagen ska nu behandlas vidare.

Ett annat exempel är en deklaration som OECD och dess medlemsländer tog fram 2019, om innovation inom offentlig förvaltning. Syftet med deklarationen är att ge innovation inom offentlig sektor ökad tyngd och legitimitet. Omkring fyrtio länder har skrivit under den, däribland Sverige.

möjlighet vore dessutom att formellt ansluta sig till Danmarks så kallade regulatoriska sandlådor (se faktaruta).

Genom att gå samman med andra länder, som Danmark, Finland, Nederländerna, Belgien, Tysk-

land och Österrike, kan Sverige få större tyngd i påverkansarbetet gentemot EU. Det efterfrågas också tydligare svenska representanter som aktivt driver dessa frågor inom relevanta EU-sammanhang.

Nyckelfråga 5:

Attrahera kapital och få bolagen att stanna i Europa

Frågan handlar om hur Sverige kan attrahera mer kapital och företag till biosolutions och om hur svenska och europeiska bolag inom området kan hindras från att flytta utomlands. Det handlar både om att skapa förutsättningar för nya svenska företag att växa och om att göra Sverige attraktivt för internationella företag som vill etablera verksam-

het, forskning eller produktion här. En viktig aspekt är att vi kan bli sårbara vid krig eller en annan allvarlig kris om vi saknar egen svensk eller europeisk produktion.

Kapital behövs inte bara för att starta nya företag, utan också för att investera i befintliga företag, ny

Nyckelfrågor för biosolutions

produktionskapacitet och nya tekniker. Det gäller både tillväxtkapital för startup-företag och investeringar som gör det möjligt för etablerade företag att utveckla nya produkter, processer och produktionslösningar.

Investeringar inom biosolutionsområdet kan därför vara relevanta för företag som inte själva utvecklar olika typer av bioteknik, men som levererar utrustning, material och tjänster till industrin. Det kan exempelvis vara företag som tillverkar rostfria komponenter och processutrustning för produktionsanläggningar. En växande industri inom biosolutions har därmed förutsättningar att skapa efterfrågan också inom andra delar av näringslivet.

Problem

Sverige står visserligen relativt starkt i ett europeiskt perspektiv när det gäller att attrahera kapital till områden som energi, material och artificiell intelligens. Livsmedelsområdet är dock särskilt utsatt eftersom lönsamheten ofta är låg samtidigt som risken är relativt hög, vilket riskerar att göra investeringar mindre attraktiva.

Det saknas storskaliga utvecklingsmiljöer där hela värdekedjan, från idé till färdig produkt, kan testas innan den blir kommersiell. Både Sverige och EU beskrivs som förhållandevis små och uppdelade marknader jämfört med USA och Kina, vilket gör det svårare att testa produktion i riktigt stor skala. Riskkapitalister i Sverige och EU har dessutom ofta begränsad kunskap om just biosolutions, vilket gör att området lätt glöms bort trots att Sverige faktiskt har starka företag inom utrustning för biosolutions. Långsamma regelprocesser, som beskrivits ovan, avskräcker också investerare.

Hela processen för att söka EU-finansiering, från utlysning till ansökan, behöver förbättras och förenklas. Myndigheter som Vinnova bör stötta både företag och lärosäten i att söka sådant stöd. En

tydligt utpekad myndighet bör ha ansvar för att strategiskt driva på satsningar inom biosolutions.

Möjligheter

Ett sätt att öka intresset är att aktivt söka upp investerare som redan förstår områdets utmaningar och möjligheter. Ett annat är att involvera stora, redan etablerade industriföretag som ofta har ett mer långsiktigt perspektiv på sina investeringar än rena riskkapitalbolag.

Det behövs även mötesplatser, både digitala och fysiska, där nya företag och investerare kan mötas.

Önskad framtida riktning för biosolutions



Målbild

År 2035 har Sverige stärkt sin internationella konkurrenskraft inom biosolutions genom att omsätta stark forskning, högkvalitativa biologiska råvaror och teknisk kompetens i produkter, företag och storskalig produktion. Biosolutions är en etablerad del av svensk industri och bidrar till högre förädlingsvärde, export, nya företag, arbetstillfällen och en mer resurseffektiv produktion. Sverige har gått från att främst ha starka förutsättningar inom forskning, innovation och råvaror till att också ha förmågan att utveckla, skala upp och kommersialisera nya lösningar.

Den svenska konkurrenskraften inom området bygger på ett nära samspel mellan forskning, industri och råvarubaserade näringar och en väl fungerande digital infrastruktur. Stark forskning inom hela bioteknikområdet, syntetisk biologi, enzymteknik och fermentering kombineras med en konkurrenskraftig processindustri, kompetens inom bioprocesser, starka teknikleverantörer och tillgång till biologiska råvaror av hög kvalitet. Skog, jordbruk och hav utgör viktiga delar av råvarubasen. Förmågan att förädla dessa resurser till högvärdiga produkter har stärkts och Sverige har i högre grad gått från export av obearbetade eller lågt förädlade råvaror till produktion av material, ingredienser, kemikalier och andra produkter med högre värde. Sidoströmmar och biprodukter betraktas inte längre som avfall, utan som resurser som kan integreras i nya värdekedjor. Tillgången till bioråvara har blivit en tydlig konkurrensfördel. Det nordiska samarbetet inom biosolutions har stärkts och bidrar till att attrahera globala marknader.

En avgörande förändring är att Sverige har stärkt sin förmåga att omsätta forskning i industriell tillämpning och kommersiell produktion. Den tidigare svagheten i övergången från forskning till industrialisering och kommersialisering har minskat genom en starkare utvecklingskedja från grundforskning och tillämpad forskning till pilotförsök, uppskalning

och digitaliserad produktion. Företag har tillgång till den kompetens, finansiering och produktionskapacitet som krävs för att utveckla nya processer och produkter. En nationell uppskalningsanläggning har skapat kapacitet för både stora och små företag att testa och demonstrera olika typer av biotekniska processer. Anläggningen gör det möjligt att genomföra längre produktionskörningar och skala upp nya tekniker från laboratorieförsök till kommersiellt relevant produktion. Fler företag kan därmed växa i Sverige och behöver inte söka sig utomlands för att hitta den produktionskapacitet som krävs för att utveckla och skala upp nya lösningar.

År 2035 är AI en integrerad del av svensk bioteknisk produktion och används för att analysera processdata, styra och optimera exempelvis fermentering, dosering och temperatur i realtid. Avvikelse kan upptäckas tidigt och produktionen anpassas innan problemen påverkar resultatet. Det har förändrat industrins arbetssätt. Processer som tidigare krävde mycket manuellt arbete och långa tester kan nu övervakas och optimeras automatiskt, med jämnare kvalitet, lägre råvaru- och energianvändning och färre produktionsstopp som följd. Utveckling och uppskalning av nya biotekniska processer går snabbare, vilket har kortat vägen från laboratoriet till produktion och gjort det enklare att tillverka nya produkter i mindre serier. AI är en tillgång i utvecklingen av nya produkter och processer inom syntetisk biologi genom att göra det möjligt att bättre koppla mikroorganismernas DNA till deras förmåga att producera olika molekyler och material. På så sätt kan det gå betydligt snabbare att utveckla och anpassa mikroorganismer för specifika ändamål och produktionsprocesser.

Ekosystemet för biosolutions har också blivit mer sammanhållet. Det finns ett nära samarbete mellan stora och små företag, startup-företag, universitet, forskningsinstitut, investerare och offentliga aktörer kompletterar varandras kompetenser. Råvaror, forskning, teknik, produktion och marknad kopplas samman i starkare värdekedjor. Det har blivit lättare

att identifiera var svenska styrkor kan ge internationella konkurrensfördelar och att koncentrera resurser till områden där förutsättningarna för världsledande verksamhet är särskilt goda.

