



Vi bygger broar mellan forskning och utbildning inom den cirkulära bioekonomin. (BREC)

Detta utbildningsmaterial riktar sig till lärare som vill fördjupa sin förståelse för den cirkulära bioekonomin och inspirera sina elever till en hållbar framtid. Målet är att ge nästa generation kunskap och insikter för att möta framtidens miljöutmaningar."



I den här boken kommer vi att utforska begreppet bioekonomi och olika tekniker för att återanvända avfall från lantbruk, men även skogsbruk. Utmaningar för innovation inom de gröna näringarna samt policy och klimatt fördelar med teknikerna tas också upp. Häftet är utformat i syfte att ge lärare ett material att använda i klassrummet och i undervisningen, bidra till att utbilda framtidens lantbrukare och påskynda omställningen till ett koldioxid neutralt samhälle.

Projektgrupp

Araldsen, Tord (Norge), Brønnick, Birgitte (Norge), Edström, Mats (Sverige), Fischer, Erik (Sverige/Tyskland), Fostad, Karen-Marie (Norge), Foth, Sebastian (Tyskland), Ghalibaf, Maryam (Finland), Gunnarsson, Carina (Sverige), Honkanen, Anne (Finland), Laaksonen, Ilmari (Finland), Laurell, Carina (Sverige), Levins, Indulis (Lettland), Lundervold, Amalie (Norge), Sollihagen, Selma (Norge), Stuparu, Adelina (Sverige), Vircava, Ilze (Lettland)

Innehåll

Innehåll	iii
Bakgrund.....	1
Lärandemål	2
Teknologi och Utmaningar	11
Resurshushållning: Lantbruk, Skogsbruk	11
Allmänna principer för bioraffinering	12
Vad är ett bioraffinaderi?	12
Pyrolys	24
Förgasning.....	26
Proteinutvinning.....	29
N2 Applied.....	32
<hr/> Genomförande och Lösningar.....	33
Referenser	39
Tack.....	42

Bakgrund

Syftet med projektet var att bidra till en större användning av cirkulära lantbruksmetoder i omställningen från en linjär ekonomi till en cirkulär bioekonomi. Vinsten ligger i en betydligt mindre miljöpåverkan än för vanligt konventionellt lantbruk. Genom ett ökat samarbete mellan regioner, forskningsorganisationer och lantbruksskolor ska projektet bidra till ökad kunskapsöverföring om cirkulär bioekonomi.

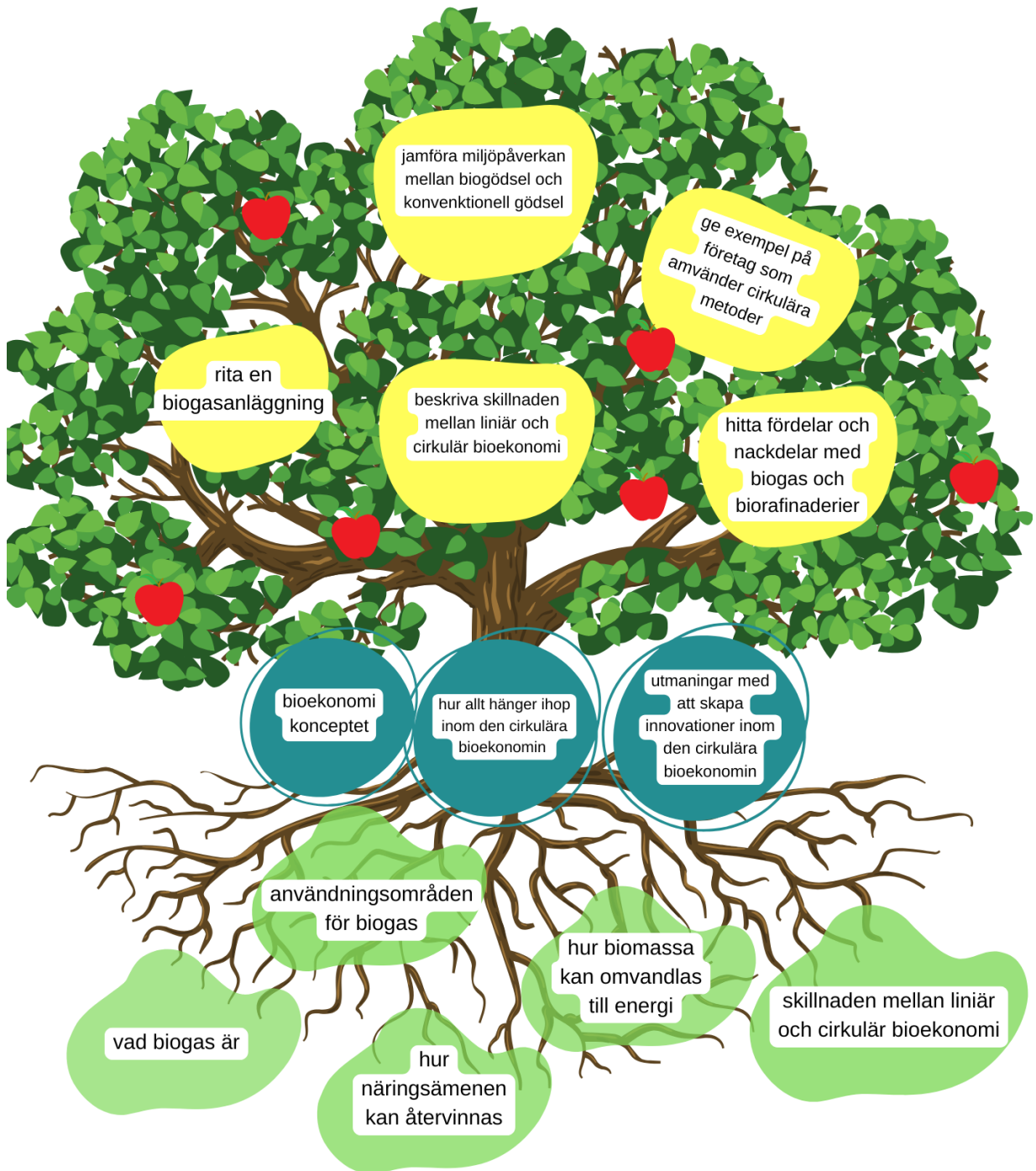
Tillsammans har Viken Fylkeskommune i Norge och Västra Götalandsregionen tagit fram miljömål för att vara föregångare i utvecklingen av ett fossilfritt samhälle baserat på cirkulära principer och miljöledningssystem. En utmaning i att nå dessa mål är bristen på kunskapsöverföring och möjligheten att utbyta erfarenheter. Genom ett internationellt samarbete och utbyte av erfarenheter mellan regioner som har specialiserat sig på olika lösningar har vi inom projektets ram kommit fram till följande:

1. Gett förslag på piloter för ny och kommersiellt tillgänglig teknik och praxis som driver cirkulär bioekonomi.
2. Möjliggjort för lantbruksskolor att sprida kunskap om den cirkulära bioekonomin till elever/studenter och lantbrukare genom framtagning av undervisningsmaterial.
3. Skapat en internationell grupp av aktörer som har samarbetat för att nå relevanta målgrupper som exempelvis lantbrukare, lantbruksföreningar, rådgivare och politiker med information om nya cirkulära lantbruksmetoder.

Naturbruksförvaltningens roll i projektet var främst att leda en internationell referensgrupp med lärare från Sverige, Norge, Lettland, Tyskland och Finland. Gruppen har utvecklat sina kompetenser inom bioekonomiområdet och bidragit till ett nytt undervisningsmaterial i samverkan med experter och forskare.

Lärandemål

BREC:s lärandemål togs fram av lärare under våren 2023 och beskriver vad elever och studenter ska förstå efter en lektion inom bioekonomi. Trädets rötter representerar den kunskap som studenterna ska tillgodogöra sig. Trädets kärna presenterar vad studenterna behöver förstå. I trädets krona har återfinns exempel på förmågor och färdigheter: vad eleverna ska kunna göra efter en lektion i bioekonomi. Lektionens mål och planer kan anpassas utifrån individuella behov. Information från boken kan användas som den är eller så kan delar av den användas för att passa in i olika kurser och läroplaner.



Del I: Grunderna i bioekonomi

Definitioner



Biobaserad

BASERAD PÅ BIOLOGISKA MATERIAL, SÄRSKILT JORDBRUKS- ELLER SKOGSRESURSER.

Biogödsel



AV ORGANISKT URSPRUNG, SOM INNEHÅLLER VÄXTNÄRING, KOL OCH IBLAND LEVANDE MIKROORGANISMER



Biodiesel

EN FÖRNYBAR TYP AV BRÄNSLE SOM HÄRRÖR FRÅN VÄXTER OCH DJUR, T.EX. VEGETABILISKA FETTER ELLER FETT, OCH SOM ANVÄNDS I DIESELMOTORER.

Biokol



EN TYP AV BIOMASSA SOM ANVÄNDS FÖR ATT FÖRBÄTTRA MARKENS EGENSKAPER OCH SOM LIKNAR TRÄKOL.

Bioplast



EN BIOBASERAD OCH/ELLER BIOLOGISKT NEDBRYTBAR PRODUKT SOM TILLVERKAS AV FÖRNYBARA VÄXTKÄLLOR, I MOTSATS TILL PETROLEUM.

Blå bioekonomi



EN EKONOMISK TERM SOM AVSER UTNYTTJANDE, BEVARANDE OCH ÅTERSKAPANDE AV HAVSMILJÖN.



Biomassa

MATERIAL SOM KOMMER FRÅN LEVANDE ELLER NYLIGEN LEVANDE ORGANISMER OCH SOM KAN ANVÄNDS SOM EN FÖRNYBAR ENERGIKÄLLA. BIOMASSA KAN OMVANDLAS TILL OLIKA FORMER AV ENERGI, T.EX. VÄRME, ELEKTRICITET ELLER BIOBRÄNSLEN. SOM ENERGIKÄLLA ÄR BIOMASSA FÖRNYBAR.

Biogas



EN BLANDNING AV METAN OCH KOLDIOXID SOM PRODUCERAS GENOM BAKTERIELL NEDBRYTNING AV ORGANISKT MATERIAL OCH SOM OFTA ANVÄNDS SOM BRÄNSLE, VÄRME ELLER FÖR ANDRA ENERGIÄNDAMÅL.

