



Miljø- og
Fødevareministeriet
Miljøstyrelsen

Rapport om forretningspotentialiet for bioraffinering på basis af økologisk jordbrugsproduktion

Miljøprojekt nr. 1980

December 2017

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: NIRAS A/S

Fotos: NIRAS A/S

ISBN: 978-87-93614-63-5

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter indenfor miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at indlægget udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Sammenfatning	4
2.	Indledning	7
3.	Fokus og opbygning af analysen	8
4.	Relevante bioraffineringsanlæg	9
5.	Udvalgte anlæg	11
5.1	Désialis, Frankrig	12
5.1.1	Vurdering af den nuværende forretning	19
5.2	Biofabrik Green Refinery, Tyskland	20
5.2.1	Vurdering af den nuværende forretning	26
5.3	Biowert Industrie GmbH, Tyskland	28
5.3.1	Vurdering af den nuværende forretning	31
5.4	Generelle indtryk fra de tre anlæg	32
6.	Scenarier for bioraffinering i Danmark	33
6.1	Scenarie 1: Lucerne proteinekstrakt og grøntpiller	34
6.2	Scenarie 2: Aminosyreekstrakt	37
6.3	Scenarie 3: Aminosyreekstrakt og græsfiber	40
7.	Økonomisk analyse af scenarierne	43
7.1	Scenarie 1: Lucerne proteinekstrakt og grøntpiller	44
1.1	Scenarie 2: Aminosyreekstrakt	47
1.2	Scenarie 3: Aminosyreekstrakt og græsfiber	50
8.	Bibliografi	53
Bilag 1.	Relevante bioraffineringsanlæg	56
Bilag 1.1	Yderligere informationer om Biowert	57
Bilag 1.2	Yderligere informationer om Biofabrik	61
Bilag 1.3	Yderligere information om Désialis og lucerne	63

1. Sammenfatning

Formålet med denne analyse er at belyse nyere internationale bioraffinerings teknologier og derigennem afdække, om de kunne vise sig kommercielt bæredygtige for den økologiske jordbrugsproduktion i Danmark. Dette er gjort gennem studier af tre udvalgte internationale bioraffineringsanlæg, samt beregning af tre scenarier for bioraffinering i Danmark på baggrund af de tilgængelige informationer om de valgte anlæg.

De tre scenarier er:

- Scenarie 1: Proteinekstrakt og grøntpiller på basis af frisk lucerne
- Scenarie 2: Aminosyreekstrakt på basis af ensileret græs
- Scenarie 3: Aminosyreekstrakt og græsfiber på basis af ensileret græs

De økonomiske analyser af de tre scenarier indikerer, at Scenarie 1 – ekstraktion af proteiner fra lucerne med co-produktion af grøntpiller – har de kommercielt set mest interessante perspektiver. Scenarie 1 er analyseret i to delscenarier, begge med positivt økonomisk resultat. Dette indikerer, at der i bioraffinering af frisk lucerne og deraf følgende produktion af proteinekstrakt og grøntpiller kunne være et forretningspotentiale.

For så vidt angår de andre to scenarier er de forretningsøkonomiske perspektiver i ekstraktion af aminosyrer og græsfibre mere usikre. Dette illustreres ved, at der under de anvendte forudsætninger ikke opnås positive økonomiske resultater i disse to scenarier. Dette indikerer, at de pågældende teknologier endnu ikke er kommercielt bæredygtige samt, at markederne for de producerede produkter endnu ikke er tilstrækkeligt udviklede. At disse anlæg er skalérbare og kan anvendes modulbaserede kan dog på sigt ændre dette, og muligvis give den nødvendige tekniske såvel som økonomiske fleksibilitet.

Scenarie 1 er inspireret af det franske firma Désialis, som igennem mere end 40 år har skabt en kommerciel forretning på blandt andet proteinekstrakt fra lucerne samt grøntpiller. Désialis har opbygget knowhow i forhold til de essentielle produktionsprocesser, værdiskabelsen i de forskellige produkter samt opbygning af en effektiv markedsførings- og salgsorganisation. Senest har Désialis udviklet en proces til produktion af økologisk proteinekstrakt og grøntpiller, som i dag sælges som ingrediens i foder til fjerkræ og kvæg under navnet ExtraBio®. Endvidere indikerer forsøgsresultater, at der kan være gode resultater ved at anvende ekstraktet, som ingrediens i svinefoder og derved i et vist omfang erstatte soja.

Det har i denne analyse ikke været muligt at få indsigt i tal for Désialis' afsætning og priser for hverken konventionelle eller økologiske produkter, men i 2016 blev den årlige produktion af økologisk lucerne proteinekstrakt i Frankrig anslået til 2000 ton. Denne analyse konkluderer på basis af de tilgængelige informationer, at etableringen af et bioraffineringsanlæg som det Désialis anvender samt den tilknyttede råvareproduktion og logistik er kapital- og videnstungt, og derved vil kræve store investeringer og knowhow.

Scenarierne 2 og 3 er inspirerede af det tyske opstarts firma Biofabrik, der på trods af en omfattende basisviden fra østrigske studier har begrænset driftserfaring. Firmaet arbejder med et modulbaseret koncept, hvor 1% tørstof udtages i en forbehandling af græsensilage for anvendelse i et biogasanlæg. Det udtagne tørstof omdannes efterfølgende til et lagerstabilt koncentrat, hvorfra aminosyrer kan ekstraheres på et centralt anlæg. Biofabrik afventer på nuværende tidspunkt en fødevarer godkendelse af aminosyreproduktet til anvendelse til human konsum.

Scenarie 3 inkluderer desuden oparbejdningen af fibre i den behandlede græsensilage. Anvendelsesmulighederne for fibre er mange og spænder fra cellulose og isolering til anvendelse i plast. Ingen af anvendelsesmulighederne lader dog til at have ført til etablerede markeder og faste afsætningskanaler, hvorfor de forretningsøkonomiske perspektiver også her er usikre. Scenariet viser imidlertid også, at denne usikkerhed til trods, kan afsætningen af fibre fra græsensilage udgøre et ikke uvæsentligt supplement til indtægten fra aminosyrer.

Oparbejdning af fibre i græsensilage benyttet i scenarie 3 har baggrund i den tysk-schweiziske virksomhed Biowert. Virksomhedens grundlægger har en baggrund fra papirindustrien, og virksomheden har derfor fra starten haft fokus på udnyttelsen af fibre i den græsensilage, der sammen med organisk affald er de primære input i det biogasanlæg Biowert også driver. Græsensilagen gennemgår en neddeling og vask inden fibre frasorteres og tørres. Biowert har indtil nu afsat fibre til anvendelse i isoleringsprodukter samt til forstærkning af plastprodukter. Virksomheden er efter eget udsagn stadig ved at udvikle såvel produkter som markeder, og Biowert ser dette som en længere proces.

Analysen viser, at der overordnet set er et forretningspotentiale for bioraffineringsanlæg baseret på grønne biomasser i Danmark, og at sådanne anlæg potentielt kunne understøtte den økologiske jordbrugsproduktion med blandt andet foder og fodertilsætningsstoffer. Dette er under forudsætning af, at de gældende økologi-regler åbner for sidstnævnte mulighed. Analysen illustrerer samtidig, at bioraffineringsanlæggene potentielt kan levere flere højværdiprodukter end foder, blandt andet aminosyrer til human konsum, fibre, energi og gødning.

Det kan på baggrund af analysen konkluderes, at en række forudsætninger er afgørende for at bioraffineringsanlæg, der anvender grønne biomasser til produktion af økologisk foder bliver kommercielt bæredygtige i Danmark. Disse forudsætninger er:

- *Råvaregrundlag:* Råvarerne i form af lucerne, græs, græsensilage skal være til rådighed i tilstrækkelige mængder, i en passende kvalitet og til konkurrencedygtige, stabile priser. Dette illustreres bl.a. af eksemplerne fra bioraffineringsanlæggene Désialis og Biowert.
- *Kvalitet af råvarer:* Lucerne og græs skal have et tilstrækkeligt proteinindhold for at ekstrahering af proteiner og aminosyrer er kommercielt interessant. Proteinindholdet afhænger bl.a. af tildelingen af kvælstof, hvilket også i det økologiske jordbrug er en knap ressource.
- *Transport:* Råvarerne skal være til rådighed indenfor en rimelig afstand, da omkostningerne til transport ellers bliver for store. Især bioraffineringsanlæggene Désialis og Biowert lader til gennem deres geografiske placering at have taget højde for dette.
- *Økologiregler:* Principperne og processerne for ekstrahering af proteiner og aminosyrer skal være i overensstemmelse med de gældende økologiregler og generelle regler vedrørende foder. Désialis er et eksempel på en foderstofleverandør, der leverer økologiske foderprodukter.
- *Afsætningspriser:* Priserne på de raffinerede produkter er selvsagt afgørende for, at der er et forretningspotentiale for bioraffineringsanlæg. Priserne på protein i foderets andre bestanddele (korn mv.) samt tilgængeligheden til proteinet influerer på betalingsvilligheden for de bioraffinerede foderprodukter.
- *Markedsmuligheder, markedsvolumen og diversificering:* Markedsmulighederne for alle de bioraffinerede produkter – også restfraktioner – influerer på det samlede forretningspotentiale. Derudover skal der være tilstrækkeligt med volumen i markederne til f.eks. at afsætte fiberfraktioner som foderkage eller dehydrerede foderpiller. Alt i alt betyder det, at bioraffineringsanlæg med fordel kan diversificere deres produkter mest muligt, hvilket f.eks. Désialis har gjort med deres foderprodukter.