Förutsättningarna för att attrahera kapital har förbättrats. Biosolutions betraktas inte längre främst som ett område med hög risk och låg avkastning, utan som en sektor med tydlig potential att skapa ekonomiskt värde genom hållbarhet, hälsa, resurseffektivitet och ökad motståndskraft mot kriser. Investerare i Sverige och EU har fått större kunskap om sektorns möjligheter och fler långsiktiga industriföretag deltar i finansieringen. Detta har stärkt möjligheterna för företag att växa och minskat risken att verksamheter flyttar till andra delar av världen. Tillgång till konkurrenskraftiga produktionsmiljöer, kapital och kompetens har gjort Sverige och Europa mer attraktiva som bas för nya företag och tekniker.

Regelverk och tillståndprocesser har också blivit mer förutsägbara. Företag kan tidigt förstå vilka krav som gäller, vilken myndighet som ansvarar för olika delar av processen och hur lång tid godkännanden kommer att ta. Nya produkter kan prövas i kontrollerade miljöer och utvecklas i nära dialog med berörda myndigheter. Svenska aktörer har blivit mer aktiva i EU:s regelverksarbete och samarbetar med andra länder (fram för allt Danmark, Finland och Nederländerna) för att påverka utvecklingen av regler som skapar bättre förutsättningar för biobaserade lösningar.

Kompetensförsörjningen har utvecklats från en begränsning till en styrka. Fler unga söker sig till utbildningar inom bioteknik och fler har kunskap om de möjligheter som området erbjuder. Kopplingen mellan skola, universitet och näringsliv är starkare, med fler praktiska inslag, industridoktorander och andra former av företagsnära utbildning. Utbildning och forskning är bättre anpassade till samhällets och industrins behov, från bioteknisk forskning och processutveckling till produktion och kommersialisering. Även beslutsfattare har fått bättre

kunskap om området, vilket har skapat förutsättningar för mer långsiktiga och välgrundade beslut.

Vi har dessutom blivit bättre på att visa vilket värde biosolutions skapar. En tydligare och mer konkret bild av produkter, företag och samhällsnytta har bidragit till ökad förståelse bland konsumenter, investerare och beslutsfattare. Tidigare skepsis och missuppfattningar har i högre grad ersatts av kunskap om hur biosolutions kan användas i allas vår vardag. Det har stärkt bilden av Sverige som ett framgångsrikt land inom biosolutions och bidragit till att göra området attraktivt för både kompetens och kapital.

En del av potentialen inom biosolutions ligger i det vi ännu inte känner till. När nya mikroorganismer, enzymer och biologiska processer utforskas kan helt nya egenskaper och användningsområden upptäckas. Det kan leda till produkter och produktionsprocesser som vi i dag inte kan förutse och på sikt förändra hur vi tillverkar mat, material och kemikalier. För Sverige är det därför viktigt att inte bara utveckla lösningar som redan är kända, utan också skapa utrymme för forskning och företagande som kan leda till det oväntade. År 2035 har Sverige en stark och tydlig position inom utvalda områden där svenska råvaror, forskning, industriell kompetens och teknik kan kombineras på sätt som är svåra för andra länder att konkurrera med. Vi har stärkt vår konkurrenskraft inom precisionsnutrition genom att utveckla nya ingredienser, proteiner och andra biologiska komponenter för mer individanpassad kost för människor och djur. Vi har också stärkt landets försörjningstrygghet och minskat beroendet av fossila råvaror och importerade insatsvaror, samtidigt som nya produkter, företag och arbetstillfällen har skapats. Biosolutions är därmed inte enbart en del av omställningen till en mer hållbar ekonomi, utan en växande näring som skapar ekonomiskt värde och utgör en viktig del av Sveriges långsiktiga konkurrenskraft.

Om tio år har Sverige stärkt sin internationella konkurrenskraft inom biosolutions genom att

kombinera bioteknisk kompetens med en effektiv användning av biologiska råvaror. Sverige har en stark position inom livsmedel, material och kemikalier och har utvecklat produktionsprocesser där flera produkter kan utvinnas ur samma råvara och sidoströmmar från en process används i en annan. Det gör det möjligt för svenska företag att få ut mer värde ur varje råvara, sänka resurskostnader och utveckla produkter med hög förädlingsgrad för en växande global marknad.

Fem förslag för framtida utveckling av biosolutions i Sverige

I föregående avsnitt identifierades fem nyckelfrågor inom biosolutions. För att möta dessa frågor presenterar vi fem övergripande förslag, som i sin tur består av ett antal konkreta handlingspunkter. Förslagen följer inte nyckelfrågorna en-till-en. Flera förslag berör flera av frågorna och tillsammans tar de upp hela frågeställningen.

Förslagen tar främst sikte på de närmaste åren och på att bygga upp den kapacitet som behövs för att fler innovationer inom biosolutions ska kunna utvecklas, skalas upp och nå marknaden. De behöver dock ses i ett längre perspektiv. En full omställning från fossilbaserade till biobaserade råvaror och produkter är betydligt mer komplex och kommer att kräva förändringar i både produktion, marknader och regelverk. För många produkter är det i dag svårt att få lönsamhet i biobaserade alternativ när de jämförs med etablerade fossilbaserade produkter. Sådant som kostnader, tillgång till råvaror, i vilken skala som produktionen görs, efterfrågan och styrmedel påverkar förutsättningarna och alla sådana parametrar kan förändras över tid.

Förslagen bör genomföras som delar av samma utvecklingskedja snarare än som fem separata satsningar. Den första delen handlar om att få

forskning, industri och kapital att arbeta tillsammans genom hela utvecklingsprocessen. Den andra skapar den fysiska kapacitet som krävs för att skala upp nya processer. Den tredje minskar regulatoriska hinder på vägen till marknaden. Den fjärde säkrar kompetensen som krävs för att bygga och driva verksamheterna. Den femte stärker efterfrågan och ger företagen möjlighet att testa sina produkter kommersiellt.

Parallellt med att förslagen genomförs behöver Sverige följa hur förutsättningarna för den långsiktiga omställningen utvecklas i vårt land, inom EU och i andra delar av världen. Det finns olika möjliga framtida utvecklingsvägar beroende på hur till exempel energipriser, klimatpolitik, handel, tillgång till fossil och biologisk råvara samt efterfrågan på biobaserade produkter utvecklas över tid. Allt detta påverkar vilka lösningar som blir konkurrenskraftiga och vilka investeringar som behövs. Frågan om hur en omställning mot minskat fossilberoende kan genomföras och vilka styrmedel som krävs diskuteras redan på flera håll, både i Sverige och inom EU.

För att förslagen ska lyckas behövs både samordning och uppföljning. Regeringen behöver peka ut ansvariga aktörer och säkerställa att Formas, Vinnova, RISE, lärosäten, näringsliv, investerare och berörda myndigheter arbetar mot samma prioriteringar. En internationell jämförelse bör göras löpande för att se om Sverige faktiskt närmar sig de länder som är starkast inom biosolutions. Den kortsiktiga utvecklingen behöver utformas med hänsyn till hur området kan förändras på längre sikt. År 2035 ska Sverige ha en stark biosolutionssektor och kunna omsätta biologisk kunskap och förnybara råvaror i konkurrenskraftiga produkter och industriell produktion.

Förslag: Skapa en sammanhållen väg från forskning till kommersiell produktion

Sverige har stark forskning inom biosolutions och flera områden med stor industriell kompetens, men förmågan att föra ny kunskap hela vägen från forskning till kommersiell produkt är svagare. Det finns idag ett gap mellan forskning och industrialisering. Behovet av förändring inom området handlar inte bara om tillgången till forskningsmedel, utan om att utvecklingskedjan idag är uppdelad mellan olika aktörer och finansieringssystem. Ett projekt kan vara framgångsrikt i forskningsfasen men sakna finansiering, industriella partners eller kompetens när det ska gå vidare till pilot, uppskalning och marknad.

För att stärka konkurrenskraften behöver Sverige därför skapa en mer sammanhållen utvecklingskedja. Utgångspunkten bör vara att identifiera vilka svenska styrkeområden som har bäst förutsättningar att utvecklas till internationellt konkurrenskraftiga värdekedjor. Det kan exempelvis handla om områden där svensk forskning, biologiska råvaror, processindustri och teknisk kompetens kan kombineras. Prioriteringen bör göras utifrån både teknisk potential och faktisk efterfrågan. Redan från början behöver det vara tydligt vilken produkt som ska utvecklas, vem den riktar sig till och vilket värde den tillför.