Bio-metan (RNG)



ÄVEN KÄND SOM FÖRNYBAR NATURGAS, ÄR EN BIOGAS SOM HAR UPPGRADERATS TILL EN KVALITET SOM LIKNAR FOSSIL NATURGAS OCH HAR EN METANKONCENTRATION PÅ 90% ELLER HÖGRE. DEN ERHÅLLS GENOM ATT MAN TAR BORT CO₂ OCH ANDRA ORENHETER FRÅN BIOGASEN.

Bioraffinaderi



ETT RAFFINADERI SOM OMVANDLAR BIOMASSA TILL ENERGI OCH ANDRA NYTTIGA BIPRODUKTER (T.EX. KEMIKALIER).

Cirkulär bioekonomi



SLUTA RESURSKRETSLOPPET OCH ÅTERVINNA, ÅTERANVÄNDA BIOLOGISKA RESURSER.

Utsläpp



ETT ÄMNE SOM SLÄPPS UT I LUFTEN, VANLIGTVIS AV EN FÖRBRÄNNINGSMOTOR.

1. Bioekonomi

[Bioekonomi](#) är en ekonomi där material, kemikalier och energi har sitt ursprung i förnybara biobaserade råvaror. I en cirkulär ekonomi menas att resurserna stannar kvar inom samhällets kretslopp i stället för att bli till avfall.

För att engagera elever att utforska definitionen av bioekonomi kan interaktiva övningar användas baserat på elevens utbildningsnivå.

Länken innehåller en förklaring för elever och kan användas som en introduktion till ämnet i klassrummen.

Ett exempel på en övning kan vara en reflektion om huruvida eleven skulle äta mat som har odlats på deras grannars bajs? Ställ frågan: Vad skulle krävas för att du skulle acceptera det här? Visste du att om du har ätit vete har du förmodligen redan ätit mat som producerats på det här sättet?



Linjär och cirkulär ekonomi

Vad betyder linjär ekonomi?

I en linjär ekonomi följer produktion och konsumtion en linjär modell där varor produceras, används och sedan kastas bort som avfall (Miljødirektoratet, 2022). Det finns begränsade åtgärder för att återanvända, återvinna eller utnyttja avfall som resurser. Resurser utvinns, förbrukas och avfallet hamnar på deponier eller förbränns. I en linjär ekonomi ligger fokus främst på ekonomisk tillväxt och produktion utan att nödvändigtvis ta hänsyn till de miljömässiga och sociala konsekvenserna av modellen.

Cirkulär ekonomi

I en cirkulär ekonomi ses resurser som ett kontinuerligt flöde, där material och produkter används, återvinns och återanvänds för att skapa ett slutet kretslopp (Miljødirektoratet, 2022). Målet är att minimera avfall och resursförluster genom återanvändning, reparation och återvinning. I en cirkulär ekonomi ligger fokus på att bevara värdet på produkter och material så länge som möjligt. Material och produkter skapas så att de ska kunna återvinnas och vara lätta att återvinna. Den cirkulära ekonomin uppmuntrar också till delning och användning av tjänster snarare än individuellt ägande av produkter, för att minska mängden produkter som behövs. Cirkulär ekonomi syftar till att skapa en mer hållbar och resurseffektiv ekonomi samtidigt som hänsyn tas till miljömässiga och sociala aspekter.

Skillnaden mellan linjär och cirkulär ekonomi

Den grundläggande skillnaden mellan linjär och cirkulär ekonomi ligger i synen på resursanvändning och avfallshantering. Medan den linjära ekonomin har ett enkelriktat flöde från produktion till avfall, ligger fokus i den cirkulära ekonomin på att skapa ett kretslopp där material och produkter kan återvinnas och återanvändas (Miljødirektoratet, 2022).

Linjär bioekonomi

I en linjär bioekonomi följer produktion och konsumtion en linjär modell där biomassa används som råmaterial för att producera varor, energi eller kemikalier. Efter användning slängs biomassan som avfall utan att återvinnas eller återanvändas. Här utvinns kontinuerligt ny biomassa istället för att återvinna det som redan samlats in och utan att ta hänsyn till naturligt återväxt. I en linjär bioekonomi ligger fokus främst på ekonomisk tillväxt och ekonomiska fördelar från användningen av biomassa, utan att man nödvändigtvis tar hänsyn till de miljömässiga och sociala konsekvenserna.

Ett exempel på en linjär bioekonomi är nötköttsproduktionen i Brasilien, som driver på avskogningen i jakten på grönare betesmarker (Reis, T., Zu Ermgassen, E., & Pereira, O. 2023). Ett annat exempel är överfiske. Det uppskattas att cirka 34 procent av fiskbestånden är överfiskade, vilket leder till en minskning av fiskbestånden (Ritchie och Roser 2021). Ytterligare

ett exempel är havsbaserad fiskodling, där nästan all biogödsel från fisk (en kombination av fiskens exkrementer och foderrester) släpps ut direkt i det omgivande vattnet och ekosystemet (Spilling, 2016). Linjär bioekonomi innebär att biomassa, oavsett om det är i form av växter, djur, material eller avfall, används för att producera livsmedel, foder eller andra produkter utan hänsyn till den naturliga kapaciteten att producera sådana material. Dessutom återanvänds eller utnyttjas inte det restavfall som uppstår under produktionsprocessen, eller andra organiska resurser som exempelvis djurgödsel, på ett effektivt sätt. Detta kan leda till att värdefulla näringsämnen och energi i restavfallet och gödselmedlet går till spillo, och kan i värsta fall leda till negativa miljökonsekvenser, såsom föroreningar och övergödning.

Cirkulär bioekonomi

I motsats till en linjär bioekonomi kommer en cirkulär bioekonomi att betrakta biologiska resurser som ett kontinuerligt flöde. Biomassa, produkter och näringsämnen samlas in, används, återvinns och återanvänds på ett sätt som skapar ett oändligt kretslopp. Målet är att tillgodose mänsklighetens materiella behov utan att överutnyttja vår planets kapacitet. Fotosyntesen spelar en stor roll i den cirkulära bioekonomin, eftersom det är den motor som håller kolet igång i dess kretslopp.

Att hantera resurser på ett sätt som överensstämmer med principerna för en cirkulär bioekonomi kan vara ganska svårt att optimera, eftersom vi behöver djupgående kunskap om naturens begränsningar, och ofta kunskap som baseras på lärdomar från den linjära ekonomin. Inom en cirkulär bioekonomi kan biologiskt avfall som avloppsvatten, matavfall och trä återvinnas. Lösningar är till exempel att återföra näringsämnen genom kompostering eller näringsämnen och energi genom biogasanläggningar.

En av de största utmaningarna med cirkulär bioekonomi handlar om att se till att alla återvunna produkter är säkra att använda. Ett tydligt exempel är mat som produceras med gödselmedel baserade på avloppsvatten (mänskligt avfall). Avloppsvattnet innehåller patogener (skadliga organismer), medicinrester (antidepressiva piller är ett problem), mikroplaster och andra material som slängs i toaletten, t.ex. färg. Den ”enklaste” lösningen skulle vara att slänga allt i havet eller bränna det, men principerna bakom cirkulär bioekonomi innebär att vi måste hitta ett lämpligt sätt att behandla och använda avloppsvattnet. Detta kan bli dyrt och kräver betydande systemförändringar!

Skillnaden mellan cirkulär ekonomi och cirkulär bioekonomi

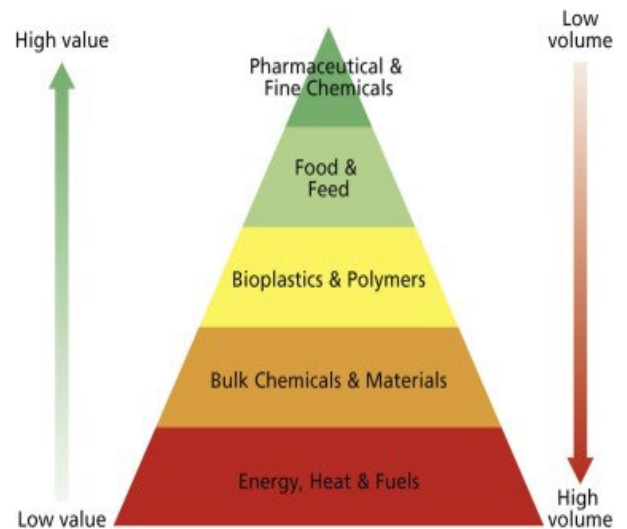
Cirkulär ekonomi är ett bredare begrepp som utöver den cirkulära bioekonomin även omfattar tekniska kretslopp. Dessa tekniska kretslopp kan t.ex. vara batteriernas cirkulära ekonomi, dvs. en produktionslinje som inte huvudsakligen bygger på biologiska resurser. Dessa cykler har inte lyxen att drivas av fotosyntesen, vilket innebär att de måste vara extra försiktiga med att utvinna jungfruliga material. Den cirkulära bioekonomin å andra sidan kan fortfarande skörda material så länge som den följer hållbara metoder.

Kaskadeffekter

Kaskadeffekter spelar en viktig roll inom bioekonomin och är en nyckelprincip för att uppnå ett hållbart utnyttjande av biologiska resurser. Principen handlar om att utnyttja restprodukter och avfall från biomassa på ett hierarkiskt sätt, där de mest värdefulla komponenterna tas ut först och restprodukterna används för andra ändamål med lägre värde. Se exempel med avfallspyramidmodellen för bioekonomin.

Bioekonomins värdepyramid

Bioekonomins värdepyramid representerar en hierarkisk struktur för resursutnyttjande inom bioekonomin (Stegmann, Londo & Junginger, 2020). Modellen visar hur biomaterialet går igenom flera användningssteg för att utvinna produkter med högt värde innan det går vidare till tillämpningar med lågt värde. Högst upp i pyramiden hittar vi produktionen av biokemikalier och läkemedel som har en låg volym men ett högt ekonomiskt värde. Dessa värdefulla produkter är av stor betydelse för både hälsoindustrin och andra högteknologiska tillämpningar. Resterna från denna process kan sedan gå vidare till livsmedelsproduktion. Slutligen, när resurserna inte längre kan utvinnas, kan de användas för energiproduktion, vilket är en produktion som kräver en stor mängd biomassa. Avfallspyramiden säkerställer att biomassan utnyttjas optimalt och att värdefulla resurser utvinns innan de används för mindre värdefulla ändamål, vilket bidrar till en mer effektiv och cirkulär bioekonomi.