For at kunne afgøre, hvilke typer bioraffineringsanlæg der med fordel kan etableres i Danmark for bl.a. at forsyne de danske økologiske jordbrugsproducenter med foder, bør flere forhold undersøges nærmere:

- Hvordan ekstraherede foderprodukter bedst indgår i de nuværende fodersystemer - for eksempel hvilke husdyr egner foderprodukterne sig bedst til?

- Hvorledes forskellige bioraffineringssteknologier og deres produkter eventuelt ikke er i harmoni med de gældende økologiregler.
- En mere præcis vurdering af påkrævet udstyr og omkostninger til etablering af et bioraffineringsanlæg til produktion af proteinekstrakt og grøntpiller baseret på lucerne som råvare.
- Hvilket råvaregrundlag der kan etableres, med hvilke råvarer og hvor etableringen af bioraffineringsanlæg ud fra adgangen til råvarer giver mest mening.

Derudover vil det som supplement til yderligere analyser af driftsøkonomien for mulige bioraffineringsanlæg være relevant at undersøge, hvilke samfundsøkonomiske gevinster og omkostninger, der vil være ved etableringen af bioraffineringsanlæg. En samfundsøkonomisk gevinst kunne for eksempel være mindre udvaskning af næringsstoffer til vandmiljøet fra de græs- eller lucernemarker, der forsyner bioraffineringsanlægget med råvarer. Der kunne ligeledes være gevinster ved en øget biogasproduktion fra de biogasanlæg, der kunne være tilknyttet bioraffineringsanlægget.

Hvorvidt grønne biomasser er den ideelle råvare at bioraffinere og forsyne husdyr med protein fra, er ikke afdækket i denne analyse. Det skal derfor afslutningsvist understreges, at der er andre alternativer såsom søstjernemel og andre proteinkilder, som også kunne indgå, når økologiske husdyr skal forsynes med proteinrigt foder. Det er derfor sandsynligt, at det ikke blot er én bioraffinerings teknologi og enkelte typer biomasser, der skal i anvendelse, hvis nye proteinkilder i foder til økologiske husdyr i fremtiden skal findes.

2. Indledning

Danmarks økologiske jordbrugsproduktion står overfor en udfordring: Der er stigende efterspørgsel efter økologiske produkter, men samtidig er produktionsmulighederne begrænsede. Dette er bl.a. fordi, at proteinfoderet til husdyrene i den økologiske jordbrugsproduktion skal være 100 % økologisk fra 31. december 2018, og at det er vanskeligt at skaffe nok økologisk foder i den rette kvalitet og til en konkurrencedygtig pris. Samtidig er der et generelt ønske om at import af protein bliver reduceret. Bioraffinering, hvor biomasse opgraderes til produkter med højere værdi, kan muligvis imødekomme nogle af udfordringerne og samtidigt åbne for nye forretningsmuligheder. Forretningspotentialet for bioraffinering på basis af økologisk jordbrugsproduktion skal derfor afdækkes. Dette bidrager NIRAS til i denne analyse gennem besøg på og studier af internationale pilot-, demonstrations- og fuldskala bioraffineringsanlæg, samt beregning af scenarier for bioraffinering i Danmark på basis af økologiske produkter. Formålet er at belyse nyere internationale teknologier og bruge dem til at afdække, om de kunne vise sig kommercielt bæredygtige for den økologiske produktion i Danmark.

3. Fokus og opbygning af analysen

Analysen har fokus på udvalgte udenlandske bioraffineringsanlæg, der anvender teknologier som på kort eller længere sigt kunne vise sig interessante og relevante for dansk økologisk jordbrug. Der er for hvert anlæg beskrevet potentielle udfordringer i forhold til at etablere lignende anlæg i Danmark, herunder overholdelse af de gældende økologi-regler.

Det er i denne analyse valgt at antage, at aminosyrer i fremtiden kan være én af løsningerne til at skaffe økologisk proteinfoder i den rette kvalitet.

Protein, som typisk består af 500-1000 aminosyrer, bliver naturligt nedbrudt til aminosyrer af enzymer i mavesækken og tyndtarmen. Aminosyrerne indgår derefter som bestanddele i opbygningen af proteiner. Behovet for indtag af protein kan derfor ses som et behov for indtag af aminosyrer til opbygning af proteiner.

Aminosyrer dannes samtidigt naturligt i nedbrydning af proteiner kort efter høst og i ensileringsprocessen i mikrobielle processer. Da der er forbud mod at bruge syntetiske aminosyrer i økologi vil det være nødvendigt at ekstrahere naturlige aminosyrer uden brug af kemikalier, hvis det skulle kunne blive godkendt som fodertilsætningsstof i økologi. Dette forudsætter, at det ligeledes godkendes som fodertilsætningsstof generelt.

Hvis et ekstrakt af protein er tilladt som fodermiddel generelt, og er produceret i overensstemmelse med de økologiske principper, vil det muligvis kunne bruges i økologien som økologisk fodermiddel. Selve klassifikationen af proteinprodukterne er et regulatorisk spørgsmål uden for denne analyse. Det kan dog være afgørende for forretningspotentialet i bioraffinering.

Analysen er inddelt i følgende afsnit:

- Overblik over identificerede relevante anlæg i Nordeuropa, som anvender grøn biomasse (kapitel **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- Beskrivelser af tre udvalgte anlæg: Désialis i Frankrig, som laver proteinekstrakt fra lucerne, Biofabrik i Tyskland, som producerer aminosyreekstrakt fra græsensilage og Biowert i Tyskland, som producerer fibre fra græsensilage (kapitel **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- Tre scenarier for bioraffinaderier i Danmark inspireret af de beskrevne udenlandske anlæg: Ét anlæg som producerer proteinekstrakt og to anlæg som blandt andet producerer aminosyreekstrakt (kapitel **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- Økonomiske analyser og en vurdering af forretningspotentialet for hvert af de tre scenarier i Danmark (kapitel **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)
- En sammenfatning af analysens konklusioner og perspektiver (kapitel **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**)

4. Relevante bioraffineringsanlæg

NIRAS har søgt at identificere internationale forretningsmodeller for bioraffinering, der kunne være relevante for økologisk jordbrugsproduktion i Danmark. NIRAS har som udgangspunkt for udvælgelsen udarbejdet en oversigt over relevante test-, demo og fuldskalaanlæg til bioraffinering, i udlandet. Oversigten kan i sig selv fungere som inspiration for det økologiske jordbrug.

Listen blev præsenteret og diskuteret på et møde med Miljøstyrelsen den 27. oktober 2017, hvor der var fokus på de grønne og blå biomasser til foderproduktion. På mødet blev det aftalt, at fokus i analysen skulle være på grøn biomasse, samt blå biomasse, såfremt det var muligt at skaffe relevant information herom. Græs står i dag for 30 % af de dyrkede arealer i dansk økologisk jordbrug, og græs og andre grønne biomasser ses af mange som endnu større proteinkilder i foder i fremtiden end de er i dag.

Potentielt interessante bioraffineringsanlæg og –teknologier, der anvender blå biomasse, blev efter mødet undersøgt, men ingen af dem blev ud fra den forhåndenværende information vurderet tilstrækkeligt relevante til nærmere undersøgelser. Fokus i analysen blev derfor de grønne biomasser. Det skal dog understreges, at der er interessante potentialer inden for blå biomasse til økologisk foder, det kunne for eksempel være et produkt som søstjernemel.

Grøn biomasse er afsøgt yderligere og følgende interesseorganisationer og eksperter er udover NIRAS kommet med input til overblikket og prioriteringen af bioraffineringsanlæg:

- Annette Vibeke Vestergaard, Økologisk Landsforening
- Lars Holdensen, SEGES
- Morten Ambye-Jensen, Center for Biorefinery Technologies, Aarhus Universitet
- Uffe Jørgensen, Center for Biorefinery Technologies, Aarhus Universitet
- Mette Lubeck, Aalborg Universitet (Projektleder Organofinery)
- Erik Fog, SEGES Økologi Innovation (Projektleder SuperGrassPork)

Mulighederne for anlægsbesøg indenfor analysens tidsmæssige ramme har været begrænsede på grund af følgende faktorer:

- Ansvarlige for anlæg har ikke kunnet kontaktes (eks. INNOFEED, HarvestAGG)
- Anlæg er ikke i drift på grund af ombygning etc. (f.eks. Utzenaich, Green Biorefinery Havelland)
- Anlæg er ikke i drift, da de baserer sig på frisk biomasse, og november-december er uden for sæson (for eksempel Désialis)
- Anlæg er ikke i drift af andre årsager (for eksempel Biofabrik)

På næste side præsenteres en liste med nogle for analysen relevante test-, demonstrations- og fuldskalaanlæg til bioraffinering i Nordeuropa. De udvalgte anlæg er de med gråt markerede: Désialis, Biofabrik og Biowert.