Genomförandet bör därför bygga på en tydligare koppling mellan forskning, industri och kapital. Offentliga forskningsfinansiärer behöver i högre grad se utvecklingskedjan som en helhet, samtidigt som större industriföretag bör involveras tidigare. För mindre företag är det särskilt viktigt att få hjälp att hitta industriella partners, utveckla affärsmodeller och söka internationell finansiering.

En annan aspekt är att det är betydligt lättare att gå från akademien till industrin än i motsatt

riktning. Rörligheten är större från akademien till näringslivet än i motsatt riktning. Det gör att kunskap om industrins behov och arbetssätt inte kommer in i akademien i samma utsträckning. En forskare som arbetar en period i ett företag kan till exempel få erfarenhet av hur en ny teknik testas, utvecklas och skalas upp i produktionen, samtidigt som företaget får tillgång till aktuell forskningskunskap. Inspiration kan hämtas från amerikanska modeller (så kallade sabbaticals) och från Stiftelsen för strategisk forskning som driver ett program som kan finansiera lönekostnaden för personer som under en period vill röra sig mellan näringsliv, myndighet och sjukhus respektive mellan akademi och forskningsinstitut.

Det behövs bättre möjligheter för personer från industrin att gå in i akademien. Industridoktorander är ett exempel, men det skulle också kunna finnas tidsbegränsade professurer och andra akademiska uppdrag för personer med erfarenhet från näringslivet. En ingenjör som går från industrin till akademien kan till exempel bidra med kunskap om vilka problem som uppstår när en teknik ska användas i praktiken, vilka kompetenser företagen behöver och vilka forskningsfrågor som är mest relevanta. På så sätt kan erfarenheter från industrin bidra till både forskning och undervisning och ge studenter en bättre bild av hur kunskapen används i arbetslivet.

Konkreta handlingspunkter

- Regeringen bör ge Formas, Vetenskapsrådet och Vinnova i uppdrag att tillsammans utforma en sammanhållen finansieringsmodell för

Önskad framtida riktning för biosolutions

- biosolutions. Det vore även positivt om privata finansiärer och olika stiftelser skulle välja att prioritera biosolutions, som ett komplement till de statliga finansiärerna. Modellen bör täcka stegen från grundforskning och tillämpad forskning till pilotförsök, uppskalning och kommersialisering. Syftet är att minska risken att projekt faller mellan olika finansiärs ansvarsområden när de går från en utvecklingsfas till en annan.
- Vinnova bör etablera ett särskilt stöd för företag och forskningsmiljöer som vill ta en frågeställning inom biosolutions från forskning till industriell tillämpning. Stödet bör inte enbart finansiera teknikutveckling utan också kunna användas för att bygga konsortier, hitta industriella partners, utveckla affärsmodeller och förbereda ansökningar till större svenska och europeiska finansieringsprogram. Stödet bör därmed kunna fungera som en brygga från nationell till EU-finansiering.
 - Större industriföretag bör involveras redan i forsknings- och utvecklingsprojekten. Företagen kan bidra med kunskap om marknader, kunder och produktionsprocesser och identifiera vilka tekniska lösningar som faktiskt har möjlighet att skalas upp. Företag bör också involveras när utlysningarna utformas, så att forskningsfrågorna bättre speglar industrins behov. Företagens perspektiv bör även tas tillvara i bedömningen av ansökningar. På så sätt kan utvecklingen bli mer efterfrågestyrd och risken minska för att tekniskt lovande lösningar utvecklas utan tydlig marknad. Inspiration kan hämtas från olika finansieringsverktyg inom europeisk innovation, till exempel inom *European Innovation Council* och *Circular Bio-based Europe Joint Undertaking*, där aktörer från industrin medverkar i arbetet med att utforma utlysningar och genomföra utvärderingar.
 - Business Sweden bör tillsammans med berörda offentliga aktörer bygga upp ett nätverk av investerare med intresse för biosolutions. Nätverket bör kopplas till konkreta svenska företag och projekt och användas för att föra samman företag med aktörer som kan ge tillgång till både och internationellt kapital.
 - Vartannat år bör svensk utvecklingskapacitet jämföras med ledande länder när det gäller forskning, kapital, kompetens, produktion, regelverk och uppskalning. Jämförelsen bör också visa om forskare och företag har tillgång till den infrastruktur de behöver och var Sverige behöver stärka sina resurser.

Genomförande och tidsaspekt

Det första steget bör vara att kartlägga var i utvecklingskedjan de största finansierings- och kapacitetsluckorna finns och vilka svenska områden inom biosolutions som har bäst förutsättningar att utvecklas till internationellt konkurrenskraftiga värdekedjor. Detta bör ske omedelbart och ligga till grund för en samlad satsning.

Inom två till tre år bör den gemensamma finansieringsmodellen vara etablerad och de första prioriterade projekten ha tillgång till stöd genom flera utvecklingsfaser. Industriella partners och investerare bör involveras tidigt.

Till 2035 bör det finnas en fungerande väg från forskning till kommersiell produktion inom de prioriterade områdena. Fler svenska företag bör då ha kunnat växa från forskningsprojekt till kommersiell verksamhet och i högre grad behållit både kompetens och produktion i Sverige.

EXEMPEL PÅ INFRASTRUKTURER SOM ÄR VIKTIGA FÖR BIOSOLUTIONS

Sverige har flera nationella forskningsinfrastrukturer som är relevanta för biosolutions. Med forskningsinfrastruktur avses här avancerad utrustning, laboratorier och andra resurser för forskning och utveckling. För biosolutions kan det exempelvis handla om att undersöka biologiskt material, utveckla biologiska processer och testa nya metoder.

Biotech Heights i Lund har forskningslaboratorier och testmiljöer för fermentering och bioprosessteknik. Här finns bland annat Lund University Prepilot Plant med tillgång till laboratorier och processteknisk utrustning, där processer inom livsmedel, bioteknik och kemiteknik kan utvecklas och testas i pilotskala.

RISE Bioeconomy Arena i Örnsköldsvik har öppen teknikinfrastruktur för industriell bioteknik, bland annat utrustning för att utveckla mikroorganismer, bioreaktorer i olika storlekar för odling och fermentering samt utrustning för separation och rening. Anläggningarna kan användas för att utveckla och skala upp biologiska processer, från laboratorie- till pilotskala. Det gör det möjligt att testa och utveckla processer för exempelvis livsmedel, kemikalier, material och andra biobaserade produkter.

Tetra Paks anläggning i Karlshamn är en pilotanläggning där både nystartade och etablerade företag kan testa och utveckla nya livsmedel och ingredienser med hjälp av fermentering. De kan också prova hur produktionen fungerar i större skala.

Treeseearch är en nationell samverkansplattform för forskning och kompetensuppbyggnad kring nya material från skogen. Plattformen samlar akademi, industri och stiftelser och den är öppen för forskare vid svenska universitet.

SciLifeLab ger tillgång till avancerad utrustning och kompetens för att studera bland annat celler och mikroorganismer, exempelvis bakterier och jästsvampar. *National Genomics Infrastructure* vid SciLifeLab arbetar bland annat med genomik, det vill säga analys av en organisms arvsmassa. Sådan information kan användas för att hitta och utveckla mikroorganismer med egenskaper som är användbara i industriella processer.

Bedömning av effekt

Förslaget kan framför allt minska det gap mellan forskning och kommersialisering som arbetsgruppen identifierat. Om fler projekt kan ta sig genom de kritiska stegen från forskning till uppskalning ökar möjligheten att svensk forskning leder till företag, produkter och produktion i Sverige. Det kan också bidra till att offentliga forskningsinvesteringar i högre grad omsätts i ekonomiskt värde

och internationell konkurrenskraft. När fler projekt når en nivå där de kan konkurrera om europeisk finansiering kan Sverige också få del av en större andel av de medel som EU satsar på forskning, innovation och industriell utveckling.