Figur 1: Bioeconomy value pyramid., (Stegmann, Londo, & Junginger, 2020)

Koldioxidcykel och biomassa

Biomassa avser organiskt material, dvs. växter, djur och mikroorganismer, samt avfallsprodukter från dessa (Universitetet i Oslo, 2023). Det inkluderar allt från träd och grödor till animaliskt avfall och mikrobiell massa. Biomassa är en viktig resurs för människan eftersom den kan användas både som energi, mat, foder, fiber och olika kemikalier.

Kolets kretslopp är en av de mest grundläggande och avgörande biogeokemiska processerna på jorden. Den innebär ett utbyte av kol mellan atmosfären, havet, marken och levande organismer genom olika kemiska reaktioner (Kjeldsen & Bedin, 2023). Fotosyntesen spelar en central roll i kolcykeln, eftersom det är genom denna process som gröna växter och vissa bakterier fångar upp solenergi och omvandlar koldioxid (CO_2) och vatten (H_2O) till glukos ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) och syre (O_2). Glukos produceras genom fotosyntesen och fungerar som en form av lagrad kemisk energi i växten. Denna process möjliggörs genom att absorbera energi från solen. Energin används senare i växtens livsprocesser, och glukosen blir till en del av biomassan i växtens vävnader.

Man kan därför säga att biomassa representerar lagrad solenergi. Den energi som lagras i växter förs sedan vidare genom näringskedjan när djur äter växter eller när köttätare äter växtätare. Energi frigörs genom organismernas ämnesomsättning. Det kol som ingår i biomassan frigörs och går i sin tur tillbaka till atmosfären som CO₂ genom processer som andning och nedbrytning (Kjeldsen & Bedin, 2023). Biomassa är i hög grad kopplad till fotosyntesen och kolcykeln, eftersom den representerar det organiska material som produceras av solenergi genom fotosyntesen och som genomgår kolutbyte i ekosystemen på jorden.

Del II: Teknologi och Utmaningar

Resurshushållning: Lantbruk, Skogsbruk

Cirkulärt lantbruk: Ett hållbart förhållningssätt

Cirkulärt lantbruk innebär återanvändning och optimering av resurser för att minimera avfall. I stället för en linjär ”ta-skapa-kasta bort”-modell främjar cirkulärt lantbruk resurseffektivitet, motståndskraft och hållbarhet.

Viktiga principer:

- **Hållbarhet:** Skörda inte mer än vad naturen kan hantera så att det inte påverkar framtida skördar.
- **Resurseffektivitet:** Allt kan användas till något, helst så högt upp i den bioekonomiska värdepyramiden som möjligt.
- **Biologisk mångfald:** Olika odlingssystem förbättrar motståndskraften och stöder ekosystemen.

Exempel på nya användningsområden för grödor och avfall:

- **Biogas:** När organiskt material bryts ner i en lufttät behållare bildas en brännbar gas. Denna gas kan användas för att producera värme, el eller som bränsle
- **Biokol:** När det organiska materialet behandlas vid höga temperaturer återstår bara det torra, fasta materialet, som kan användas för att öka kolhalten och förbättra jorden.
- **Växtproteiner:** Att utvinna proteiner från växter som gräs och klöver eller ensilage kan proteinrika alternativ till importerade djurfoderproteiner, som soja fås fram.
- **Återvunna näringsämnen:** Fosfor är ett begränsat substrat som vi är beroende av för att producera livsmedel. Att återanvända fosfor är därför nödvändigt.

Skogsbruk

Skogar är levande ekosystem, men de är också mycket mer än så. Per definition utgör skogarna en enorm källa av biomassa - det organiska material som utgör träd, växter och andra skogskomponenter. Skogar utvecklas över tid och påverkas av mänsklig förvaltning och miljöfaktorer.

Historiskt fokus: Återplantering

- Traditionellt sett har skogsförvaltning kretsat kring återväxt, dvs. återplantering efter det att skogen avverkats. På så sätt säkerställs en mer hållbar cykel av tillväxt och förnyring.

- Denna förvaltning syftar till att upprätthålla skogens hälsa, biologisk mångfald och ekosystemtjänster.
- Den nya gränsen: Optimering inom skogsbruk

Mer än bara återplantering

Återväxten är fortfarande viktig, men nya spännande möjligheter väntar inom skogsbrukssektorn. Optimering är nyckeln. Det handlar om att fatta de bästa besluten för att uppnå specifika mål och samtidigt använda tillgängliga resurser på ett effektivt sätt.

Precis som jordbruket tjänar skogsbruket olika syften:

- Träindustri: Denna sektor fokuserar på bearbetning av sågat trä, produktion av bioenergi och användning av trä i byggbranschen.
- Möbelindustrin: Trä förvandlas till funktionella möbler.
- Pappers- och massaindustrin: Skogen ger råmaterial för pappers- och massaproduktion.
- Cellulosabaserade fibrer och plaster: Innovativa material kommer från skogsresurser, till exempel bioplast och vanillin.

Allmänna principer för bioraffinering

Vad är ett bioraffinaderi?

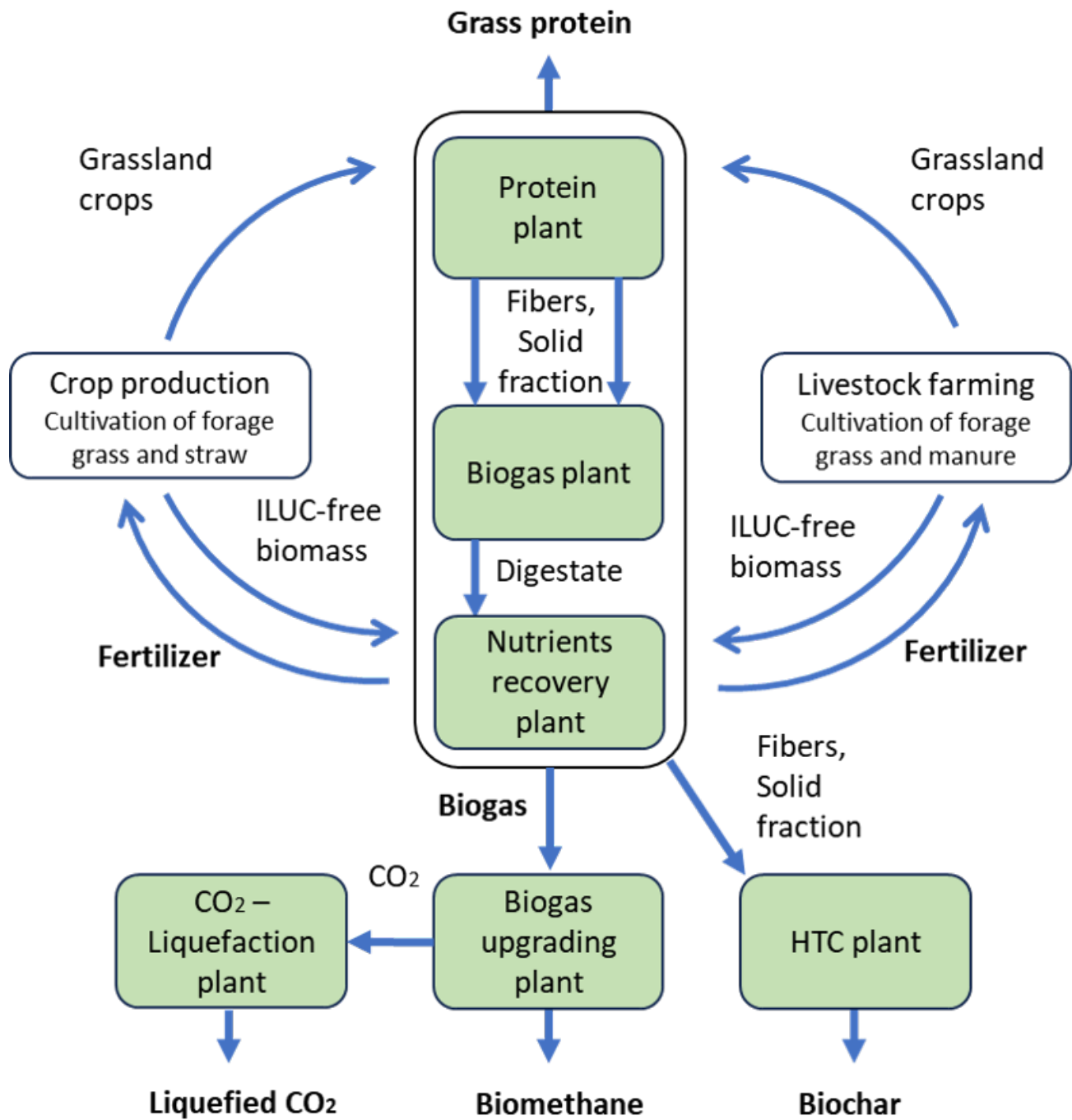
Föreställ dig ett högteknologiskt kök för utvinning av värdefulla ingredienser ur biomassa (som t.ex. tång, gräs och stjälkar). I det här köket använder vi en flerstegsprocess för att låsa upp olika föreningar.

Först utvinna vi de mest värdefulla föreningarna, även om de förekommer i små volymer. Sedan utnyttjar vi alla andra delar av biomassan - inget går till spillo!

Vårt mål? Uppnå nästan noll avfallsproduktion.

Senare kommer vi att titta närmare på hur bioraffinaderier används för att utvinna proteiner från gräs och klöver för att använda till djurfoder.

Tekniker



Exempel på ett bioraffinaderi @RISE

Avvattning av gödsel

Att separera gödsel i flytande och fasta fraktioner är vanligt förekommande av flera skäl. Denna process spelar en avgörande roll för att förbättra gödselhanteringen och öka den miljömässiga hållbarheten, särskilt i storskaliga jordbruksverksamheter. Varje teknik har olika fördelar, beroende på gödselns fukthalt, gårdens storlek och den avsedda användningen av de separerade materialen, t.ex. energiproduktion, gödningsmedel eller miljöhantering. De viktigaste fördelarna är bland annat:

- **Förbättrad hantering av näringsämnen:** Den flytande fraktionen innehåller vanligtvis en högre koncentration av kväve, som är mer lättillgängligt för växtupptag. Detta kan användas som flytande gödselmedel för att optimera näringsupptaget. Den fasta fraktionen innehåller mer organiskt material samt fosfor och kalium, vilket gör den lämplig som gödningsmedel eller jordförbättringsmedel.
- **Enklare hantering och lagring:** Flytande gödsel är lättare att pumpa och sprida med hjälp av bevattning eller tankbilar, vilket gör spridningen mer effektiv. Den fasta fraktionen, som är mer kompakt, är lättare att lagra, transportera och bearbeta till kompost eller för torkning.
- **Minskning av lukt och utsläpp:** Separering av gödsel bidrar till att minska lukt och utsläpp av växthusgaser, särskilt metan och ammoniak, eftersom den flytande fraktionen lättare kan behandlas eller spridas för att minimera miljöpåverkan.
- **Effektivitet i biogasproduktionen:** I biogasanläggningar kan separering av gödsel förbättra rötnings effektiviteten. Den fasta fraktionen, som är rik på organiskt material, är idealisk för anaerob rötning, medan den flytande fraktionen kan återvinnas eller behandlas separat.
- **Förbättrad vattenkvalitet.** Genom att separera fraktionerna blir det lättare att hantera näringsämnen och förhindra att näringsämnen rinner ut i vattendrag, vilket bidrar till att skydda vattenkvaliteten i omgivande områden.