TABEL 1. Relevante bioraffineringsanlæg

Anlæg	Kapacitet (input)	Input	Primært produkt	Kommentar	Reference
Désialis, Recy, Frankrig	165.000 t/år i maj-september	Lucerne (sukkerroer)	Proteinekstrakt Dehydreret lucerne	Kommerciel produktion. Bruger samme facilitet som til sukeroer.	(Désialis, 2017)
INNOFEED, Finland		Ensileret græs	Grøntsajt til gødning/foder Bioethanol	Deltagere: VTT Technical Research Centre of Finland Ltd, Natural Resources Institute Finland (Luke), Valio, Roal, A-Rehu, Eastman, BIOvakka, Pirteä Porsas, Pohjolan Maito and Pellon Group	(IBCfinland)
Utzenaich, Østrig	1 t/time	Ensileret græs	Aminosyrer Mælkesyrer	Anlæg pakket ned. I drift i 2,5 år fra 2008-2011.	
Biofabrik, Dresden, Tyskland Blizevedly, Tjekkiet	3000 t TS/år	Ensileret græs	Aminosyrer	Modulbaseret koncept baseret på procesudvikling på Utzenaich i Østrig.	(Süßmilch, 2017)
Green Biorefinery Havelland, Tyskland	4000 t TS/år (opgraderer til 8.000 t TS/år)	Lucerne, græs, kløver	Lysin/Mælkesyre, Hvide proteiner, Grønne proteiner, Foder, Enkelt-cellet biomasse	Partnere: Biopos e.V., Drying Plant Sebelang, Biorefinery.de og Linde Engineering	(Kamm)
HarvestAGG, Holland	70-90.000 t/år	Græs og grønt	Svinefoder LBG	Uklart om status på anlæg og hvorvidt projekt stadig kører.	(Havesttag)
GRASSA, Holland	0,5 – 2,5 t/time (ca.375t/sæson)	Frisk græs	Tørret protein, Rundballer, Saft til gødning	Mobilt anlæg	(Fog)
Norsvin, Norge	Som GRASSA	Som GRASSA	Som GRASSA	Partnere: Norsvin, Felleskjøpet, Nortura, NIBIO, Miljøfôr Norge og Hedmark Kunnskapspark AS ved BioSmia	(Erik Fog, 2017)
Biowert, Bensbach, Tyskland	7000 t TS/år	Ensileret græs	Fiber til isolering, fiber-plastgranulater, Flydende gødning, EI	Fokus på plastfiberproduktion. Samkørt med biogasanlæg.	(Gass, 2017)
British Chlorophyll, Lincolnshire, England	24 t TS/dag	Græs og lucerne	Klorofyl Foder	Ekstraherer klorofyl ved solvent ekstraktion og ved presning	(British Chlorofyl), (Scott Process Technology)
Luzixine		Lucerne	Proteinekstrakt til human	Certificeret til menneskelig ernæring. Patenter. Tilføjet i slutningen af projektet.	(Luzixine, 2017)
NewFoss, Uden, Holland	10.000 t TS/år	Græs fra grøfter	Fiber til pap/papir	Opstart 2016. Samarbejder med Huhtamaki ang. Æggebakkeproduktion. Patent på mild ekstraktion. Samarbejder med WUR. Tilføjet i slutningen af projektet.	(NewFoss)

5. Udvalgte anlæg

Dette kapitel indeholder beskrivelser af de tre udenlandske bioraffineringsanlæg som blev identificeret og udvalgt:

- Désialis, der ekstraherer protein fra frisk lucerne til anvendelse som foder til husdyr
- Biofabrik Green Biorefinery, som ekstraherer aminosyrer fra græsensilage til human konsum.
- Biowert, der ekstraherer græs fibre fra græsensilage til blandt andet fiberplast og isole-ring.

Information om de tre cases blev indsamlet på forskellig vis, hvilket fremgår af oversigten herunder.

TABEL 2. Kilder til information om de udvalgte bioraffineringsanlæg

Case	Kilder til information
Désialis	Telefonisk kontakt Tilgængelige informationer på www.Désialis.com Artikler om de anvendte processer og erfaringer
Biofabrik	Skype møder samt e-mail-korrespondance med Stefan Süßmilch, Manager of Sales, Biofabrik. Procesbeskrivelser og produktspecifikationer fra Biofabrik
Biowert	Anlægsbesøg med rundvisning af Vera Schwim (kvalitetsansvarlig) samt dialog med Michael Gass (direktør og grundlægger) Tysk standard for bioraffinering (Standard, Januar 2016), hvor Biowert er case

Nedenstående beskrivelser af de tre bioraffineringsanlæg indeholder informationer om anlæggenes historik og koncepter. Desuden indeholder beskrivelserne informationer om processens råvarer, procestrin, produkter og markeder samt en analyse af masse- og energibalancen for processerne. Afslutningsvis indeholder hver beskrivelse en kommentering på anlæggets nuværende forretningssituation.

Beskrivelserne danner baggrund for de efterfølgende scenarier og økonomiske analyser af forretningspotentialerne for bioraffinaderier i Danmark.

5.1 Désialis, Frankrig

Désialis i Frankrig har i mere end 40 år produceret lucerneproteinextrakt og grøntpiller som er dehydrerede lucerneprodukter. Firmaet har optimeret processerne i forhold til kvaliteten af deres produkter, reduceret energiforbruget og senest også udviklet en proces, hvorved økologisk proteinextrakt og økologiske grøntpiller kan produceres. Désialis markedsfører i dag økologisk proteinextrakt til fjerkræ og kvæg (ExtraBio®), og produktet er også afprøvet i svinefoder.

De følgende afsnit indeholder information om Désialis' historik og koncept, processens råvarer, procestrinene, produkter og markeder samt en vurdering af masse- og energibalancen for processen. Afslutningsvis kommenteres på Désialis' nuværende forretning.

Désialis har indenfor analysens tidsmæssige rammer kun i begrænset omfang været i stand til at bidrage med efterspurgte informationer. De følgende beskrivelser af deres bioraffinerings-teknologier, produkter med videre er derfor primært baseret på informationer fra deres hjemmeside samt artikler, der beskriver de anvendte teknologier.

Historik

Foderproducenten Désialis ligger i Champagneområdet i Frankrig og er en fusion imellem Alfalis og DeshyFrance. Virksomheden tegner sig for 75% af den franske produktion af dehydreret lucerne og 50% af omsætningen af sukkerroer i Frankrig.

Désialis anvender dehydrerede produkter med videre som råvarer i forskellige dyrefoderblandinger, der er tilpasset de specifikke behov for hver husdyrtype. Dehydrerede produkter har generelt et højere proteinindhold end høg og ensilage produceret fra den samme råvare og samtidig er produkterne mere vejrbestandige end for eksempel høg.

Konventionel dehydrering foregår ved, at en råvare, f.eks. lucerne, med et tørstof på 18-22 % høstes på marken og transporteres til et dehydreringsanlæg, hvor fugten reduceres til 8-10% i en roterende tromletørrer. Det tørrede materiale formales og presses til pellets, som har en højere densitet og er nemme at håndtere (Telek, 1983).

Produktion af proteinextrakter (ofte benævnt Leaf Protein Concentrate eller L.P.C) fra lucerne med et proteinindhold over 47% blev en populær vej til energioptimering af dehydreringsprocessen under og efter oliekrisen i 1970'erne og 1980'erne. Presning af frisk lucerne til pressekage og grøn saft reducerer energiforbruget til dehydreringsprocessen, idet pressekagen indeholder mindre vand end det friske eller eventuelt fortørrede lucerne fra marken. Jo højere tørstof i materialet i den roterende tromletørrer, jo mindre energi skal bruges til fordampning (Telek, 1983).

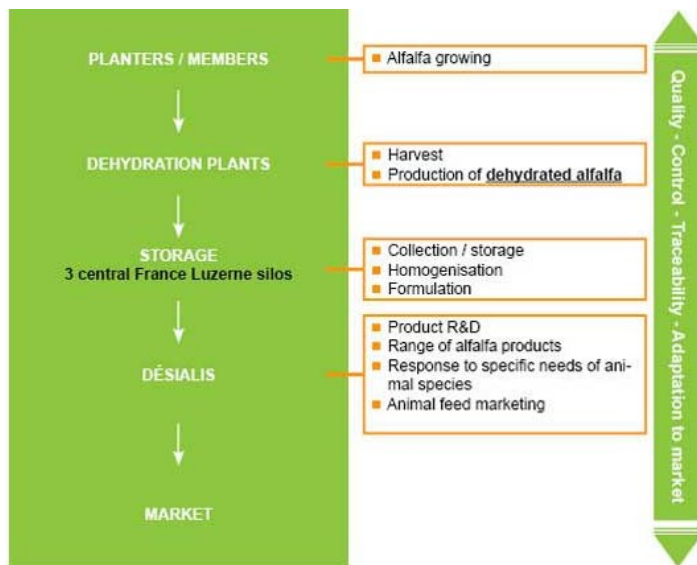
France Lucerne (en del af det, som i dag er Désialis) kombinerede den kommercielle drift og udvinding af proteinextrakt i 1970'erne ved brug af en proces kaldet Pro-Xan processen, som blev udviklet i USA. Det første anlæg blev etableret i 1972 og producerede 2 MT grønt proteinextrakt om dagen og var placeret op af et dehydreringsanlæg. Et større anlæg til produktion af 7000 MT proteinextrakt om dagen blev konstrueret i 1981 (Telek, 1983). I 1989 producerede tre af 16 dehydreringsanlæg proteinextrakt i samproduktion med grøntpiller. Anlægget Cooperative of Aulnay-aux-Planches omsatte lucerne fra et areal på 6720 Ha og havde en kapacitet på 120 t/time (O. De Mathan, 1989).