Förslag: Bygg upp en öppen nationell uppskalningsanläggning

Steget från laboratorium och pilot till industriell produktion är en av de tydligaste flaskhalsarna inom området. Arbetsgruppen pekar på behovet av en öppen uppskalningssanläggning där företag kan genomföra längre produktionskörningar. På så sätt kan de visa att en process fungerar i relevant skala, vilket kan underlätta produktion av nya kommersiella produkter för en definierad testmarknad. En anläggning med en sammanlagd reaktorvolym på omkring 100 000–200 000 liter bedöms vara en lämplig nivå för att kunna hantera flera olika processer. Eftersom anläggningen ska vara flexibel behöver kapaciteten fördelas på flera reaktorer.

Problemet är att en sådan anläggning kräver stora investeringar samtidigt som enskilda företag ofta har svårt att bära kostnaden innan en produkt är kommersiellt etablerad. Därför bör kapaciteten byggas som en gemensam resurs snarare än som en anläggning för ett enskilt företag. Företag ska kunna hyra in sig och använda anläggningen när de behöver genomföra uppskalning och demonstration.

För att bli en konkurrensfördel bör anläggningen inte enbart vara en produktionslokal. Den bör knytas till forskning, processutveckling och kompetens och kunna användas genom flera steg i utvecklingen. Den bör också utformas utifrån faktiska behov i industrin. En branschöverskridande modell kan göra det möjligt att använda anläggningens kapacitet för olika typer av biosolutions exempelvis inom livsmedel och material. Eftersom olika produkter ställer olika krav på kvalitet och säkerhet, till exempel livsmedel jämfört med material, behöver anläggningen utformas så att dessa krav kan hanteras.

Utformningen kan inspireras av befintliga anläggningar som Testa Center, men utvecklas för att

täcka hela vägen från test och utveckling till produktion i större skala specifikt inom biosolutionsområdet.

Genomförandet kräver därför att industrin engageras redan när anläggningen planeras. Behovet av olika typer av processutrustning, kapacitet och efterbearbetning behöver identifieras innan investeringar görs. På så sätt kan anläggningen byggas för de tekniker och produkter som har störst potential, snarare än utifrån en generell teknisk ambitionsnivå.

Det bör påtalas att en satsning på att bygga upp en öppen nationell uppskalningsanläggning inom biosolutions inte ersätter behovet av tillgång till annan stor infrastruktur såsom Biotech heights och RISE Bioeconomy Arena i Örnköldsvik.

Konkreta handlingspunkter

- Biotech Heights bör i tillsammans med industrin och en bred sammansättning av aktörer inom akademien och institut ta fram en förstudie och ett investerings- och genomförandeunderlag för en öppen nationell uppskalningsanläggning. Arbetet bör även involvera byggbranschen och aktörer med erfarenhet av att utveckla och skala upp biotekniska processer. Underlaget bör omfatta kapacitet, teknisk inriktning, lokalisering, investeringsbehov, ägarform, finansiering och användarmodell.
- En styrgrupp med större industriföretag, mindre företag, startup-företag, lärosäten, forskningsinstitut och offentliga aktörer bör identifiera vilka kapacitetsbehov som är

gemensamma för flera branscher. Resultatet bör styra vilka funktioner och tekniker som byggs in i anläggningen. Styrgruppen bör även följa utvecklingen och säkerställa att anläggningen fortsätter att svara mot industrins behov. Styrgruppen bör bland annat bedöma behov av fermentering, separering, rening och annan efterbearbetning och föreslå när kapaciteten på sikt behöver byggas ut. Det är viktigt att de som medverkar i rådet är väl förankrade och har högt förtroende inom biosolutionsområdet.

- Regeringen och privata investerare bör utforma en offentlig-privat finansieringsmodell där staten tar en del av den initiala investeringsrisken medan privata aktörer bidrar med kapital och långsiktiga användaråtaganden. Företagen bör huvudsakligen betala för den kapacitet de använder.
- Berörda aktörer och lärosäten bör koppla anläggningen till utbildning och forskning så att den blir en gemensam miljö för att utveckla, testa och skala upp nya processer. Företag ska kunna använda den för att ta fram underlag till kunder, investerare och framtida industriella produktionsbeslut.

Genomförande och tidsaspekt

Uppskalningsanläggningen kan byggas ut stegvis. En långsiktig kapacitet på omkring 100 000–200 000 liter kan ge tillräcklig flexibilitet för flera typer av biosolutions, medan den första etappen kan ha en lägre kapacitet och fokusera på livsmedel och ingredienser. Inom dessa områden finns redan produkter, företag och en etablerad marknad att utgå från. Det gör det möjligt att komma igång med en begränsad anläggning, bygga upp erfarenhet av produktion i större skala och samtidigt testa tekniker och affärsmodeller i praktiken.

När verksamheten är etablerad kan kapaciteten och användningsområdena breddas till exempelvis material. På så sätt kan en första, avgränsad satsning utvecklas till en betydligt större anläggning över tid. Inledningsvis bör en kartläggning göras av industrins efterfrågan och utifrån denna går det sedan att planera anläggningens omfattning och funktion. Parallellt bör investeringskostnad och finansieringsmodell analyseras. Detta arbete bör starta omedelbart. Anläggningen bör i första hand byggas som en nationell resurs, men kunna användas av och på sikt kopplas till motsvarande kapacitet i andra nordiska länder.

Inom två till tre år bör huvudman, lokalisering, finansiering och teknisk inriktning vara beslutade och etableringen påbörjad. Företag bör redan under etableringsfasen kunna anmäla projekt och långsiktiga användarbehov.

Till 2030 bör anläggningen vara etablerad som en central resurs för svensk biosolutions. Den bör kunna ta emot både svenska och internationella företag och bidra till att göra Sverige till en attraktiv plats för uppskalning och tidig kommersiell produktion.

Bedömning av kostnad

En uppskalningsanläggning inom biosolutions, det vill säga produktion med hjälp av mikroorganismer, kostar mellan 0,7 och 1,5 miljarder svenska kronor. Uppskattningen bygger på antagandet att kapaciteten är 200 000 liter i total volym. Kostnaden för en anläggning för kommersiell produktion, med en kapacitet på en miljon liter, är i storleksordningen 1,9–3 miljarder kronor. En anläggning i mycket stor skala, med en kapacitet på tio miljoner liter, kostar mellan 5 och 9 miljarder kronor. Beräkningarna utgår från att anläggningen byggs helt från grunden, medan en ombyggnad av en befintlig anläggning skulle kunna sänka kostnaden med 20 till 30 procent.

Önskad framtida riktning för biosolutions

Det bör påtalas att investeringar i en uppskalningsanläggning för tillverkning inom biosolutions är förknippade med flera osäkerheter. De viktigaste är tillgång till råvara över tid, prisrörlighet på marknaden, långsiktiga avtal om avsättning av produkterna samt regulatoriska hinder.

Tre internationella exempel kan nämnas som jämförelse. I Nederländerna har 60 miljoner euro (cirka 660 miljoner kronor) satsats på precisionsfermentering, vilket är en teknik där mikroorganismer används för att producera specifika ämnen. I Finland har den statliga organisationen Business Finland investerat motsvarande ungefär 100 miljoner svenska kronor i ett företag som tillverkar proteinpulver. I Förenade Arabemiraten investerar ett amerikanskt företag i Mellanösterns första stora bioreaktor.⁴⁹

Bedömning av effekt

En öppen uppskalningsanläggning kan direkt minska en av de viktigaste trösklarna mellan forskning och industriell produktion. Företag behöver inte själva bära hela investeringen i avancerad produktionskapacitet innan marknaden är etablerad. Det kan göra det lättare att attrahera kapital och kunder och öka sannolikheten att uppskalning sker i Sverige. Anläggningen kan dessutom bli en gemensam infrastruktur som stärker flera delar av det svenska ekosystemet inom biosolutions.

Förslag: Gör den svenska vägen från innovation till marknad snabbare och mer förutsägbar

Regelverk och tillståndprocesser är en viktig konkurrensfaktor eftersom nya applikationer inom biosolutions ofta befinner sig i gränslandet mellan etablerade kategorier. Det finns en upplevelse av komplexa EU-regler, långa processer och otydlighet kring ansvar och tolkningar. Företag kan dessutom möta olika tillämpningar av samma europeiska regler i olika länder.