Förbehandling av cellulosarika material

Cellulosarikt jordbruksavfall, t.ex. skörderester, är ofta rikligt förekommande men underutnyttjas. Förbehandling av dessa material möjliggör effektivare återvinning av energi och

näringsämnen, vilket omvandlar avfall till värdefulla insatsvaror för processer som bioenergiproduktion

Ökad biogasproduktion och bättre biogödsel med förbehandling:

- **Effektivitet:** I biogasanläggningar används ofta celluloserika material (t.ex. halm, majsstjälk) som substrat. Förbehandlingen bryter ner cellulosa till enklare sockerarter, som mikroorganismer kan bryta ner i rötningsprocessen till biogas.
- **Högre avkastning:** Genom att förbättra materialets smältbarhet ökar förbehandlingen det totala utbytet av biogas, vilket gör processen mer effektiv och kostnadseffektiv.
- **Snabbare bearbetning:** Förbehandling av celluloserika material minskar den tid som krävs för att materialet ska brytas ned i biorötkammare eller komposteringssystem. Den kortare uppehållstiden möjliggör snabbare omsättning och större bearbetningskapacitet.
- **Frigöring av näringsämnen:** Förbehandlingen bidrar till att frigöra näringsämnen som kväve, fosfor och kalium som är låsta i växternas cellväggar, vilket gör dem mer lättillgängliga när de används som gödningsmedel eller jordförbättringsmedel efter kompostering eller rötning.

Anaerob rötning (biogasproduktion)

Biogas är en viktig källa till förnybar energi som gör det möjligt att omvandla avfall till användbar energi. Den produceras genom en naturlig process som kallas anaerob nedbrytning (rötning), där organiska material - som avfall, växtrester och stallgödsel bryts ned av mikroorganismer i en syrefri miljö. Det resulterar i en blandning av gaser som främst består av metan (CH_4), koldioxid (CO_2) och vattenånga (H_2O (g)).



Biogas är relativt enkelt att tillverka. Allt som behövs är organiskt material i en lufttät flaska. Biogas kan även produceras där man egentligen inte vill ha den, som exempelvis i avlopp och gödselbehållare för biogödsel.

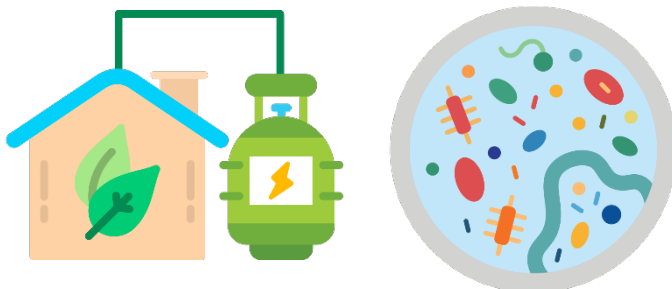
Rå obehandlad biogas kan ha en mycket tydlig lukt av ruttna ägg. Detta beror på de mycket låga koncentrationerna av vätesulfid (H_2S). Lukten är faktiskt en mycket användbar egenskap i biogas, eftersom den är en tydlig signal om eventuella läckor och potentiella explosionsrisker.



Bildtext på svenska?

I biogasprocessen bryts stora organiska molekyler ned till gaserna metan och koldioxid. Detta sker genom ett komplext samspel av en mängd olika typer av mikroorganismer.

En organism kan exempelvis producera ”mat” åt en annan organism eller skapa rätt förutsättningar för en annan organism att trivas genom att ändra pH-värdet i miljön. Allt som inte bryts ned till gas blir kvar som ”rötrest”. Här ingår näringsämnen som kväve, fosfor och kalium i form av redan smälta och växttillgängliga molekyler. I rötresten ingår också det stabila kol som inte kunnat omvandlas till gas, vilket ofta kan uppskattas till 50% av kolet i det ursprungliga organiska materialet, men det varierar med olika material.



Biorötkammare:

Dessa lufttäta system (behållare eller tankar) bryter ner organiskt material som späts ut i vatten. Naturligt förekommande mikroorganismer gör jobbet. Föroreningar och fukt avlägsnas vanligtvis innan biogasen används.

Användningsområden för biogas:

(Combustion) Förbränning för värme och elektricitet:

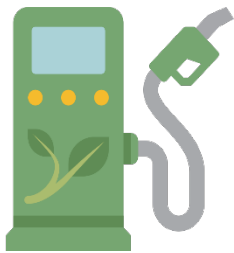
En biogaspanna (biogasboiler) förbränner biogas för att producera värme. Energin som produceras kan värma upp byggnader eller generera elektricitet. Ungefär en tredjedel av energin konverteras till el, medan resten kan användas till uppvärmning av byggnader.

Uppgradering till biometan:

Biometan (även känd som ”förnybar naturgas”) är renad biogas. Den skapas genom att biogasen ”uppgraderas” så att CO₂ och andra föroreningar avlägsnas. Biometan har ett ännu högre energiinnehåll än biogas. Innan biogasen uppgraderas kan den också kallas rågas.

Biometanproduktion

Uppgradering av biogas:



Vattenskrubber och membranseparation är vanliga metoder som används vid uppgradering. Dessa metoder separerar gaserna i biogasen och lämnar en nästan ren metangas. Biometan är kompatibel med befintlig naturgasinfrastruktur och befintliga gasfordon.

Termisk förgasning och metanisering:

Biometan kan också produceras genom en helt annan process än biogas.

Denna kallas förgasning. Det organiska materialet genomgår då nedbrytning vid hög temperatur (700-800°C) i en miljö med låg syrehalt. Då bildas en blandning av gaser (syngas), bland annat kolmonoxid, väte och metan. Denna process är mer lämplig att använda för träbiomassa, eftersom de tjocka cellväggarna gör det svårt för mikroorganismerna att bryta ner materialet i biogasprocessen.

Metanisering är ytterligare ett alternativ för produktion av biometan som omvandlar väte och bio-CO₂ till ren metan med hjälp av mikroorganismer och/eller energi.

Slutsats:

Biogas är inte bara ett vetenskapligt koncept - det är en länk mellan energibehov och miljöskydd. Genom att utnyttja organiska material kan vi skapa en hållbar framtid där avfall används och blir till en värdefull resurs.

Fördelar med biogas:

- **Effektiv avfallshantering:** Biogasproduktion innebär ett effektivt sätt att hantera organiskt avfall, inklusive matavfall och animaliskt avfall. Det gör det möjligt att återvinna viktiga

näringsämnen som kväve, fosfor och kalium. Dessa ämnen kan användas som gödningsmedel i lantbruket.

- Skapar nya jobb: Biogasindustrin kan skapa många jobb och bidra ekonomiskt genom hela sin värdekedja, från insamling av avfall till produktion av biogas.
- Förnybar resurs: Biogas och biogödsel tillverkas av förnybara resurser, vilket minskar beroendet av ohållbara resurser som olja och kemiska gödningsmedel.

Nackdelar med biogas:

- ❖ Beroende av organiskt material: En jämn produktion av biogas kräver tillräckliga mängder organiskt material. Konkurrens om dessa material från andra sektorer kan leda till utmaningar när det gäller resursfördelning.
- ❖ Problem med lukt och plats: Avfallshantering kan generera obehagliga lukter, vilket gör att placeringen av biogasanläggningar är avgörande för att minimera potentiella luktproblem i närheten av befolkade områden.
- ❖ Temperaturpåverkan: Biogasproduktion är temperaturberoende, och klimatförhållanden kan påverka produktionseffektiviteten. I kyligare områden krävs mer resurser för att isolera och värma upp anläggningarna, vilket ökar produktionskostnaderna.
- ❖ Kostnader och investeringar: Att etablera en biogasanläggning innebär betydande kostnader och investeringar, särskilt gällande infrastruktur och lagring av gödselmedel.

Trots att det finns utmaningar kan flera av dessa hanteras genom planering, teknikutveckling och effektiv drift. Produktion av biogas innebär utmaningar på systemnivå som kräver politisk vilja för att hanteras. Trots nackdelarna finns kunskap och teknik för att producera biogas, vilket gör det till ett lämpligt alternativ för hållbar energiproduktion.

Gödselmedel och jordförbättring: Vad är biogödsel?

Relationen mellan biogas och biogödsel:

När vi producerar biogas (energi från biomassa) får vi ytterligare en fördel: Biogödsel. Biogödsel är den restblandning som erhålls från den anaeroba nedbrytningen av biogasmatningssubstratet - som ofta är gödsel eller annat organiskt avfall.



Näringsrik resurs:

Biogödsel från biogas är inte bara avfall, det är en mycket näringsrik produkt. Den innehåller viktiga näringsämnen för växtodling, bland annat kväve (N), fosfor (P), kalium (K) och mikronäringsämnen. Men det är inte allt! Det innehåller också kol, som spelar en viktig roll för jordhälsan.

Jordhälsa och kolinlagring:

Kol och jordstruktur:

Jordens kvalitet beror på olika faktorer, och kol är en avgörande faktor. Kol fungerar som en näringskälla för mikroorganismer i marken. När vi använder biogödsel från biogas ger vi inte bara näring åt växterna utan främjar också jordhälsa.

Hur kolinlagringen sker:

Biogödsel från biogas bidrar till jordens lager av organiskt kol. Kolinlagring förbättrar markstrukturen, vattenhållningen och tillgången på näringsämnen. Frisk jord betyder även friskare grödor!