Lucerne proteinextraktet leveres typisk som granulat.

Den brune saft kan dog også som det franske firma Luzixine blandt andet gør, bruges til fremstilling af hvidt protein, der er et højværdiprodukt til human konsum (Luzixine, 2017). Désialis har dog ifølge informationerne på deres hjemmeside ikke fokus på dette marked, og vi antager derfor, at de ikke producerer hvidt protein til human konsum.

Koncept

Désialis fokus er markedsføring, R&D og produktudvikling, som det også fremgår af den afbildede værdikæde herunder.



Oversigt over værdikæden for (dehydreret) lucerne (Désialis, 2017)

Désialis sælger årligt 1,5 mio. tons dehydrerede produkter, og produkterne består af:

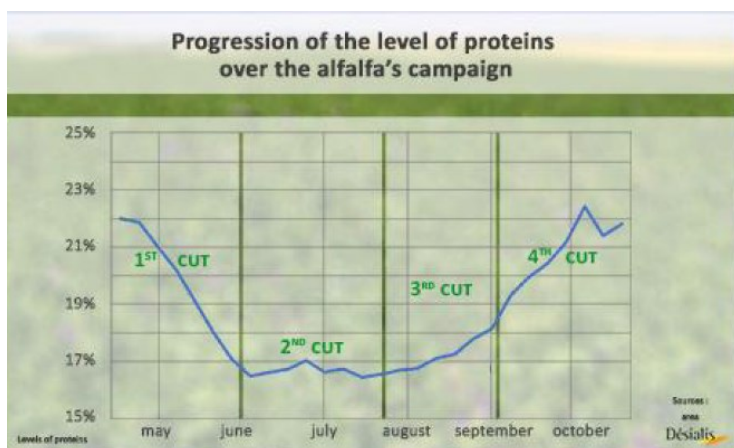
- 650.000 tons lucerne
- 650.000 tons pulp fra sukkerroer og vindruer
- 200.000 tons hvede

Désialis råder i dag over 25 dehydreringsanlæg, tre siloanlæg og ét pakkeanlæg.

Produktionen af lucerne foregår fra maj til september, og heri indgår det samme produktionsudstyr, som anvendes til sukkerroeproduktionen fra september til december (Désialis, 2017).

Råvarer

Lucerne kvaliteten varierer henover sommeren og dermed for hvert slet, der tages. Lucerne i Champagneområdet høstes med et proteinindhold på 17-22% af tørstof henover sæsonen (maj til september), jf. nedenstående figur **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**, som illustrerer proteinindholdet for dehydreret lucerne igennem sæsonen.



Proteinindhold i lucerne henover en sæson inkl. typiske slettidspunkter (Désialis, 2017)

Ifølge Désialis opnås et højere proteinindhold i ekstraktet ved eksempelvis at tage fem slet, i stedet for de typiske fire for dehydreret lucerne. Samtidig undgås degradering af protein og farvestoffer ved at forkorte tiden mellem høst og proces (Désialis, 2017).

Produkter og markeder

Désialis producerer lucerne til mange forskellige husdyr, blandt andet også økologiske dyr. Overordnet kan produkterne inddeles i:

- Dehydreret langfibret lucernehø i baller
- Dehydreret pelleteret lucerne
- Pelleteret proteinekstrakt

Dehydreret lucerne sælges til forskellige husdyr blandt andet med tilpasset proteinindhold på hhv. 15,3%, 16-17%, 18%, 21% og 23%. Désialis har blandt andet produkter særligt tilpasset kaniner og heste som det også fremgår af **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** i bilag.

Proteinekstraktet blev oprindeligt kaldes P.X og blev produceret ved Pro-Xan processen i 1970'erne og 1980'erne. P.X. indeholder typisk over 90% tørstof og består af (O. De Mathan, 1989):

- Råprotein (55% af tørstof)
- Fiber (< 2,5 % af tørstof)
- Pigmentstoffet Xanthophyll (1.700 mg/kg)
- Pigmentstoffet Carotene (900 mg/kg)

I dag refererer Désialis til Proteinekstraktet som 'Concentrated Alfafa Extract' (CAE) eller 'Extraits Concentrés de Luzerne' (ECL).

Nuværende produkter, som er identificeret som proteinekstrakt fra lucerne indeholder to niveauer af protein hhv. 47,8 og 50,6%, og disse er beskrevet i følgende tabel.

TABEL 3. Oversigt over udvalgte parameter for lucerne proteinekstrakt produkter identificeret hos Désialis (Désialis, 2017).

Produkt	Målgruppe i markedsføring	Tørstof	Protein af TS	Carotene	Xanthophylls
PX AGRO Super	Fjerkræ	92%	50,6%	460 ppm	1058 ppm
ANC	Kæledyr	92%	50,6%	405 ppm	1012 ppm
EXTRALUX	Kvæg, får, geder, svin	92%	47,8%	230 ppm	Ikke oplyst
Extrabio®	Fjerkræ, kvæg (økologisk)	92%	47,8%	368 ppm	920 ppm

Den største andel af de ovennævnte produkter sælges sandsynligvis til fjerkræ, da pigmentkoncentrationen (Xanthophylls) er 4-5 gange større end for de dehydrerede produkter, og de er kendt for at øge den gule farve i æggeblommer og hudfarven på fjerkræ (O. De Mathan, 1989).

Ekstraktet kan endvidere anvendes i svinefoder, og op imod 20% af proteinet i svinefoder kan udgøres af lucerne proteinekstrakt og dermed erstatte soja (O. De Mathan, 1989). Franske landbrugsmedier henviser for eksempel til svinefoderforsøg i 2015, hvor produktet erstattede soja (Agricultures&Territories, 2015).

Det er desuden værd at bemærke at Désialis desuden markedsfører et produkt Extrabio®, som er et økologisk certificeret lucerne proteinekstrakt. Den endelige produktspecifikation fremgår af **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** i bilag, se eventuelt kapitel Bilag 1.3. En rapport fra IFIP-Institut du porc fra 2016 beskriver overgangen til 100% økologisk svinefoder med tekniske og økonomiske vanskeligheder. Rapporten beskriver tre forsøg, hvor økologisk lucerne proteinekstrakt og økologisk sojabønne er anvendt som mulige ingredienser i et 100% økologisk svinefoder. Rapporten indikerer at lucerne proteinekstraktet har teknisk og økonomisk potentiale, dog rapporteres det samtidigt at produktionen af økologisk lucerne protein ekstrakt forbliver meget begrænset i Frankrig (ca. 2000 tons/år) (Alibert, 2016).

Produktionsfaciliteter

I 1989 havde France Lucerne tre af 16 dehydreringsanlæg, som co-producerede dehydreret lucerne og lucerne proteinekstrakt, og producerede 12.000 tons proteinekstrakt om året under navnet P.X. (O. De Mathan, 1989).

Placeringen af Désialis nuværende 25 dehydreringsanlæg og andre faciliteter ses i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** i bilag.

Oplysninger om antallet af co-producerende anlæg og deres kapacitet, samt den samlede produktion af proteinekstrakt hos Désialis i dag har ikke været muligt at fremskaffe fra Désialis.

Procesforløb

Désialis beskriver, at ekstraktionsprocessen i dag foregår "rent fysisk" (Désialis, 2017). Denne specifikation er sandsynligvis for at understrege, at virksomheden ikke længere bruger kemikalier til at koagulere proteinet, hvilket blev anvendt i Pro-Xan processen. Desuden kan det være for at vise, at den benyttede ekstraktionsmetode er i harmoni med de gældende økologiske krav.

I Pro-Xan processen tilsættes ammoniak, varme og damp til den grønne saft i forbindelse med koaguleringen og efterfølgende separeres det i grønpasta og brun saft. Den grønne pasta granuleres og tørres til proteinekstrakt piller. Den brune saft, som indeholder 15% tørstof ind-

dampes og tilsættes fiberkagen før denne dehydreres, formales og presses til grøntpiller (O. De Mathan, 1989).

Den nuværende produktionsproces for proteinekstraktet har ifølge Désialis følgende trin (engelsk beskrivelse ses i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**):

1. Koldpresning
2. Opvarmning og damptilsætning for at koagulere protein
3. Centrifugering for at separere til grøn pasta og brun saft
4. Tørring og granulering af grøn pasta i fluidized bed
5. Lagring

Désialis skriver ikke, hvad de gør med den brune saft, men vi antager, at de fortsat tilsætter brunsaften til fiberfraktionen ligesom tidligere, og at fiberfraktionen tilsat brun saft får samme behandling som dehydrerede produkter.

Désialis skriver, at de har fokus på metoden til lagring. Deres nuværende system mindsker oxidation af bl.a. carotener ved at reducere dagslys, ilt og temperaturudsving ved opbevaring i nitrogenatmosfære og under køling.