För att stärka konkurrenskraften behöver Sverige därför inte bara arbeta för enklare regler. Det

handlar lika mycket om att göra processen begriplig och förutsägbar för företag. Ett företag som utvecklar en ny produkt behöver tidigt kunna förstå vilka regler som gäller, vilken myndighet som ska kontaktas, vilka krav som måste uppfyllas och ungefär hur lång processen kan bli.

Det behövs en genomgång av hela vägen från utveckling och testning till godkänd produkt. Utgångspunkten bör vara företagets faktiska väg genom systemet, snarare än myndigheternas

49 Bedömning av kostnader och internationella exempel bygger på uppgifter från Sweden Food Area, som i sin tur har tagit in underlag från McKinsey & Company.

nuvarande organisatoriska indelning. Om flera myndigheter är involverade behöver ansvar och kontaktvägar vara tydliga.

Sverige behöver också arbeta mer strategiskt på EU-nivå. Om regelverken är avgörande för företagets konkurrenskraft behöver svenska myndigheter, företag och forskare gemensamt identifiera de frågor där Sverige har särskilt starka intressen och bygga allianser med andra europeiska länder.

Konkreta handlingspunkter

- Regeringen bör ge Tillväxtverket i uppdrag att kartlägga företagets väg från utveckling till godkänd produkt inom biosolutions. Detta bör göras tillsammans med berörda sektorsmyndigheter som Livsmedelsverket, Jordbruksverket och Kemikalieinspektionen. Kartläggningen bör visa vilka myndigheter och beslut som berörs, var processerna tar längst tid och var företag möter störst osäkerhet. Uppdraget kan bygga vidare på det befintliga regeringsuppdraget till Tillväxtverket och Vinnova om att förbättra finansieringen av banbrytande innovation och så kallade deeptech-företag, där även möjligheten att använda EU finansieringsinstrument ingår.⁵⁰
- Regeringen bör tydliggöra ansvarsfördelningen mellan myndigheterna och skapa en tydlig kontaktväg för företag som utvecklar nya lösningar inom biosolutions. Företag bör tidigt kunna få vägledning om vilka krav som gäller och vilka myndigheter som behöver involveras.
- Berörda myndigheter bör utveckla tydliga mål för svarstider och handläggning. Det bör vara möjligt för ett företag att få en bättre bild av processens tidsåtgång redan i ett tidigt skede av produktutvecklingen.
- Regeringskansliet och berörda myndigheter bör pröva möjligheten att använda regulatoriska sandlådor, bland annat genom att utvärdera erfarenheterna från Danmark. Syftet bör vara att skapa kontrollerade miljöer där nya produkter och processer kan prövas och där myndigheter och företag samtidigt kan bygga kunskap om hur befintliga regler ska tillämpas över myndighetsgränser.
- Regeringskansliet bör etablera ett mer systematiskt samarbete mellan svenska företag, myndigheter och forskare inför EU:s regelutveckling. Sverige bör tillsammans med andra länder identifiera områden där gemensamma intressen finns och bygga koalitioner för att påverka både nya regler och deras tillämpning. Sverige bör aktivt påverka EU Circular Economy Act⁵¹ så att reglerna skapar bättre förutsättningar för cirkulära och biobaserade produkter och gör det möjligt för svenska företag att utveckla och skala upp nya lösningar.

Genomförande och tidsaspekt

Arbetet bör börja med de områden där regelverken har störst betydelse för biosolutions och där företagen möter de största osäkerheterna. En första processkartläggning bör genomföras omedelbart.

⁵⁰ Regeringen (2026). *Uppdrag till Tillväxtverket och Verket för innovationssystem att utreda kapitalförsörjning av kunskapsintensiva företag*. Diarienummer: KN2026/01433.

⁵¹ European Commission. (2025). *Circular economy*.

Önskad framtida riktning för biosolutions

Inom två till tre år bör nya kontaktvägar, tydligare ansvar och mål för handläggningstider vara etablerade. Regulatoriska testmiljöer bör användas för konkreta utvecklingsprojekt och erfarenheterna bör omsättas i myndigheternas ordinarie arbetssätt.

Till 2035 bör en förutsägbar och företagsanpassad regulatorisk process vara en etablerad del av Sveriges konkurrenskraft. Sverige bör samtidigt ha byggt upp en starkare förmåga att påverka europeiska regler som har betydelse för biosolutions.

Bedömning av effekt

En mer förutsägbar process kan minska både tid, kostnader och risker för företag som utvecklar nya lösningar inom biosolutions. Det är särskilt viktigt för mindre företag som har begränsade resurser.

Om Sverige dessutom blir bättre på att påverka EU:s regelutveckling kan effekten sträcka sig långt utanför den svenska marknaden, vilket kan göra Sverige mer attraktivt som plats för utveckling, produktion och etablering av nya företag inom sektorn.

Förslag: Bygg den kompetens som krävs för att skala svensk biosolutions

Tillgång till människor med rätt kompetens är en långsiktig förutsättning för svensk konkurrenskraft. Arbetsgruppen ser ett starkt söktryck till bioteknikutbildningar vid universitet och högskolor, men att intresset är svagare tidigare i utbildningssystemet. Företagen behöver bättre tillgång till kompetens inom bland annat bioprocesser och industriell tillämpning.

Utmaningen handlar därför inte bara om att utbilda fler biologer eller civilingenjörer inom bioteknik. Den handlar om att säkerställa rätt kompetens hela vägen från forskning till industriell produktion. Det kräver kunskap om biologiska processer men också om produktion, teknik, ekonomi, kvalitet, regelverk och kommersialisering.

Kopplingen mellan akademi och företag behöver därför stärkas. Industridoktorander, praktik och

företagsnära utbildning kan bidra till att utveckla den kompetens företagen behöver. Även utbildningsmodeller som teknikcollege kan användas för att stärka en bredare kompetensbas. Den nationella forskarskolan inom bioekonomi ska stärka kompetensförsörjningen genom att samla lärosäten och näringsliv kring forskarutbildning och utveckling av kompetens för bioekonomins framtida behov.⁵² Detta är ett viktigt steg som kan utvecklas ytterligare genom att kopplas till industrins långsiktiga kompetensbehov och till utvecklingen av utbildningar på grund- och avancerad nivå.

Kompetensbehoven behöver fångas upp i god tid, eftersom det tar flera år att utveckla och anpassa utbildningar. En regelbunden uppföljning gör det möjligt att anpassa utbildningsutbudet i takt med att behoven förändras.

52 Satsningen beskrivs i propositionen *Forskning och innovation för framtid, nyfikenhet och nytta* (prop. 2024/25:60).

Konkreta handlingspunkter

- Regeringskansliet bör tillsammans med lärosäten och näringslivet ta fram en långsiktig kompetensbild för biosolutions fram till 2035. Den bör identifiera vilka kompetenser som kommer att behövas inom forskning, systemperspektiv, processutveckling, produktion, kvalitet, kommersialisering och företagsledning. Denna bild bör sedan ligga till grund för hur utbildningarna utvecklas, med en bred kunskapsgrund i grundutbildningen och möjlighet till specialisering längre fram. Näringslivets behov är viktiga i detta arbete, men bör inte styra utbildningarna mot alltför snäva eller kortsiktiga kompetenskrav. En bred grund gör det lättare för studenterna att utveckla nya kunskaper och anpassa sig när tekniken och industrins behov förändras.
- Lärosäten och företag bör bygga ut kapaciteten för industridoktorander, praktik och företagsnära examensarbeten. Industrin bör involveras redan när utbildningarnas innehåll och forskningsfrågor formuleras så att kompetensuppbyggnaden bättre svarar mot faktiska behov.
- Säkerställ tillgång till infrastruktur där studenter och blivande ingenjörer kan få praktisk erfarenhet av den teknik, utrustning och de produktionsprocesser som används i industrin. Företagen bör bidra med utrustning och teknik, formulera verkliga problem och utvecklingsuppgifter, medverka i undervisningen och erbjuda praktik eller projektarbeten. De kan också bidra med ingenjörer och andra experter som handledare. På så sätt får studenterna under utbildningen erfarenhet av den teknik och de arbetssätt som de senare möter i industrin.
- Lärosäten, skolor och näringslivet bör utveckla insatser för att öka intresset för biosolutions tidigare i utbildningssystemet, till exempel

genom att ha ämnet bioteknik inom relevanta utbildningar på gymnasiet. Konkret information om företag, produkter, yrken och karriärvägar bör användas för att göra området mer synligt.