Bio-CO₂: En grön lösning för industriella behov

Under produktionen av biogas uppstår en betydande biprodukt, bio-CO₂. Denna koldioxid, som kommer från biologiska källor, kan spela en viktig roll i att minska industriella utsläpp. Det finns två huvudsakliga sätt att använda bio-CO₂:

- **Direktanvändning:** Användning av bio-CO₂ i gasform för att exempelvis producera biokemikalier, bränsle och betong.
- **Vätskeform:** Omvandling till flytande form. Denna metod är mer energikrävande men erbjuder flera fördelar. Flytande CO₂ är tätare (molekylerna i vätskeform sitter tätare jämfört med gasform) och kan lagras och transporteras mer effektivt än koldioxid i gasform. Det är särskilt fördelaktigt för tillämpningar som kräver stora volymer CO₂ eller där lagringsutrymmet är begränsat.



Stor biogasanleggning eksempel

Ett exempel är Den Magiska Fabriken i Norge, som har en kapacitet att producera cirka 120 GWh biogas. Vid anläggning omvandlas matavfall och gödsel från boskap till biogas, biogödsel samt maskkompost och grön koldioxid. Matavfallet kommer från cirka 1,2 miljoner invånare i Östra Norge, medan gödseln kommer från kor- och grisar i Vestfold.

Men Den Magiska Fabriken är mer än bara en biogasanläggning. Den fungerar även som ett nav för att koppla samman industrier genom olika projekt och initiativ, och lägger grunden för hållbar utveckling, innovation och grön tillväxt. Det regionala avfallshanteringsföretaget VESAR har etablerat ett Kunskaps- och erfarenhetscenter på biogasanläggningen. Centret ger barn och unga chansen att lära sig praktiskt om hur vi sorterar avfall, återvinner material, producerar mat och skapar förnybar energi. En viktig del av undervisningen är att blanda teori och praktik, så att deltagarna får möjlighet att se, smaka och känna dofter i verkliga miljöer.

Ett annat exempel från Sverige är Möre Biogas Småland AB, som grundades i februari 2011 efter flera års förberedelser. Företaget har 21 aktieägare, inklusive 15 bönder från Förlösa, Läckeby och Rockneby, belägna strax norr om Kalmar. Anläggningen producerar komprimerad fordons gas för lokal användning. Råmaterialen inkluderar gödsel från böndernas gårdar och matavfall från hushåll i de omgivande kommunerna. Från 100 000 ton substrat producerar företaget en motsvarande mängd flytande biogödsel. Det mesta av denna biogödsel återförs till bönderna. Den innehåller högre näringsnivåer jämfört med stallgödsel, med en ökad koncentration av kväve.

Klimatnyttan med att använda biogas och biogödsel

Att förstå klimatnyttan

Miljöaspekter:

Klimatnytta handlar om att minska utsläppen av växthusgaser. Åtgärder som att övergå till förnybar energi och bevara skogar bidrar till att begränsa den globala uppvärmningen och mildra klimatförändringarna.

Ekonomiska fördelar:

- Utveckling av grön teknik och förnybara energikällor skapar nya arbetstillfällen och stimulerar den ekonomiska tillväxten.
- Att minska beroendet av kostsamma och skadliga resurser gynnar både miljön och ekonomin.
- Energieffektivitet och klimatanpassning kan även minska kostnaderna för energiförbrukning och infrastruktur.

Socialt välbefinnande:

Klimatnyttan sträcker sig till människors hälsa och livskvalitet.

- Minskade luftföroreningar minskar antalet luftvägssjukdomar.
- Klimatanpassning, som till exempel att bygga skydd mot översvämningar, skyddar samhällen som riskerar att drabbas hårt av klimatförändringar. Det hjälper dem att behålla sina jobb och gör att samhället klarar kriser bättre

Balans mellan kostnader och fördelar:

Det kan bli dyrt att ta itu med klimatförändringarna, men det blir mycket dyrare att inte göra något alls. Det finns många långsiktiga fördelar med att både försöka minska klimatförändringarna och samtidigt anpassa samhället till ett varmare klimat. Då skapas ett mer hållbart och motståndskraftigt samhälle.

Miljöpåverkan vid användning av biogas och gödselmedel

Låt oss ta Norge som ett exempel. Klimatnyttan uttrycks i procent. Att investera i biogas kan ge en klimatnytta på över 100 procent (Waste Norway, 2017b).

Exempel:

Föreställ dig ett fordon som släpper ut 100 ton CO₂-ekvivalenter med vanlig bensin. Om bensinen ersätts med biogas och minskar utsläppen med 100 ton CO₂-ekvivalenter uppnås 100 procent klimatnytta. Med andra ord har vi helt tagit bort eller minskat utsläppen av växthusgaser till samma nivå som om vi hade använt fossila bränslen som jämförelse

Trefaldig klimatnytta:

Biogas minskar inte bara utsläppen utan bidrar också till:

- Återvinning av näringsämnen
- Upptag av skadliga växthusgaser som metan

Dessa kombinerade effekter kan ge en klimatnytta på mer än 200 procent jämfört med vanliga fossila bränslen (EU, 2018).

Anledningar till hög klimatnytta:

- Ersätter fossila energibärare: Biogas förhindrar metanutsläpp och ersätter fossila bränslen, vilket minskar koldioxidutsläppen från förbränning (Avfall Norge, 2017b).
- Uppgradering av CO₂: CO₂ som härrör från biogas ersätter fossil CO₂.
- Restprodukter från bioraffinaderier: Biogas kan ersätta mineralgödsel.
- Behandling av avfall och gödsel: Biogasanläggningar har lägre klimatpåverkan än alternativa hanteringsmetoder.

Positiv påverkan med ökad produktion:

Ju mer biogas vi producerar, desto större blir klimatnyttan. I Norge produceras idag biogas motsvarande 0,6 TWh, men det kan ökas (Holst, u.å.). Att producera 2,8 TWh biogas kan

potentiellt minska koldioxidutsläppen med cirka 552 000 ton per år (ersätter naturgas) eller 716 000 ton (ersätter diesel) (Lyng & Berntsen, 2023). Detta utgör 6 till 8 procent av de nationella utsläppen från vägtransporter, beroende på vilket bränsle som ersätts (Lyng & Berntsen, 2023).

Pyrolyys

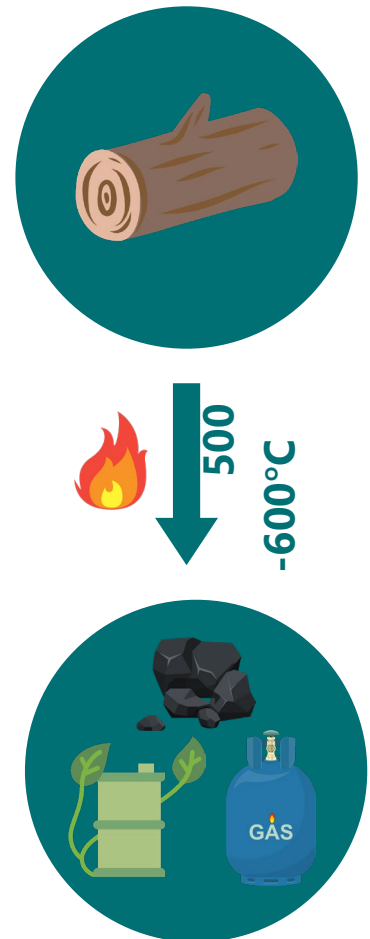
Pyrolyys: Mer energi från biomassa

Avverkningens dilemma

Kvarlämnad vedmassa: I avverkningsområden blir ofta upp till hälften av trämassan oanvänd.

Pyrolysens lösning: Vad är pyrolyys?

Pyrolyys är en process där biomassa (som trä) upphettas till höga temperaturer - kring 500-600 grader Celsius – nästan helt utan syre (Oslo universitet, 2022). I stället för att förbrännas helt, så bryts det organiska materialet ned till gaser, oljor och fasta kolrester ; långa och komplexa molekyler blir kortare och enklare kemiska föreningar.



Biokol: En kolrik lösning

Grunderna för biokol:

Biokol är ett poröst, kolrikt material. Till skillnad från ”vanligt” kol, som inte är förnybart, tillverkas biokol från källor som träd och andra växter. Det kan fungera som en tvättsvamp i marken, med små hål och porer som kan hålla och släppa ifrån sig vatten och näringsämnen.



Jordförbättring med biokol:

Terra Preta: I Amazonas har gammal jord som kallas ”Terra Preta” berikats med biokol (Pommeresche, 2018). Följande fördelar med detta har observerats:

- Lagring av näringsämnen. Biokol lagrar näringsämnen och är värd för mikroorganismer som främjar jordhälsa.
- Vattenbehållning. Biokolets porer fungerar som effektiva vattenbehållare, vilket skapar gynnsamma tillväxtförhållanden för växter.
- Bindning av koldioxid. Biokol hjälper till att fånga upp och lagra koldioxid.
- Om vi tillsätter en kubikmeter biokol i jorden undviker vi att släppa ut 1 000 kg koldioxid. (Jære, 2017).

Biokol och energiproduktion:

Biokol kan ersätta mindre miljövänliga alternativ som energikälla. Det används som bränsle i kraftverk, industrianläggningar och hushåll för att producera värme och el. Och det bästa av allt? Biokol är koldioxidneutralt, eftersom det produceras av växter som redan har absorberat koldioxid genom fotosyntesen.



Bioolja

Pyrolysens ursprung:

Bioolja uppstår genom pyrolys, en termisk process som bryter ner organiskt material i frånvaro av syre. Resultatet? En mörk, brun vätska som innehåller:

- Tjära (tar)
- Tyngre kolväten
- Vatten

Kolväten är kemiska föreningar som består av kol- och väteatomer (Bernatek & Kaland, 2023). De förekommer naturligt i fossila bränslen (som olja och kol), men kan också bildas vid nedbrytning av organiskt material. Användningsområden för bioolja:

- Bioolja kan användas för uppvärmning av byggnader eller i kraftproduktion för att producera elektricitet. Det är ett alternativ till traditionella fossila bränslen.

Möjligheter med raffinering:

- Genom ytterligare raffinering lämpar sig biooljan för transportsektorn. Tänk dig det som ett miljövänligt substitut för bensin eller diesel.

Kulinariskt användningsområde:

- Har du någonsin hört talas om "liquid smoke"? Det är en smaksättare som tillverkas av bioolja och ger en rökig smak till maten.

Fördelar med bioolja:

- Bioolja kan produceras från olika källor av biomassa. Denna flexibilitet garanterar ett brett utbud av råvaror.
- Biooljeproduktion är energieffektiv och minimerar energiförluster. Den kan lätt integreras i befintlig infrastruktur (som oljeraffinaderier) (Opdal, 2010).