Den nuværende produktionsproces for dehydreret lucerne er ifølge Désialis følgende (grafisk illustreret i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** i bilag):

1. Slet og fortørring på marken (fugtighed falder fra 75% til 50%)
2. Dehydrering i roterende tørretromle i varm luft (mellem 250 og 600°C ved indgang) sænker fugtighed til 10%
3. Formaling og granulering til 4, 6 og 16 mm foderpiller
4. Homogenisering, lagring og formulering til kommercielle produkter

Alternativt til formaling presses lucerne til 370 kg lucerneballer.

Den variation, der findes i råvaren lucerne henover en sæson (18-22%), stemmer med den variation, som ses i proteinindhold i proteinekstraktet (47,8%-50,6%) og dehydreret lucerne (15-23%), når NIRAS simulerer et procesforløb.

Det har ikke indenfor projektets rammer været muligt at identificere Désialis' anvendte patenter for de ovenstående processer.

Massebalance

Ifølge Désialis indeholder proteinekstraktet gennemsnitligt 7% af tørstoffet fra den friske lucerne, idet 62,5 tons frisk lucerne med 20% tørstof bliver til 1 ton proteinekstrakt med 90% tørstof. Antages det at 20% af tørstoffet i den friske lucerne er protein og ca. 50% af tørstoffet i proteinekstraktet er protein svarer dette til at 18% af proteinet fra lucernen ender i proteinekstraktet.

Ved den oprindelige Pro-Xan proces, hvor ammoniak blev benyttet til koagulering, fik France Lucerne et udbytte på 8%, svarende til at tørstoffet i proteinekstraktet svarede til 8% af tørstoffet i den friske lucerne (O. De Mathan, 1989).

Tørstofudbyttet er bemærkelsesværdigt i forhold til de data, NIRAS har fra Nykøbing Sukkerfabrik fra 1978. På sukkerfabrikken i Nykøbing, hvor VEPEX processen blev anvendt, indeholdt proteinekstraktet 16% af tørstoffet fra den friske lucerne (Terkelsen, 1979). Dette kan skyldes procesmæssige forskelle, som ses i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** Omvendt tyder data på, at amerikanerne også har arbejdet på at øge udbyttet fra Pro-Xan processen til 16%.

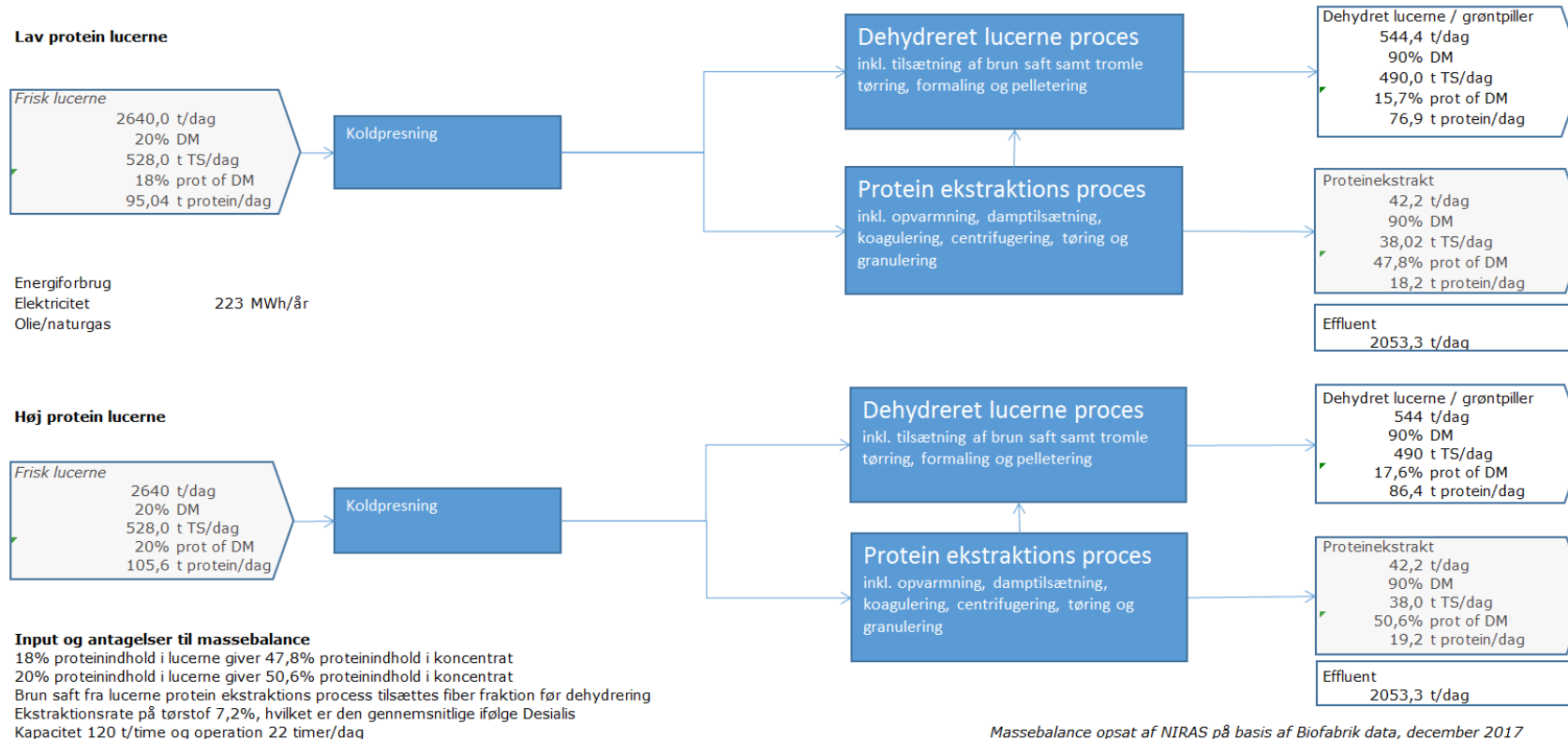
TABEL 4. Eksempler på processer til ekstraktion af protein fra lucerne (Telek, 1983) og (Désialis, 2017)

Procestype	Beskrivelse af proces til ekstraktion af protein
Pro-Xan (P.X.)	Hakning, pH-justering med ammoniak, dobbelt skruepresse, filtrering, koagulering med damp ved 85°C, afvanding, tørring
Vepex	Mekanisk desintegration, flertrins presning med brunsaft, koagulering ved 82°C med flokkulant, centrifugering, inddampning, tørring
Nuværende Désialis	Koldpresning, koagulering med damp, centrifugering, tørring og granulering.

Det vurderes derfor, at det et tørstofudbytte omkring 7-8% er et tilvalg, som skyldes procesmæssige og/eller kvalitetsmæssige årsager. Simuleringer af processen tyder på, at et øget tørstofudbytte til proteinekstraktet, sænker tørstofindholdet af grøntpillen.

På basis af informationer fra Désialis og tidligere arbejder er følgende massebalance udviklet:

Massebalance – Désialis (baseret på nuværende proces)



Massebalance for Désialis co-produktion af proteinekstrakt og grøntpiller – hhv. fra lucerne med lavt og højt proteinindhold

Energiforbrug

Artikler (O. De Mathan, 1989) og patenter (jf. bilag kapitel Bilag 1.3) viser, at France Lucerne (nu Désialis) har haft fokus på at optimere energiforbruget i processen.

Vi må antage, at energibehovet til produktion med den nuværende proces er på niveau eller lavere end i 1989, hvor France Lucerne (nu Désialis) producerede proteinekstrakt med Pro-Xan processen. Dengang brugte de et anlæg med en frisk lucerne kapacitet på 120 t/timen følgende mængder energi (O. De Mathan, 1989):

- Elektricitet: 380 kWh/ton tørt produkt
- Naturgas/olie: 12 kg olie/ton tørt produkt

5.1.1 Vurdering af den nuværende forretning

Désialis har mere end 40 års erfaring og succes med produktion og salg af tilsvarende konventionelle produkter, hvilket er unikt i Europa og måske sågar på verdensplan.

Désialis har ikke ønsket at oplyse priser, salgstal eller andre økonomiske data for deres produkter eller virksomhed generelt. Derfor beror nedenstående vurdering på de informationer, NIRAS har indhentet fra Désialis' hjemmeside og andre elektroniske kilder under udarbejdelsen af denne analyse.

Den kommercielle forretning for proteinekstrakt har været drevet af salget til fjerkræ, og denne forretning har været – og er sandsynligvis stadig – primært drevet af salget af pigmenter og ikke proteinindholdet i sig selv. Dette støttes af, at France Lucerne ikke så økonomi i at sælge produktet til svineproduktion i 1989 (O. De Mathan, 1989).

Firmaets succes bunder ifølge litteraturen i placeringen midt i Frankrigs rigeste region på lucerne, en velorganiseret salgsorganisation og god logistisk adgang med skib, tog og lastbil (Telek, 1983). Særligt den velorganiserede salgsorganisation fremgår tydeligt på firmaets website.