- RISE och lärosätena bör utveckla möjligheter till fortbildning för yrkesverksamma. När tekniker och produktionsprocesser utvecklas snabbt behöver även befintlig personal kunna bygga ny kompetens utan att lämna industrin.
- Näringslivet och lärosätena bör regelbundet följa upp kompetensläget och rapportera var det finns brister. Uppföljningen bör kopplas till den internationella jämförelsen av svensk konkurrenskraft så att kompetensförsörjning blir en del av den strategiska styrningen.

Genomförande och tidsaspekt

Arbetet bör börja med en gemensam kartläggning av kompetensbehov och utbildningsutbud. Den bör omfatta både dagens brister och vilka kompetenser som krävs när produktionen skalar upp. Parallellt bör företag och lärosäten identifiera vilka utbildningar och forskningsmiljöer som kan utvecklas snabbt.

Inom två till tre år bör fler industridoktorander, praktikplatser och företagsnära utbildningar vara etablerade. Fortbildning bör samtidigt erbjudas till yrkesverksamma i industrin.

Till 2035 bör Sverige ha en bredare kompetensbas som täcker hela kedjan från forskning till industriell produktion. Företag ska kunna rekrytera den kompetens som krävs för att utveckla och skala nya lösningar inom biosolutions i Sverige.

Bedömning av effekt

En starkare kompetensförsörjning minskar risken att företag tvingas söka kritisk kompetens utanför Sverige när verksamheten växer. Den kan också stärka kopplingen mellan forskning och industri

och därmed bidra till snabbare kommersialisering. På längre sikt är kompetensen en förutsättning för att Sverige ska kunna behålla och vidareutveckla de värdekedjor som byggs upp inom biosolutions.

Förslag: Gör Sverige till en testmarknad som hjälper aktörer inom biosolutions att nå internationella marknader

Teknisk utveckling räcker inte för att skapa konkurrenskraft, det behöver också finnas kunder som är beredda att betala för de produkter som utvecklas. Arbetsgruppen pekar på att efterfrågan på produkter som bygger på biosolutions är osäker och att utvecklingen därför behöver börja med tydligare frågor om kund, produkt och värde.

Sverige har möjlighet att använda sin egen marknad som testmiljö för nya produkter. Svenska konsumenter ställer höga krav på exempelvis kvalitet och hållbarhet, vilket märks bland annat genom etablerade märkningar som KRAV. Det finns också en bild av svenska konsumenter som relativt öppna för nya produkter, vilket kan underlätta introduktionen av nya lösningar. Även om svenska hushåll inte nödvändigtvis har högre disponibla inkomster än hushåll i andra europeiska länder finns det ändå skäl att se Sverige som en lämplig och lagom stor första marknad. Genom att testa nya produkter i Sverige kan man få erfarenheter som underlättar en bredare lansering i Europa.

En starkare svensk testmarknad kan bidra till att minska gapet mellan teknisk utveckling och kommersiell framgång. Företag kan få möjlighet att

pröva produkter i verkliga miljöer, samla erfarenheter från kunder och konsumenter och förbättra produkten innan en internationell lansering. Det är särskilt relevant för nya livsmedel, material och andra produkter där det är svårt att bedöma efterfrågan enbart genom laboratorietester.

För att detta ska fungera behöver efterfrågan bli en mer aktiv del av innovationssystemet. Större företag och handel kan bidra genom att formulera konkreta behov och fungera som tidiga kunder. Offentliga aktörer kan bidra där det är möjligt genom att skapa utrymme för testning och användning av nya lösningar. Det handlar inte om att garantera marknaden för nya produkter, utan om att skapa bättre möjligheter att pröva om de faktiskt löser ett problem och skapar ett värde.

Förslaget kompletterar därför de föreslagna satsningarna på forskning, uppskalning och kompetens. Om Sverige kan erbjuda både utvecklingskapacitet och en marknad där nya lösningar kan testas får företagen bättre förutsättningar att gå från teknik till kommersiell produkt.

Konkreta handlingspunkter

- Aktörer inom dagligvaruhandeln bör tillsammans med producenter och eventuellt även i samarbete med forskare identifiera områden där nya lösningar inom biosolutions kan testas i verkliga miljöer. Fokus bör ligga på konkreta produkter och behov snarare än på tekniker i sig. För varje produkt bör det också tydligt beskrivas vilken nytta den ger konsumenten, vilka funktioner den har och vilken effekt den förväntas ge jämfört med befintliga produkter.
- Större företag bör utveckla modeller för att fungera som tidiga kunder eller testpartners för mindre företag. Ett startup-företag ska exempelvis kunna få möjlighet att testa en ny produkt eller process i en verklig industriell eller kommersiell miljö innan fullskalig lansering.
- Vinnova bör utforma stöd för utvecklingsprojekt där teknisk utveckling kombineras med tidig kundvalidering. Företagen bör redan från början behöva beskriva kund, användning, värde och betalningsvilja, inte enbart den tekniska lösningen.
- Se över möjligheten att införa en stegvis tillståndsmo­dell där företag kan börja med små och kontrollerade tester och successivt gå vidare till större användning. Det första steget kan omfatta begränsade tester med låga risker och enkla krav på tillstånd och dokumentation. Om testet faller väl ut kan företaget gå vidare till större volymer och bredare användning, med skärpta krav på säkerhet, dokumentation och uppföljning. Först vid fullskalig produktion och marknads­lansering ska de fullständiga kraven gälla. På så sätt kan säkerheten upprätthållas samtidigt som företag får möjlighet att utveckla och testa nya produkter snabbare.

- Den nationella uppskalningsanläggningen (se ovan) bör användas även för kommersiell validering. Produktions­körningar bör kunna ge underlag både om huruvida processen fungerar tekniskt och om produkten håller den kvalitet, kostnad och skala som krävs för att vara attraktiv på en marknad.
- Business Sweden bör koppla den svenska testmarknaden till internationell marknadsintroduktion. Företag som har testat och validerat en produkt i Sverige bör kunna använda resultaten för att identifiera internationella kunder och marknader och förbereda export.

Genomförande och tidsaspekt

Det första steget bör vara att identifiera konkreta produktområden där Sverige har både industriell kompetens och möjlighet att fungera som testmarknad. Företag och potentiella kunder bör involveras redan i produktutvecklingen.

Inom två till tre år bör modeller för testning och tidiga kundsamarbeten vara etablerade inom prioriterade områden. Den öppna uppskalningskapaciteten bör samtidigt kunna användas för projekt där både teknisk och kommersiell validering behövs.

Till 2035 bör Sverige vara en attraktiv testmarknad för nya lösningar inom biosolutions. Svenska företag ska kunna använda hemmamarknaden för att utveckla, testa och förbättra produkter innan de går ut internationellt. Det bör bidra till att fler produkter kan gå från teknisk innovation till kommersiell framgång.

Bedömning av effekt

En starkare testmarknad kan minska risken för att företag investerar stora resurser i produkter som tekniskt fungerar, men som saknar tillräcklig efterfrågan. Den kan också göra Sverige mer attraktivt

för företag som vill utveckla nya produkter nära kunder och användare. Kombinationen av svensk forskning, uppskalningskapacitet och en fungerande testmarknad kan därmed stärka hela vägen från idé till internationell marknad.

Rekommendationer

Arbetsgruppen har tre sammanfattande rekommendationer om vad Sverige bör satsa på för att skapa svensk konkurrensförmåga, uppnå hållbarhet samt bidra till svensk och global säkerhet och resiliens. Dessa baseras på en nulägesanalys av Sveriges position inom biosolutions, internationella utvecklingstrender samt en genomgång av nyckelfrågor som identifierar hinder och möjligheter för Sveriges fortsatta utveckling.