Förgasning

Förgasningens rötter

Förgasning är inte en ny teknik utan har använts länge. Redan på 1800-talet användes gas för gatubelysning i städer. Under andra världskriget användes gengas som bränsle i bilar på grund av bristen på petroleum i Europa (Hofstad, 2020).



Förgasningsprocessen:

Tänk dig att omvandla fasta eller flytande bränslen till gas - närmare bestämt syngas (en blandning av väte, kolmonoxid och andra gaser).

I en maskin som kallas förgasare värms bränslet upp till cirka 800-1000 grader Celsius. Magin sker utan mycket syre, men lite vattenånga kan tillsättas.

Resultatet blir syngas!

Förgasning är inte kräsen - den kan använda olika resurser:

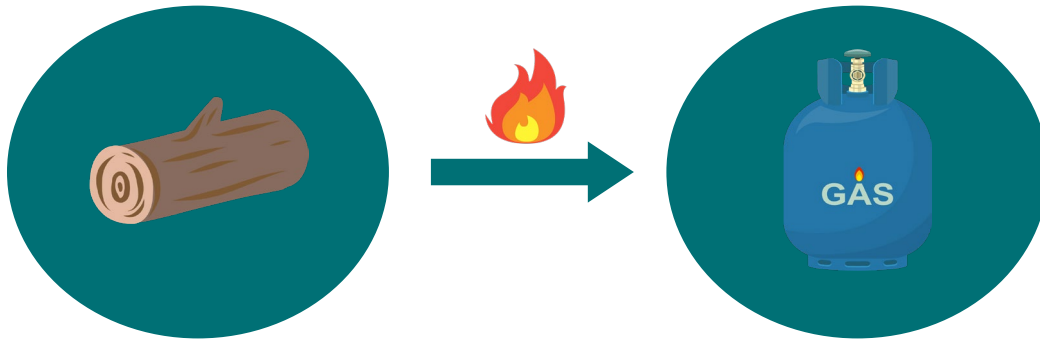
- Biomassa (t.ex. trä, bark och flis)
- Kol
- Naturgas
- Även avfallsmaterial (ja, det inkluderar matrester!)

Fördelar med förgasning:

- Minskade farliga utsläpp: Förgasning minskar utsläppen av skadliga ämnen som svavel och klor (Hofstad, 2020). Dessa ämnen binds i askan istället för att hamna i luften, vilket hjälper till att hålla luften renare och minskar risken för surt regn
- Smart resursanvändning: Förgasning omvandlar avfall (både biologiskt och fossilt) till gas. Det är som att förvandla skräp till en skatt - vilket minskar beroendet av fossila bränslen och främjar hållbarhet.
- Till skillnad från högtemperaturprocesser som skadar metaller bevarar förgasning återvinningsbara material. Värdefulla metaller kan återanvändas utan att förstöras.

Nackdelar:

- Låg energitäthet: Förgasningens energieffektivitet ligger på cirka 55 procent (Fornybarklyngen, 2020). En betydande del av den ingående energin går förlorad, vilket kräver större gasproduktion för önskad produktion.
- Komplexitet: Avfall är en blandning av olika ämnen, vilket påverkar förgasningseffektiviteten. Förbehandling eller sortering av avfall kan vara nödvändigt (Hofstad, 2020).



Skillnad från pyrolys:

Produkt:

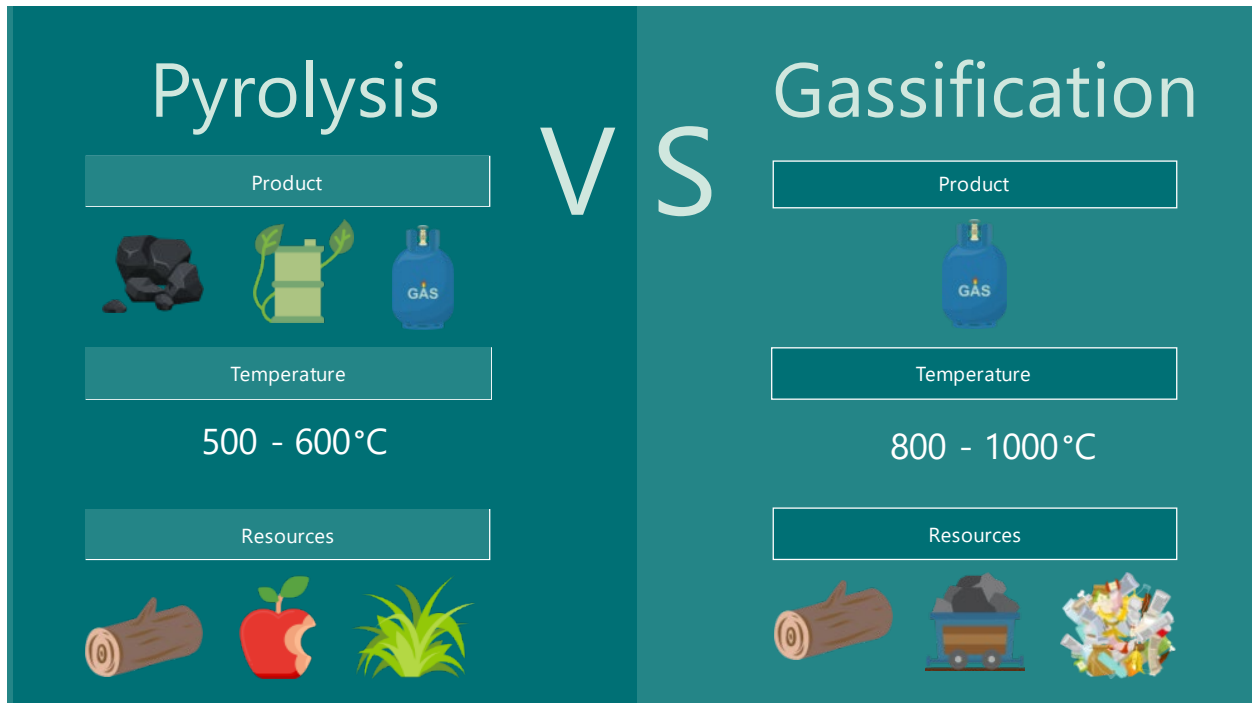
- Förgasning producerar bara syngas
- Pyrolys ger bioolja, kol och en mindre gasfraktion.

Temperatur:

- Förgasning behöver högre temperaturer (800-1000°C).
- Pyrolys sker vid lägre temperaturer (500-600°C).

Resursutbud:

- Förgasning kan hantera olika resurser.
- Pyrolys är vanligen begränsad till biomassa och organiskt avfall.



Proteinutvinning

Grunderna i utvinning av proteiner: Varför ska man utvinna proteiner?



Proteiner består av aminosyror och är livsnödvändiga - de är byggstenar i celler, vävnader och enzymer. Proteinutvinning gör att vi kan utnyttja aminosyror för olika ändamål.

Råmaterial och metoder:

Vi kan utvinna proteiner från olika källor:

- Gräs och klöver
- Matavfall
- Bönor
- Och mer



Det finns olika metoder för proteinutvinning. Låt oss titta på en av dem:



Med utgångspunkt från färskt eller ensilerat gräs och klöver (eller andra råvaror) är det första steget att mekaniskt pressa biomassan till en flytande och en fast fraktion. Vätskan innehåller de mest lösliga proteinerna och kan användas direkt för att utfodra grisar eller vidareförädlas till ett fast proteinkoncentrat (om förskt gräs och klöver har pressats).

Gräsprotein har flera användningsområden. I framtiden kanske vi kan ersätta kött med gräsprotein eller använda den för proteinrika bars, men just nu används produkten främst för att ersätta sojaprotein i djurfoder till enkelmagade djur som gris och fjäderfä.

Boskapsdjur behöver också protein!

- Genom att tillsätta proteinrika biprodukter i djurfoder förbättrar vi djurens näringsintag. En potentiell lösning? Ersätt soja (som ofta importeras) med lokalt producerat protein.
- Den fiberrika fasta fraktionen, som utgör den största delen av gräset, kan användas som foder till idisslare, som substrat för biogasproduktion eller som råmaterial för tillverkning av bioplast eller andra biomaterial.

Proteinutvinning är inte bara vetenskap - det är en länk mellan råmaterial och praktiska tillämpningar. Låt oss inspirera våra studenter att utforska dessa proteinfyllda möjligheter!



Struvitutvinning



Utvinning av struvit: Ta vara på fosfor för hållbart lantbruk

Vad är struvit?

Struvit är ett mineral som bildas när specifika ämnen - ammonium, fosfat och magnesium - reagerar i vatten eller avloppsvatten. Föreställ dig små kristaller som liknar sand eller små stenar.

Problemet:

Struvit kan orsaka förödelse i rör och avloppssystem och orsaka blockeringar och störningar (Blytt, 2022).

Struvitutvinningsprocess:

- **Insamling och bildning:** Vi börjar med att samla in avloppsvatten som innehåller struvit. Därefter tillsätter vi specifika kemiska ämnen som hjälper till att bilda struvitkristaller. Dessa kristaller innehåller viktiga näringsämnen: fosfor, kväve och magnesium.
- **Separation och isolering:** När struvitkristallerna har bildats separerar vi dem från vätskan. Filtrering eller sedimentering gör det möjligt att isolera struvitkristallerna.
- **Potential som gödningsmedel:** De isolerade struvitkristallerna är redo att användas som gödningsmedel. De är rika på fosfor - ett viktigt näringsämne som behövs i växternas DNA och är nödvändigt för växttillväxt.

Fördelar med struvitutvinning:

- **Bevarar värdefull fosfor:** Fosfor är en begränsad resurs, och struvit hjälper oss att utnyttja den bättre. Genom att utvinna struvit säkerställer vi en hållbar försörjning för jordbruket.
- **Skydd av vattenmiljön:** För mycket fosfor i vatten leder till övergödning och snabb algutväxt och stör ekosystemen. Att avlägsna fosfor ur avloppsvatten bidrar därför till renare sjöar, vattendrag och grundvatten.

EasyMining Ash2®Phos Teknologi:

Återvinning av fosfor:

EasyMining fokuserar på fosforåtervinning för att komma till rätta med Europas stora beroende av fosfor från gruvor (COWI, 2017). Deras Ash2®Phos-teknik utvinnet fosfor ur aska från avloppsslam efter förbränning. Upp till 90% av fosfor kan återvinnas från askan (EasyMining, u.å.).