Successen kan desuden bunde i velegnet jord og et godt klima til lucerne produktion (Christensen, 2017) og dermed et højt lucerne udbytte på 62,5 ton/Ha, hvilket er højere end det danske som typisk ligger omkring 48-55 t/Ha (Statistikbanken, 2017)

På trods af en øget efterspørgsel efter proteinekstrakt og positive resultater fra svinefoderforsøg forbliver produktionen af økologisk lucerneproteinekstrakt i Frankrig fortsat meget begrænset (ca. 2000 tons/år) (Alibert, 2016).

Désialis har imidlertid opbygget en knowhow som er unik i branchen, og de har derfor et forspring i forhold til på sigt at skabe en potentiel rentabel forretning for økologisk lucerne proteinekstrakt.

5.2 Biofabrik Green Refinery, Tyskland

Biofabrik Green Biorefinery udvikler anlæg til ekstraktion af aminosyrer fra græsensilage, og de har som mål at opnå godkendelse til humant brug, selvom de også ser foder som en mulighed. Aminosyrer kan indgå som fodertilsætningsstoffer og give tilsvarende mængde aminosyrer, som proteinfoder tilfører, når det neddeles i dyrets mave. Aminosyrer som fodertilsætning er dog pt. ikke tilladt i økologisk husdyrproduktion.

Følgende afsnit indeholder informationer om Biofabrik Green Biorefinerys (herefter benævnt Biofabrik) historik og koncept, råvarer i processen, procestrin, produkter og markeder samt en vurdering af masse- og energibalancen for processen. Afslutningsvis kommenteres der på Biofabriks nuværende forretning.

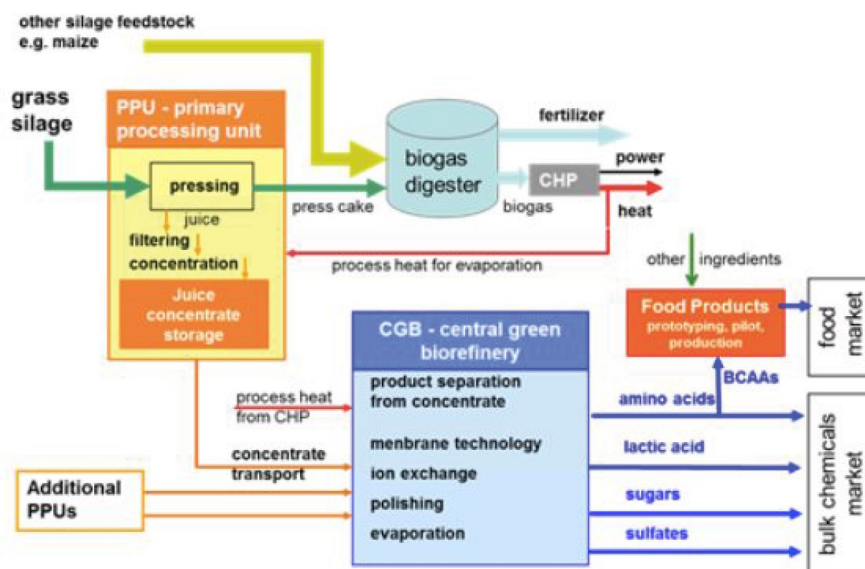
Historik

Teknologifirmaet Biofabrik udspringer af Biofabrik-koncernen, som er grundlagt og administreret af start-up-investoren Oliver Riedel. Han har siden 2009 samlet en gruppe entusiaster indenfor ingeniørvidenskab, IT, biologi og forretningsudvikling i området nær Dresden. Koncernen arbejder desuden med udviklingen af et koncept til pyrolyse af plast i mindre skala med henblik på energiproduktion.

Biofabrik blev grundlagt i 2012 og fokuserer på at skabe en forretning på baggrund af de østrigske erfaringer fra Green Biorefinery Upper Austria (Ecker J., 2012). Her pressede man ensileret græs og ekstraherede værdifulde stoffer fra græssaften. Rapporter fra det østrigske projekt viste en proceskonfiguration, hvor 73% af aminosyrerne blev udvundet af grøntsaften fra den pressede græsensilage (Ecker J., 2012).

Koncept

Biofabriks koncept består af et decentralt anlæg (PPU – Primary Process Unit), som producerer koncentrat (kaldet GHX) og derefter et centralt anlæg, som raffinerer produktet til bl.a. aminosyrer jf. nedenstående figur.



Konceptuelt design for Biofabrik Green Biorefinery med det decentrale anlæg (PPU) og det centrale anlæg. Det decentrale anlæg presser græsensilage til en pressekage og en grønsaft, som opkoncentreres ved inddampning til GHX koncentrat. Koncentratet separeres i det centrale grønne bioraffinaderi til bl.a. aminosyrer og mælkesyrer. Pressekagen sendes til biogasproduktion sammen eks. majsensilage. Biogassen omsættes til gødning, el og varme. Varme fra motoren bruges som procesvarme til inddampning og til separering i det centrale (Biofabrik P., 2017)

Råvarer

Det primære input i processen er rajgræs. Herudover nævner Biofabrik potentielt bl.a. hvidkløver, rødkløver, mælkebøtte, lucerne og lupin (Biofabrik P. , 2017).

Produkter og markeder

Biofabrik markedsfører i dag en flydende gødning under navnet Blattwerk. Dette produkt svarer til produktet fra det decentrale anlæg/PPU anlæg.

Biofabrik nuværende produktfokus fra det centrale anlæg er et aminosyreprodukt, som er særligt rigt på de forgrenede aminosyrer (BCAA¹) og signalstoffet GABA², som stammer fra aminosyren glutaminsyre, jf. nedenstående tabel. Produktet markedsføres som veganske og GMO-fri aminosyrer.

Biofabrik søger pt. om tilladelse til at bruge produktet til human konsum i Tyskland og produktet vil ved en sådan tilladelse kunne være et indholdsstof i kosttilskud (Süßmilch, 2017). Som alternativ kan produktet også tilsættes foder. Biofabrik har på nuværende tidspunkt fokus på fødevareapplikationen, men ser også muligheder i foder, hvis der kommer en konkret efterspørgsel (Süßmilch, 2017).

¹ BCAA er forkortelsen af branched-chain amino acids og er den internationale benævnelse for forgrenede aminosyrer. De tre forgrenede L-leucin, L-valin og L-isoleucin er blandt de ni essentielle aminosyrer.

² GABA (forkortelsen for gamma-aminosmørsyre eller gamma-aminobutansyre)

DATENBLATT AMINEON PRODUKTE

Markenname	Blattwerk	Life	GABA	BCAA	Plus	Life	GABA	BCAA	
Zusammenfassung		Werte in Massenprozent				Gesamtanteil in Gramm pro Kilo			
Aminosäuren	14%	95%	95%	95%	350	950	950	950	
Carbonsäuren (insb. Milchsäure)	39%	-	-	-	-	-	-	-	
Zucker	8%	-	-	-	-	-	-	-	
Mineralien	16%	-	-	-	550	-	-	-	
Aminosäuren		% vom Aminosäuremix				Gramm pro Kilo Trockenmasse			
Alanin	20%	20%	12%	26%	68	186	110	248	
Asparaginsäure	4%	4%	2%	4%	15	40	20	39	
Cystein	5%	5%	9%	2%	17	45	89	18	
GABA	15%	15%	32%	4%	51	138	302	42	
Glutaminsäure+Asparagin (Summe)	3%	3%	2%	3%	11	31	16	32	
Glycin	7%	7%	4%	9%	23	62	37	89	
Histidin	1%	1%	1%	0%	2	6	11	1	
Isoleucin	7%	7%	8%	8%	26	71	78	73	
Leucin	8%	8%	7%	10%	29	78	64	98	
Lysin	2%	2%	5%	0%	8	21	49	3	
Methionin	1%	1%	1%	1%	2	7	7	6	
Phenylalanin	1%	1%	1%	1%	1	3	4	3	
Prolin	6%	6%	3%	7%	21	57	31	64	
Serin	3%	3%	1%	3%	11	30	13	33	
Threonin	6%	5%	3%	6%	19	52	24	56	
Tyrosin	1%	1%	1%	1%	3	8	11	5	
Valin	12%	12%	9%	15%	42	115	84	139	
Essentiell	36%		33%	40%			310	378	
BCAA	28%		24%	33%			226	310	
Mineralien		% vom Mineralienmix				Gramm pro Kilo Trockenmasse			
Kalium	42%	-	-	-	230	-	-	-	
Stickstoff	17%	-	-	-	93	-	-	-	
Calcium	11%	-	-	-	60	-	-	-	
Magnesium	4%	-	-	-	20	-	-	-	

Datablad for produkterne fra Biofabrik Green Biorefinery. Blattwerk svarer til GHX ekstraktet og bruges til gødning. Life, GABA og BCAA er de tre aminosyre-blandinger som kan ekstraheres og sælges som produkter (Biofabrik, 2017)

Nuværende produktionsfaciliteter

Biofabrik har på nuværende tidspunkt to produktionsfaciliteter, hhv. det decentrale anlæg, som producerer mellemproduktet, som ligger i Tjekkiet og det centrale anlæg, som raffinerer mellemproduktet til bl.a. aminosyrer, som ligger i Tyskland, jf. nedenstående tabel.