Rekommendationerna sammanfattar ett antal förslag och handlingspunkter som redovisas mer utförligt ovan.

- Bygg en nationell uppskalningsanläggning och säkerställ att det finns tillgång till svenska testmarknader, så att företag inom biosolutions kan skala upp i Sverige för att sedan kunna skapa tillväxt inom landet och internationellt.

- Förenkla regelverk och snabba upp tillståndprocesser för att minska beroendet av fossila och importerade råvaror, attrahera investeringar och säkerställa att produkter kommer snabbt till marknaden.
- Skapa ett sammanhållet kompetensförsörjningssystem som inkluderar hela kedjan från grundutbildning, forskarutbildning och forskning i samverkan med industrin, från laboratoriemiljö till kommersiell produktion, så att svensk forskning och innovation i högre grad bidrar till tillväxt och konkurrenskraft i svenska företag.

Appendix



Referenser

Arbetsmiljölög (1977:1160). Svensk författningssamling.

Barraza-Botet, C. et al. (2026), *A comparison of the innovation and regulatory environments for biotechnology and biosolutions across the European Union and the United States*, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2026/02, OECD Publishing, Paris.

Bundesministerium für Bildung und Forschung (2020). *National Bioeconomy Strategy*.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2023). *Positionspapier der Dialogplattform Industrielle Bioökonomie*.

Carnegie Endowment for International Peace, "A Competitive Analysis of the Biomanufacturing Strategic Landscape and Technology Stack", 23 juli 2026. <https://carnegieendowment.org/research/2026/07/a-competitive-analysis-of-the-biomanufacturing-strategic-landscape-and-technology-stack>

Carus, M., Dammer, L. (2018). *The circular bioeconomy—Concepts, opportunities and limitations*. Industrial Biotechnology. 18(2).

Cook, E. et al (2026). *What a Waste 3.0. Global Snapshot of Solid Waste Management toward Circularity until 2050*. World Bank Group.

Copenhagen Economics (2022). *The potentials of biosolutions*. Alliance for biosolutions, Danmark.

Deconinck, K. et al. (2025), *How do consumers interact with environmental sustainability claims on food? Evidence from 40 countries*, OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 218, OECD Publishing, Paris.

European Commission. (2018). *A sustainable bioeconomy for Europe: Strengthening the connection between economy, society and the environment*.

European Commission. (2025). *Circular economy*.

European Parliament & Council. (2006). *Regulation (EC) No 1907/2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)*. Official Journal of the European Union.

European Parliament & Council. (2008). *Regulation (EC) No 1272/2008 on classification, labelling and packaging of substances and mixtures (CLP)*. Official Journal of the European Union.

European Union. *Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU)*.

Europeiska kommissionen (2024). *Building the Future with Nature: Boosting Biotechnology and Biomanufacturing in the EU*. COM(2024) 137, 20 mars 2024.

Europeiska kommissionen. (2025). *Bioeconomy Strategy*.

Europeiska kommissionens Joint Research Centre (2024). *The global landscape of biotech innovation: state of play*. News announcement. Publicerat 20 mars 2024.

Eurostat. *Food waste and food waste prevention – estimates*. Information hämtad 18 augusti.

Fluegel, L. (2026). *A Competitive Analysis of the Biomanufacturing Strategic landscape and Technology Stack*. Carnegie Endowment for International Peace. July 2026.

Förordning (2008:245) om kemiska produkter och biotekniska organismer. *Svensk författningssamling*.

Government of the Netherlands (2023). *National Circular Economy Programme 2023–2030*.

Hannah Ritchie (2020). *Food waste is responsible for 6% of global greenhouse gas emissions*. Published online at OurWorldinData.org. Information hämtad 18 augusti.

IRIS Group (2021): *Biosolutions i Danmark*.

IVA (2025). *Sveriges position inom strategiskt viktiga tekniker. Investeringsprioriteringar, styrkor och utmaningar*.

IVA (2026). *Avancerade terapiläkemedel*. En teknikrapport inom Svenska framtider om ATPM.

IVA (2026). *Avancerad produktion*. En teknikrapport inom Svenska framtider om komplex diskret produktion.

Kirk, O., Borchert, T., Fuglsang, C. (2002). *Industrial enzyme applications*. Current Opinion in Biotechnology, 13(4), 345–351.

Klemm, D., et al. (2005). *Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material*. Angewandte Chemie International Edition, 44(22), 3358–3393.

Livsmedelslag (2006:804). *Svensk författningssamling*.

McKinsey & Company (2025). *Ingredients for the future: Bringing the biotech revolution to food*. Artikel publicerad 13 mars 2025.

Miljöbalk (1998:808). *Svensk författningssamling*.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2020). *Safeguarding the Bioeconomy*. Washington, DC: The National Academies Press.

Naturvårdsverket (2025). *Naturvårdsverkets färdplan för hållbar plastanvändning*.

Nakajima, H., et al. (2017). *The recent developments in biobased polymers toward general and engineering applications: Polymers that are biobased and biodegradable*. Polymers, 9(10), 523.

National Health Commission of the People's Republic of China. *Application guide*.

Nielsen, J., Keasling, J. (2016). *Engineering cellular metabolism*. Cell, 164(6), 1185–1197.

Næss-Schmidt, H.S. et al (2022). *The potentials of bio solutions. Climate and sustainability potentials, barriers to growth, and Danish strongholds*. Copenhagen Economics.

OECD (2021). *Policies for a Carbon-Neutral Industry in the Netherlands*, OECD Publishing, Paris.

Philp, J., Winickoff, D. (2019), *Innovation ecosystems in the bioeconomy*, OECD Science, Technology and Industry Policy Papers, No. 76, OECD Publishing, Paris.

Regeringen (2026). *Uppdrag till Tillväxtverket och Verket för innovationssystem att utreda kapitalförsörjning av kunskapsintensiva företag*. Diarienummer: KN2026/01433.

Regeringskansliet. (2026). *Meddelande om ett strategiskt ramverk för en konkurrenskraftig och hållbar bioekonomi i EU* (Faktapromemoria 2025/26: FPM51).

Singapore Food Agency. *Guidelines on Applying for Pre-Market Approval for a Novel Food*.



Stephanopoulos, G. (2012). *Synthetic biology and metabolic engineering*. ACS Synthetic Biology, 1(11), 514–525.

The Platform for Accelerating the Circular Economy (2020). *The circularity gap report*. Closing the Circularity Gap in the Netherlands.

The State Council of the People's Republic of China. (2026). *The 15th Five-Year Plan for national economic and social development of the People's Republic of China, 2026–2030*.

The White House Office of Science and Technology Policy. (2012). *National Bioeconomy Blueprint*. Executive Office of the President of the United States.

United Nations (2000). *Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity*.

United Nations (2010). *Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from their Utilization to the Convention on Biological Diversity*.

Upton, B., Kasko, A. (2016). *Strategies for the conversion of lignin to high-value polymeric materials: Review and perspective*. Chemical Reviews, 116(4), 2275–2306.

Valin, H., et al. (2014). *The future of food demand: understanding differences in global economic models*. Agricultural economics, 45(1), 51–67.

van den Oever, M. et al (2016). *Bio-based and biodegradable plastics – Facts and Figures. Focus on food packaging in the Netherlands*. Wageningen Food & Biobased Research number 1722.

Vinnova (2023). *Nioårsutvärdering av strategiska innovationsprogram: BioInnovation*. VR 2023:18.

World Trade Organization. (1995). *Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures (SPS Agreement)*.

Zhang X., et al (2022). *The roadmap of bioeconomy in China*. Eng Biol. 2022 Nov 30;6(4):71–81.

Ordlista

Biomassa

Material från växter, djur och andra biologiska källor. Biomassan kan användas som råvara för att tillverka till exempel bränslen, material och kemikalier.

Enzym

Enzymer är ämnen som hjälper till att påskynda kemiska reaktioner i levande organismer. De kan också användas för att styra och effektivisera olika industriella processer.

Fermentering

Vid fermentering används mikroorganismer för att omvandla ett ämne till en annan produkt, till exempel när jäst omvandlar socker till alkohol.