Processen sker i tre steg:

- Syralösning: Lös upp fosfor från askan med hjälp av syra, vilket ger en fosforrik mellanprodukt.
- Alkaliskt steg: Stabilisera mellanprodukten för vidare bearbetning.
- Konverteringssteg: Skapa en användarvänlig fosforprodukt för användning inom jordbruket.

Fördelar med cirkulär ekonomi:

EasyMinings teknik utnyttjar avfall som en resurs. Den återvinner inte bara fosfor utan även andra värdefulla metaller (EasyMining, u.å.).

N2 Applied

Utmaningen:

- Produktionen av mineralgödsel står inför hållbarhetsproblem. Råvarorna är ändliga och tillverkningsprocessen är beroende av fossila bränslen, som är skadliga för klimatet. Därför är det viktigt att utforska innovativa och miljövänliga metoder för att producera gödningsmedel som kan ge nödvändiga näringsämnen utan att skada miljön.

Lösningen:

N2Applied är ett företag som har tagit fram en unik teknik för att begränsa utsläppen av kväveoxid, en potent växthusgas. Tekniken gör det möjligt för lantbrukare att minska utsläppen och därmed göra jordbruket mer hållbart och effektivt. Metoden omvandlar kvävet (N₂) i luften, som inte är tillgängligt för växter, till ammoniumnitrat, ett näringsämne som växter kan ta upp. Tekniken består i huvudsak av tre komponenter: en strömförsörjning, en plasmaenhet och ett absorptionstorn. Processen går ut på att separera kväve från luften och kombinera det med vatten för att skapa ett flytande gödningsmedel. Det som utmärker N2Applied's teknik är dess förmåga

att producera gödningsmedel på plats, till exempel på en gård. Detta minskar behovet av transporter och ger lantbrukarna större kontroll över produktionen.

Part III: Genomförande och Lösningar

Viktiga utmaningar för innovation

Innovation och nya lösningar inom bioekonomi står inför stora utmaningar. Här är några av de viktigaste utmaningarna:

Teknologisk utveckling

En utmaning inom bioekonomin är att utveckla och förbättra teknik som möjliggör ett effektivt utnyttjande av biomassa och återvinning av näringsämnen. Det kan handla om teknik för omvandling av biomassa, bioteknik för att optimera produktionsprocesser samt metoder för återvinning och återanvändning av näringsämnen. Utveckling och implementering av ny teknik kräver betydande forskning, investeringar och tester.

Exempel: Utveckling av mer kostnadseffektiva och hållbara metoder för omvandling av biomassa, t.ex. för produktion av bioetanol från cellulosamaterial. Utmaningen ligger i att hitta optimala processer som balanserar energiförbrukning och produktionskostnader.

Finansiell osäkerhet och marknaden

Bioekonomin är under ständig utveckling och det råder ofta osäkerhet kring marknadsmöjligheter och ekonomisk lönsamhet. Bioekonomiska produkter och tjänster kan möta utmaningar när det gäller efterfrågan, pris och konkurrens från etablerade branscher.

- Exempel: Bioplast kan vara ett miljövänligt substitut för traditionell plast, men priset kan vara högre, vilket kan minska efterfrågan (Fredri & Dorigato, 2021).

Hållbarhet och miljöpåverkan

Bioekonomin står inför utmaningar som rör hållbarhet och miljöpåverkan. Det är nödvändigt att se till att produktion och användning av biomassa sker på ett hållbart sätt som tar hänsyn till miljökonsekvenser, såsom avskogning, vattenförbrukning, kemikalier och utsläpp av växthusgaser.

- Exempel: Om vi använder mer biomassa kan det uppstå konflikter mellan att odla mat och att producera råvaror för biobränslen och andra bioprodukter. En större efterfrågan på biobränslen kan innebära att jordbruksmark som annars skulle användas för mat i stället används för biomassa. Biomassaodling kan också påverka den lokala naturen och mångfalden av arter. Till exempel kan avskogning för att få biomassa leda till att hotade arter förlorar sina livsmiljöer och att ekosystemen förändras

Politik och reglering

Bioekonomin verkar inom en komplex uppsättning av politiska och regulatoriska villkor. Utmaningar kan uppstå i form av regelverk som går emot varandra, otydliga regelverk för bioprodukter och bristande incitament för en hållbar bioekonomi (Olsen & Torrisen, 2023).

- Exempel: Det finns lagstadgade begränsningar för användningen av avloppsslamsbaserad biogödsel. Även tång- och kelpindustrin och insektsindustrin har svårt att etablera sig på grund av begränsningar i lagstiftningen när det gäller produktdefinitioner.

För att möta dessa utmaningar krävs samarbete mellan akademi, näringsliv, myndigheter och samhället i stort. Det krävs investeringar i forskning och utveckling, utformning av stödjande policy och regelverk, medvetenhet om hållbarhet och miljöpåverkan samt åtgärder för att främja kunskap och kompetens inom bioekonomin.

Hållbara strategier

Global och europeisk politik

Nedan följer några snabba fakta om de politiska strategier som är kopplade till att uppnå en mer hållbar framtid och där bioekonomin spelar en betydande roll. Om du vill engagera eleverna med spel erbjuder [EU:s sida för lärandematerial](#) många interaktiva aktiviteter som du kan välja bland.

Låt oss fråga eleverna:

Tror du att vi kommer att nå Europas miljömål till 2050?

Tänk dig att det är 2030 och att du har ett eget företag i en grön näring. Vad är du beredd att göra för att bidra till målen? Kanske producera förnybar energi? Samarbeta med forskare för att testa nya innovativa tekniker? Samla in ditt avfall för att senare omvandla det till nya produkter? Anlägga en trädgård eller främja biologisk mångfald i åkerkanter och skogsbyr, vilket kan ge skydd och mat åt pollinatörer?

Låt oss nu skaffa oss lite mer kunskap.

Parisavtalet

Parisavtalet är ett fördrag som bekämpar klimatförändringar. Det syftar till att begränsa den globala temperaturökningen till långt under 2°C över för industriella nivåer. Varje land som undertecknat avtalet arbetar mot överenskomna mål. Sverige har till exempel skrivit under om att bli koldioxidneutralt (ha nettoutsläpp noll) senast 2045. Finland är ett av Europas mest ambitiösa länder och vill uppnå klimatneutralitet senast 2035. (Utrikesministeriet i Finland). Nästan hela världen arbetar för att uppnå klimatneutralitet till 2050, de enda länder som inte har undertecknat Parisavtalet är Iran, Libyen och Jemen.

Den europeiska gröna given (The EU Green Deal)

[Först ska vi titta på en film.](#)

För att uppnå dessa viktiga mål behövs fler strategier och konkreta planer på europeisk, nationell och lokal nivå. För att få en gemensam vision röstade EU-parlamentet för att anta EU:s gröna given 2021, ett dokument som beskriver hur man ska uppnå nollutsläpp senast 2050. Det är en färdplan för att omvandla EU:s ekonomi, med åtgärder för att öka den effektiva resursanvändningen genom att gå över till en ren, cirkulär ekonomi och återställa den biologiska mångfalden och minska föroreningarna.

Den gröna given har flera viktiga mål:

- Nollutsläpp: EU:s mål är att uppnå nettonollutsläpp av växthusgaser senast 2050. Detta innebär att mängden utsläppta växthusgaser ska balanseras mot den mängd som tas upp ur atmosfären.
- Förnybar energi: Planen innehåller en strategi för en mer hållbar energisektor, med större fokus på förnybara energikällor och en strävan att uppnå energieffektivitet.
- Hållbar industri: EU planerar att stödja industrin att förnya sig och bli världsledande inom den gröna ekonomin. Detta inkluderar att främja renare teknik och processer.
- Bygg och renovering: EU:s mål är att förbättra energieffektiviteten i byggnader och minska koldioxidavtrycket genom renovering och designförbättringar.
- Noll föroreningar: Målet är att förhindra och minska föroreningar av luft, vatten och mark för att säkerställa en giftfri miljö.
- Biologisk mångfald: EU planerar att till stor del skydda och återställa ekosystem och den biologiska mångfald, både på land och i havet.

EU:s handlingsplan för den cirkulära ekonomin är en del av den europeiska gröna given. Den är tänkt att:

- Ställa om till en cirkulär ekonomi för hållbar tillväxt.
- Minska trycket på naturresurser och stoppa förlusten av biologisk mångfald.

Bioekonomins inverkan på samhälle och miljö

Bioekonomi och skapande av nya jobb

Bioekonomin skapar över 17 miljoner jobb i EU. Den står för 4,7% av EU:s BNP och 8,3% av arbetskraften i skrivande stund. Den har positiva spridningseffekter genom hela värdekedjan. Den gynnar t.ex. både stads- och landsbygdsområden:

- **Förnyelse av landsbygden:** Bioekonomin kan stimulera landsbygdsekonomin genom att skapa efterfrågan på lokalt producerade biologiska resurser.
- **Hållbart jord- och skogsbruk:** Bioekonomiska metoder främjar ett hållbart jord- och skogsbruk och bidrar till att bevara och förbättra naturresurserna på landsbygden.
- **Stärka samhällets position:** Genom att skapa arbetstillfällen och stimulera den ekonomiska aktiviteten kan bioekonomin stärka landsbygdssamhällena och minska skillnaderna mellan landsbygd och stad.

Den cirkulära bioekonomin leder till motståndskraft och har en direkt inverkan på att bromsa klimatförändringarna, som påverkar vår säkerhet och hälsa.

Men vem ska bygga den och hur kan småbrukare bidra? Visst kan det göras stora investeringar som små jordbrukssamhällen ofta inte har råd med. Men det har inte hindrat samhällen från att bidra till att till exempel öka Europas andel av ren förnybar energi. [Kolla hur andra har gjort det i Europa.](#)

Många har vänt sig till den term som kallas energidemokrati. Energidemokrati innebär att ett samhälle investerar tillsammans för att bygga en gemensam energiproduktionsanläggning, till exempel i form av ett kooperativ. Ta till exempel ett lantbrukssamhälle som vill utnyttja sitt avfall från olika gårdar på ett bättre sätt, men de befinner sig långt från en stad som har en biogasanläggning. De kan istället samla sina resurser för att bygga en större biogasanläggning tillsammans i sitt område och ha delat ägande.

Fler möjligheter inom bioekonomi

Proteinutvinning från gräs: Hållbart djurfoder

1. Utmaningen: Hållbara proteinkällor

Beroendet av soja: Soja är en vanlig proteinkälla i djurfoder. Det mesta av sojamjålet importeras dock, vilket är skadligt för miljön. Avskogning av regnskog och utlandsberoende är stora problem.