TABEL 5. Produktionsfaciliteter hos Biofabrik Green Biorefinery

Biofabriks anlæg	Decentralt anlæg (Primær proces)	Centralt anlæg (Sekundær proces)
Placering	Blizevedly, Tjekkiet	Dresden, Tyskland
Primær råvare	Græsensilage fra rajgræs. TS 30%	Koncentrat fra decentralt anlæg (GHX)
Primært produkt	Flydende gødning (GHX)	Aminosyre-mix primært med BCAA og GABA
Kapacitet	3000 ton TS/år	300 ton TS/år
Dagligt input	10 ton/dag	-
Produktion til dags dato	Ca. 1000 ton	Ca. 100 kg (større mængde er ifølge Biofabrik ikke relevant før fødevaregodkendelse)

Procesforløb

De decentrale anlæg i Blizevedly i Tjekkiet er tilknyttet et biogasanlæg, som i forvejen producerer biogas ud fra græs. Biofabrik står for at forbehandle græsensilagen (findele og presse), hvorefter fiber-fraktionen sendes til biogasanlægget og grøntsaften mikrofiltreres og inddampes til et koncentrat (GHX). Biofabrik udfører denne primære fraktionering for at overføre mælkesyre, aminosyrer og sukkerstoffer til den flydende fase. Dette koncentrat sælges og markedsføres bl.a. som et plantebaseret og økologisk GMO-fri proteingødning (Produktspec, Blattwerk, 2017).

De decentrale anlæg har følgende trin, som også er illustreret i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** og **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** i bilag:

1. Tilførselsmodul
2. Indløbs-snegletransportør
3. Kværn
4. Komprimator (presse) og udgangs-snegletransportør
5. Holdetank
6. Mikrofiltrering
7. Inddampning
8. Sedimentationstank

Det centrale anlæg i Dresden videreraffinerer koncentratet og udvinder aminosyreblandingen. Et foto af dette anlæg er vist i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** i bilag. Denne proces er bygget på erfaringer fra det østrigske anlæg i Utzenaich (Süßmilch, 2017) og har følgende overordnede hovedkomponenter:

1. Kemikalielager
2. Blandingssektion
3. Betjeningsskab
4. Kromatografienhed (ionbytter)
5. Vakuuminddamper
6. Ammoniakstripper

Kromatografienheden består af fem kolonner, som separerer aminosyreblandingen fra salte og mælkesyre. Alle produktstrømme har den oprindelige pH og isoleringen af aminosyreblandingen sker ved hjælp af kationbytning³. Den efterfølgende inddampning sker ved 35-45°C så aminosyrerne ikke ødelægges.

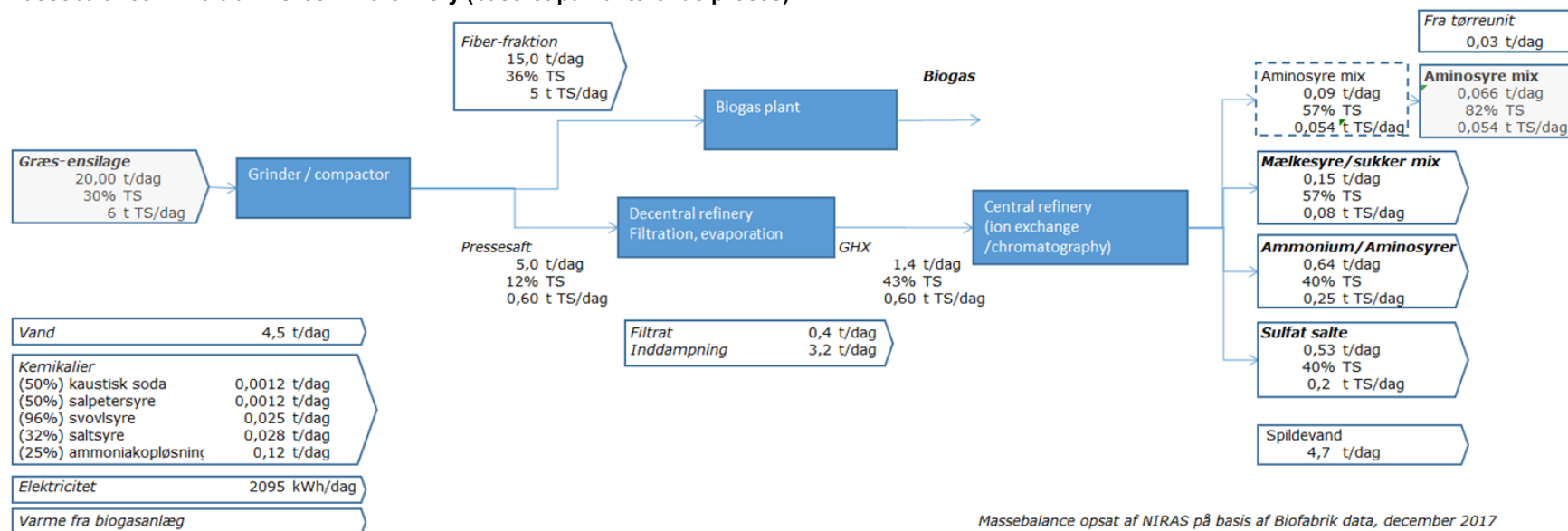
Udover aminosyreblandingen producerer anlægget en række biprodukter, hvis afsætning endnu ikke er klarlagt. Det drejer sig bl.a. om en mælkesyre/plantesukker fraktion, som enten vil blive videreudviklet til et gødningsprodukt eller afsat til andre parter, som kan bruge mælkesyren til eks. PLA-plastik eller som fermenteringsmiddel. Derudover er der to andre restfraktioner.

På nuværende tidspunkt er BCAA og GABA et samlet blandet aminosyreprodukt, men på sigt er det også tiltænkt at dette separeres.

Baseret på input fra Biofabrik er der opsat en samlet massebalance for de to anlæg (det de-centrale og det centrale anlæg), som præsenteres på næste side.

³ Kationbytning er en proces, hvori de positivt ladede kationer udbyttes, i reglen til en overflade af et uopløseligt materiale, hvorpå der sidder negativt ladede atomgrupper. Teknikken kan anvendes til ekstraktion og oprensning af kationiske stoffer eller i en separationsproces som fx ionbytningskromatografi (Gyldendal, 2017)

Massebalance – Biofabrik Green Biorefinery (baseret på nuværende proces)



Massebalance opsat af NIRAS på basis af Biofabrik data, december 2017

- Kapaciteten er 20 tons/dag (Biofabrik information)
- 10% af tørstof fra ensilage ender i GRX produktet (maksimum udtag er 10% for fortsat at opnå tysk biogas støtte) (Biofabrik information)
- Pressesaft er 25% af samlet ensilage mængde (Biofabrik flowdiagram for decentral Biofabrik unit)
- 0,4 tons filtrat pr. 5 tons grøn saft, dvs. 8% (Design basis for decentralt Biofabrik unit)
- 70% af væsken fjernes i inddampning i decentralt unit (svarende til flowdiagram for decentralt Biofabrik unit)
- Tørstof i aminosyre mix er 14% af den samlede tørstofmængde som udtages til GRX produkt (Biofabrik information)
- Aminosyre mix indeholder ca. 80% tørstof (Biofabrik produkt specifikation)
- Tørstof i aminosyre mix produkt typisk 80-90% (Biofabrik produkt specifikation)
- Fordeling af mængder og tørstofindhold i slutprodukter (Biofabrik information)

Massebalance for Biofabrik Green Biorefinery som ekstraherer aminosyrer fra græsensilage

Ifølge Biofabrik (Biofabrik P. , 2017) giver forbehandlingen af græsensilage flere fordele for biogasanlægget. Blandt andet nævnes at fiber-fraktion er mere findelt og med større overfladeareal, hvilket giver bedre omsætning i biogasanlægget og op til 10% højere gasproduktion.

Økologi

Blattwerk, som svarer til produktet fra det decentrale anlæg (GHX koncentratet) beskrives som 100% økologisk i produktspecifikationen (Produktspec, Blattwerk, 2017). Dette postulat er ikke søgt be- eller afkræftet. Ifølge produktspecifikationen består det primært af aminosyrer, organiske syrer, sukre, mineraler og ammonium. Hvis det er økologisk, må det antages, at nedbrydningen af proteiner til aminosyrer er sket under ensileringen og via enzymer allerede til stede i væsken under processen. Ionbytningskromografien kan anses som en ekstraktionsproces, hvor aminosyrer separeres fra. De præcise mekanismer for denne proces og funktionen af de tilsatte kemikalier (svovlsyre og ammoniak) er ikke blevet bekræftet. Det er muligt, at disse kemikalier ikke har direkte kontakt med aminosyrerne pga. membraner eller lignende, og derfor ikke er så kritiske i forhold til de gældende økologiregler.

Energiforbrug

Elforbruget er ca. 2095 kWh/dag. Med 300 operationsdage om året svarer det til ca. 630 MWh/år. Det giver et elforbrug på ca. 19 MWh/ton tørt produkt ved en tørstofprocent på 82%.

Økonomiske data

Biofabriks nuværende proces udtager 10% af tørstoffet i græsensilagen, da dette muliggør, at biogasanlægget fortsat kan modtage biogasstøtte i Tyskland (Süßmilch, 2017).