Fossila råvaror

Råvaror som har bildats av växter och djur under miljontals år. Olja, kol och naturgas är exempel på fossila råvaror.

Förnybara råvaror

Råvaror som kommer från källor som kan återskapa inom relativt kort tid. Exempel är växter, trä och sidoströmmar från jordbruk och skogsbruk.

Innovationssystem

Ett innovationssystem är ett nätverk av företag, forskare, myndigheter och andra aktörer som till-

sammans utvecklar nya idéer och lösningar och får dem att komma till nytta.

Insatsprodukt

En produkt som används för att tillverka en annan produkt. Insatsprodukter kan till exempel vara råvaror, kemikalier eller olika typer av komponenter.

Klimatavtryck

Den totala mängd växthusgaser som en verksamhet, produkt eller person orsakar. Begreppet används för att beskriva hur mycket något bidrar till klimatförändringen.

Mikroorganismer

Mikroorganismer är mycket små levande organismer, som bakterier, jäst och mögelsvampar. De kan användas för att producera olika ämnen och produkter.

Nutrition

Ordagrant betyder nutrition att tillföra näring. Begreppet används ofta i sammanhang som handlar om hur kroppen får i sig och använder näringsämnen från maten.

Reaktor

Inom biosolutionsområdet används begreppet för att beskriva en behållare där biologiska processer kan genomföras under kontrollerade förhållanden. En reaktor används till exempel för att odla mikroorganismer eller för att producera olika ämnen.

Sabbatical

En tidsbegränsad period då en person tillfälligt lämnar sin ordinarie tjänst för att arbeta, forska eller kompetensutvecklas i en annan verksamhet. Begreppet används framför allt inom akademien och är vanligt i USA, där forskare exempelvis kan tillbringa en period vid ett annat universitet eller i näringslivet.

Sidoström

En sidoström är ett material som uppstår som en del av en produktionsprocess men som inte är den huvudsakliga produkten. Den kan användas som råvara i en annan process.

Syntetisk biologi

Begreppet innebär att biologiska system kan designas, förändras och optimeras för att skapa nya funktioner och industriella tillämpningar.

Teknikcollage

Teknikcollege är en kvalitetsmärkning för gymnasieutbildningar och vuxenutbildningar inom teknik och industri i Sverige. Utbildningsformen är ett samarbete mellan skola, näringsliv och kommun eller region, där utbildningar som uppfyller vissa kvalitetskriterier kan certifieras med detta namn. Tanken är att utbildningen ska ligga nära det som industrin faktiskt efterfrågar, bland annat genom praktik, samverkan med lokala företag och regelbunden uppdatering av vad eleverna lär sig, så att de är väl förberedda för att gå direkt ut i arbetslivet eller vidare till högre utbildning.

Testmarknad

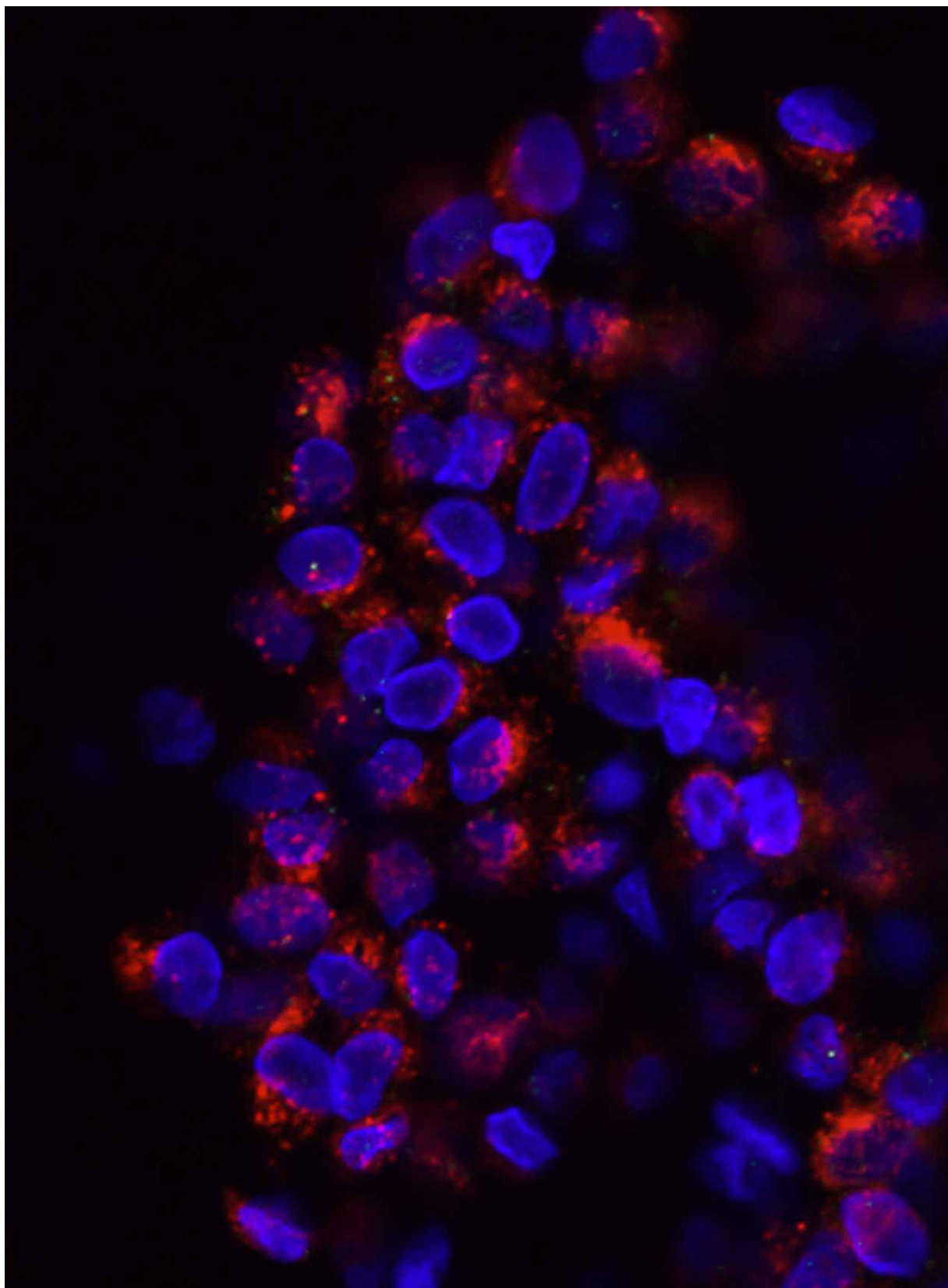
En marknad där nya produkter kan testas i verklig användning innan de lanseras på en större marknad. Det ger företag möjlighet att få erfarenheter och återkoppling från kunder.

Växthusgaser

Gaser i atmosfären som bidrar till att jorden värms upp. Koldioxid, metan och lustgas är exempel på växthusgaser.

Uppskalning

Uppskalning innebär att gå från att tillverka eller testa något i liten skala till att producera det i större skala. Det kräver ofta större utrustning och anpassningar av processen.



Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien är en fristående akademi med uppgift att främja tekniska och ekonomiska vetenskaper samt näringslivets utveckling. I samarbete med näringsliv och högskola initierar och föreslår IVA åtgärder som stärker Sveriges konkurrenskraft.

Utgivare: Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA), 2026

Box 5073, SE-102 42 Stockholm

Telefon: 08-791 29 00

IVA-R 545

ISSN: 1100-5645

ISBN: 978-91-89181-92-2

Författare: Arbetsgruppen i samverkan med Charlotte Hall

Redaktör: Charlotte Hall

Projektledning: Lisa Thelin, IVA

Fotografier: Lunds universitet & Unsplash

Grafisk form: Pelle Isaksson, IVA

Denna rapport finns att ladda ned på www.iva.se.

IVAs visionsprojekt **Svenska framtider** ska resultera i en väl förankrad och tydlig vision för Sverige som ledande teknik- och innovationsland år 2035 – med fokus på konkurrenskraft, hållbarhet och säkerhet.



Kungl. Ingenjörsvetenskaps
Akademien