2. Lösningen: Bioraffinering av gräs och klöver

Lokalt alternativ:

Forskare har utvecklat en skalbar process för att utvinna proteiner från gräs och framför allt klöver, dvs vallodling. Gräs innehåller lignin och cellulosa, vilket gör det osmältbart för enkelmagade djur (t.ex. grisar och kycklingar). Men om man pressar ur vätskan och extraherar de lösliga proteinerna ur denna så kan man göra ett proteinkoncentrat av gräs och klöver som kan ersätta sojaprotein i foder till enkelmagade djur.

3. Utvinningsprocessen

Skapande av fast form: Vätskan, gräsjuicen, erhålls genom att pressa gräset och sedan upphettas den och centrifugeras för att extrahera proteinerna genom värmekoagulering och centrifugering. De lösta proteinerna denatureras av upphettningen och koaguleras, ungefär som när man kokar ett ägg. De koagulerade proteinerna aggregerar och kan därmed separeras fram genom exempelvis centrifugering och ett proteinpulver fås fram. Detta proteinpulver torkas i en tokningsprocess för lättare hantering och lagring.

4. Fördelar med gräsprotein

Hållbart djurfoder: Gräsproteinkoncentrat används som ingrediens i djurfoder. Det ersätter soja och bidrar till ett lokalproducerat hållbart proteinfoder. Genom att använda lokalt gräs minskar vi miljöpåverkan och främjar självförsörjningsgraden.

Fibrer/bioplast

Jordbruksavfall som resurs

Jordbruksavfall, som ofta ses som ett avfallsproblem, kan vara en värdefull resurs. Skörderester som halm, skal och stjälkar är rika på cellulosa, en komplex kolhydrat som utgör den strukturella komponenten i växternas cellväggar. Dessa rester kan bearbetas för att utvinna cellulosa-fibrer.

Utvinning av fibrer

Processen för att få fibrer från jordbruksavfall innefattar flera steg. Först samlas avfallet in och rengörs. Det genomgår sedan en serie mekaniska och kemiska behandlingar för att separera cellulosa-fibrerna från andra komponenter som lignin och hemicellulosa. De resulterande cellulosa-fibrerna kan användas i olika applikationer, inklusive produktion av papper, textilier och biokompositer.

Framställning av bioplaster

Bioplaster kan också tillverkas av jordbruksavfall. Stärkelse, som är en vanlig komponent i många jordbruksrester, kan utvinnas och bearbetas för att producera biologiskt nedbrytbar plast. Detta innebär att stärkelsen behandlas med mjukgörare och andra tillsatser och sedan värms upp och formas till önskad form. Den resulterande bioplasten är inte bara biologiskt nedbrytbar utan har också ett betydligt lägre koldioxidavtryck jämfört med konventionell plast.

Ingredienser för läkemedel

Jordbruksavfall som källa till värdefulla föreningar

Jordbruksavfall innehåller värdefulla föreningar. Många typer av jordbruksavfall, t.ex. fruktskal, fröskal och skörderester, innehåller bioaktiva föreningar som har potentiella användningsområden i läkemedel och andra apoteksvaror.

Utvinningsprocess

Utvinnningen av läkemedels ingredienser ur jordbruksavfall omfattar flera steg. Först samlas avfallet in och rengörs. Därefter genomgår det utvinningsprocesser, som kan variera beroende på vilken specifik förening som eftersträvas.

De extraherade föreningarna kan sedan renas och användas för att framställa läkemedelsprodukter.

Framställning av kosttillskott

Nutraceutiska ingredienser, som är ämnen från livsmedel med hälsofördelar, kan också utvinnas från jordbruksavfall. Dessa kan inkludera antioxidanter, kostfibrer och probiotika, och många av dem finns i jordbruksavfall. Till exempel är fruktskal och frön ofta rika på antioxidanter, medan rester från skörden kan ge kostfibrer.

Referenser

- Al Seadi, T. (2008). Biogas handbook. Retrieved from <https://www.lemvigbiogas.com/BiogasHandbook.pdf>
- Avfall Norge. (2017a). Biogass - verdifullt, effektivt og med dobbel klimanytte. Retrieved from <https://avfallnorge.no/bransjen/nyheter/biogass-verdifullt-effektivt-og-kliman%C3%B8ytralt>
- Avfall Norge. (2017b). Bærekraft og klimagassreduksjoner for norskprodusert biogass - Kunnskapsgrunnlag og anbefalinger til innkjøpere. Retrieved from <https://avfallnorge.ams3.digitaloceanspaces.com/avfall-norge-no/dokumenter/Baerekraft-og-klimanytte-for-norskprodusert-biogass-2017.pdf>
- Balina, Karina, Francesco Romagnoli, and Dagnija Blumberga. "Seaweed biorefinery concept for sustainable use of marine resources." *Energy Procedia* 128 (2017): 504-511.
- Bernatek, E. R., & Kaland, T. (2023). Hydrokarbon.
- Biogass Norge. (u.å.). Biogjødsel i landbruket. Retrieved from <https://biogassnorge.no/fakta-om-biogass/biogjodsel-som-gjodsel-i-landbruket/>
- Biogass Oslofjord. (n.d.). Biogass Oslofjord. Retrieved from <https://biogassoslofjord.no/>
- Blytt, L. D. (2022). Nyrestein i biogassanleggene – struvitt er både et problem og en ressurs. *BiogassBransjen*. Retrieved from <https://biogassbransjen.no/2022/11/14/nyrestein-i-biogassanleggene/>
- COWI. (2017). Bedre utnyttelse av fosfor. Retrieved from <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M846/M846.pdf>
- Circularity concepts in forest-based industries. (2021). In GENEVA TIMBER AND FOREST STUDY PAPER 49. United Nations and the Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://URL>
- Delivering on the European Green Deal's objectives and ensuring food security requires a strong bioeconomy Fit for the world in 2023 and beyond. (2023).
- EasyMining. (u.å.). ASH2@PHOS - A circular solution for phosphorus fertiliser. Retrieved from <https://www.easymining.com/technologies/ash2phos/>
- Knowledge Guide: The Circular Bioeconomy. (n.d.). <https://www.cifor.org/wp-content/uploads/2021/03/Flyer Knowledge Guide Circular Bioeconomy-v4.pdf>
- Renewable Energy Directive Regast (RED II),, (2018).

- Fornybarklyngen. (2020). Veikart for hydrogen i Trøndelag, Sluttrapport 2019. Retrieved from <https://renergycluster.no/wp-content/uploads/2020/02/20191121-Veikart-hydrogen-rapport-DIGITAL-WEB.pdf>
- Gao, M., Wang, D., Wang, Y., Wang, X., & Feng, Y. (2019). Opportunities and challenges for biogas development: a review in 2013–2018. *Current Pollution Reports*, 5, 25-35.
- Hofstad, K. (2020). Gassifisering.
- Holst, I. R. (u.å.). Hva er biogass? BiogassBransjen. Retrieved from <https://biogassbransjen.no/hva-er-biogass/>
- Jære, L. (2017). Denne geniale metoden binder CO2 og forbedrer jorda samtidig. Retrieved from <https://www.sintef.no/siste-nytt/2017/denne-geniale-metoden-binder-co2-og-forbedrer-jorda-samtidig/>
- Landbruksdirektoratet. (u.å.). Biorest - Ideell og miljøvennlig gjødsel for korn- og grasproduksjon. In.
- Lyng, K.-A., & Berntsen, I. C. (2023). Mulighetsrommet for produksjon av biogass i Norge. NORSUS. Retrieved from <https://norsus.no/wp-content/uploads/OR-06.23-Mulighetsrommet-for-produksjon-av-biogass-i-Norge.pdf>
- Maity, S. K. (2015). Opportunities, recent trends and challenges of integrated biorefinery: Part I. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 1427-1445.
- McCormick, K., & Kautto, N. (2013). The bioeconomy in Europe: An overview. *Sustainability*, 5(6), 2589-2608.
- N2Applied. (u.å.). N2 Technology. Retrieved from <https://n2applied.com/then2solution/>
- NIBIO. (2017). Fosfor. Retrieved from <https://www.nibio.no/tema/jord/organisk-avfall-som-gjodsel/fosfor>
- Norsk Biokullnettverk. (u.å.). Klimaeffekt av biokull. Retrieved from <https://www.biokull.info/klimaeffekt>
- O'toole, A., & Grønlund, A. (2012). Produksjon av 2. generasjons-biodrivstoff via termokjemiske prosesser. Kunnskapsstatus, kostnader, og potensial for klimagassreduksjon i Norge. *Bioforsk Rapport*.
- Opdal, O. A. (2010). Norsk skog i skip. Retrieved from ZERO: <https://zero.no/wp-content/uploads/2016/05/norsk-skog-i-skip.pdf>
- Paris Agreement. (2024, August 27). Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Paris_Agreement
- Pommeresche, R. (2018). Biokull-status for forskning og utprøving i Norge.

Regjeringen. (2014). Positivt samarbeid om ulovlig hogst og handel i Afrika. Retrieved from <https://www.regjeringen.no/no/dokumentarkiv/regjeringen-solberg/aktuelt-regjeringen-solberg/kld/nyheter/2014/Positivt-samarbeid-om-ulovlig-hogst-og-handel-i-Afrika/id764639/>

Rethink Food. (2022). N2 Applied inngår rammeavtale med Rethink Food. Retrieved from <https://rethinkfood.no/n2-applied-inngar-rammeavtale-med-rethink-food/>

Southey, F. (2019). Extracting protein from grass: ‘It should be cheap to buy, offer good functionality in food, and it must be tasty’. FoodNavigator Europe. Retrieved from https://www.foodnavigator.com/Article/2019/11/13/Could-grass-protein-be-the-next-new-plant-based-food-ingredient?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyright

Statistisk Sentralbyrå. (2022). Avfallsregnskapet. Retrieved from: <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfallsregnskapet>

The Bioeconomy System. (2022). Germany: Springer Berlin Heidelberg.

Thomas J-BE, Sinha R, Strand Å, et al. Marine biomass for a circular blue-green bioeconomy? A life cycle perspective on closing nitrogen and phosphorus land-marine loops. *J Ind Ecol.* 2022 26;; 2136–2153.

Ung Energi. (2022). Pyrolyse. Retrieved from <https://ungenergi.no/energikilder/bioenergi/pyrolyse/>

Universitetet i Oslo. (2022). Pyrolyse. Retrieved from <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/p/pyrolyse.html>

Flaticon (April, May, June, July 2024). Retrieved from www.flaticon.com

Tack