Det decentrale anlæg i Tjekkiet, som producerer mellemproduktet (GHX koncentratet markedsført som Blattwerk) har følgende omkostninger (3000 ton tørstof/år) (Süßmilch, 2017):

TABEL 6. Biofabriks omkostninger på decentralt anlæg i Tjekkiet

Omkostninger	EUR/år
Leje af produktions-site	6.000
Betaling for tørstof (1% af TS)	36.000
Elektricitet og varme	45.000
Lønninger	17.600
Site owner participate with bonus	Op til 12.000
Samlet omkostning inkl. diverse	120.000

Hvis/når Biofabrik får deres tilladelse til at sælge aminosyrerne til human konsum som BCAA og GABA, kan de sælges til en pris på 17-18 EUR/kg tørstof. Minimumsprisen for aminosyrerne er ifølge Biofabrik 5-6 EUR/kg tørstof (Süßmilch, 2017).

5.2.1 Vurdering af den nuværende forretning

Biofabrik Green Biorefinery opstod bl.a. ud fra en ide om, at det er muligt at konstruere et anlæg billigere end ved forsøgene i Utzenaich (Süßmilch, 2017).

På fem år har Biofabrik fået konstrueret to mindre del-anlæg, hvoraf det ene er i kontinuert drift og producerer et mellemprodukt, som markedsføres som gødning (Blattwerk).

Det er vores indtryk, at Biofabrik arbejder målrettet for at etablere en forretning på basis af aminosyrer fra græsensilage. Deres nuværende fokus er aminosyrer til humant brug som kosttilskud, hvilket i forhold til foderapplikationer er et højværdiprodukt. Fødevaregodkendelsen af aminosyrerne er dog sandsynligvis besværliggjort af, at Biofabrik i dag markedsfører mellemproduktet som gødning. I og med at Biofabriks fokus indtil nu ikke har været foder, er det vanskeligt at forestille sig, at de på nuværende tidspunkt kan producere proteiner eller aminosyrer til foder til en konkurrencedygtig pris.

5.3 Biowert Industrie GmbH, Tyskland

Biowert i Tyskland har produceret fibre til plastfiber og isolering på basis af græsensilage i mere end 10 år

De følgende afsnit indeholder informationer om Biowerts historik og koncept, processens råvarer, processen, produkter og markeder samt en analyse af masse og energibalancen for processen. Afslutningsvis kommenteres på Biowerts nuværende forretning.

Historik

Græsfiberproducenten Biowert blev grundlagt i 2005 af Michael Gass, som har en baggrund som ph.D. i fysisk kemi og erfaring fra bl.a. papirindustrien. Virksomheden har i dag otte ansatte og ejes for 30%’s vedkommende af Michael Gass, imens de resterende 70% ejes af andre private investorer.

Biowert AG, som er moderselskab blev startet i Schweiz. Datterselskabet Biowert Industrie GmbH ligger i Brensbach, Tyskland, hvor anlægget også er placeret. Placeringen af anlægget skyldes ifølge M. Gass, at biogasanlægget var tilgængeligt, og at området har mange landbrug og plastvirksomheder og dermed gode råvare- og afsætningsforhold. Desuden nævnes skatteforhold, som en relevant faktor for placeringen.

Indledningsvist var Biowerts produktfokus isoleringsmateriale baseret på græsfiber, som kan sprøjtes ind som isolering eller formes til isoleringsmåtter. Biowerts nuværende produktfokus er primært fiberplastgranulater til plastindustrien især indenfor injektionsstøbning. Fibergranulaterne udvikles i tæt samarbejde med aftagerne, som typisk er plastproducenter med sprøjtstøbningsteknologi.

Primære råvarer:

Det primære input er rajgræs med ca. 25% tørstof, før der dannes for mange krydsbindere. Herudover tilsættes der madaffald til biogasproduktionen. I plastgranulaterne indgår endvidere Polypropylene (PP), Polyethylene (PE) og Polylactic acid (PLA), typisk i form af rester fra plastproducenter. Dette er når græsfibrene anvendes i plastkompositproduktion og til produktet AgriPlast.

Produkter og markeder

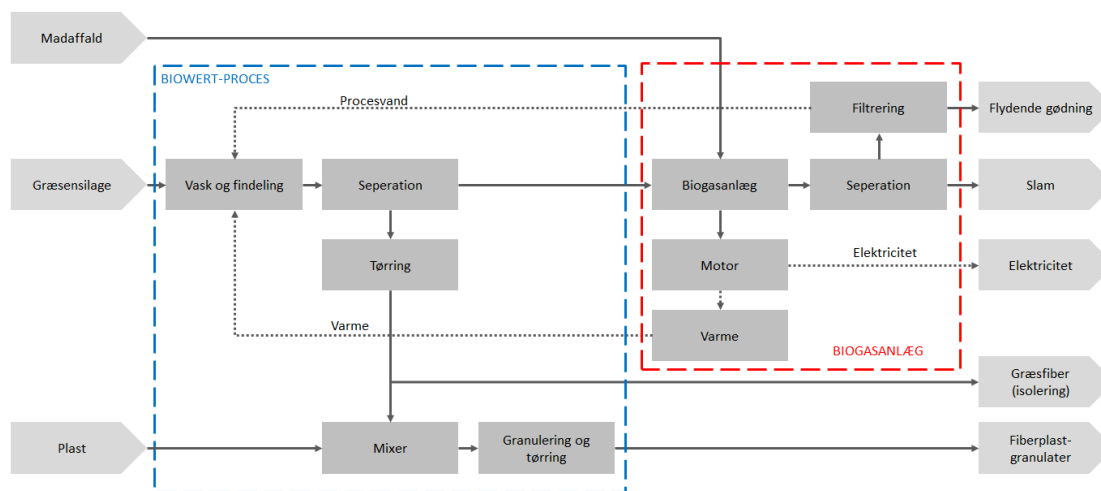
- AgriPlast – kompositgranulater af 25-75% plastik (PP, PE eller PLA) og 25-75% græs-fibre.
- AgriCell - isoleringsmateriale
- Slam – tørt gødning til landbrug
- AgriFer – flydende gødning

Logistik

Rajgræs modtages fra et område på ca. 700 hektar, svarende til en gennemsnitlig transportafstand på ca. 5-10 km. Plastrester og mad modtages typisk indenfor én times transport. Produkterne sælges typisk i Tyskland og Schweiz.

Koncept

Biowerts græsfiberproduktion er placeret i umiddelbar sammenhæng med et biogasanlæg, som Biowert også ejer og driver, jf **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** Græsset vaskes, findeles, presses og tørres efterfølgende til græsfiber, hvorefter en del af græsfiberen anvendes som isolering og en anden del blandes med plast til plastfiber. Vaskevand inkl. opløseligt tørstof og madaffald tilføres biogasanlægget med tilknyttet motor, som producerer el og varme. En stor andel af biogasanlæggets råstof kommer fra Biowertprocessen og samtidig drives Biowert processen af elektricitet, varme og procesvand, som produceres i biogassektionen.



Blokdigram af Biowert-processen udarbejdet af NIRAS på baggrund af besøg og anlægsdata fra Biowert

Nuværende produktionsfacilitet

- Kapacitet 7000 t tørstof/år græsensilage med 35% tørstof – dette svarer til ca. 28.000 tons frisk rajgræs med 25% tørstof (Standard, Januar 2016)
- Nuværende produktion 5000 ton tørstof/år (Gass, 2017)
- Biogaskapacitet 40.000 m³/året (Standard, Januar 2016)
- Motorkapacitet – 2 stk. af 700 kW.

Procesforløb

Et mere detaljeret procesdiagram udarbejdet på basis af anlægsbesøget kan ses i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** i bilag. Fiberproduktionen har overordnet set følgende processtrin:

- 1) Ensilageproduktion og lagring i stak
- 2) Transportbånd
- 3) Blandingstank til græsensilage og varmt procesvand
- 4) Kværn
- 5) Skruepresse
- 6) Vask (efter behov)
- 7) Skruepresse (efter behov)
- 8) Båndfilter
- 9) Spin flash tørreunit
- 10) Evt. mixer med plast
- 11) Evt. Granuleringsunit

Antallet af vasketrin og efterfølgende skruepressetrin afhænger af den renhed fibre i slutproduktet skal have. Desuden er her også mulighed for indfarvning eller tilsætning af brandhæmmer.

Pressekagen fra skruepressen har typisk 42-44% tørstof, kagen fra filterpressen typisk 62-68% tørstof og den tørre fiber efter sidste tørringstrin typisk 92-94% tørstof.

Biogasanlægget modtager ensilagesaft, pressesaft/vaskevand og madaffald. Opholdstiden er ca. 30 dage og biogassen har et metan-indhold på ca. 60%.

Gæresten presses i dekanter og slammet bruges til kartoffelgødning.

Den flydende fraktion fra dekanteren separeres i et UF og RO anlæg. Resultatet er en flydende fraktion med salte og næringsstoffer, som sælges som flydende gødning benævnt AGRI-FER og en fraktion af procesvand, som genbruges som vaskevand i processen.

Massebalance

På de omkring 700 hektar produceres 20.000 tons rajgræs eller ca. 5000 tons tørstof, hvilket giver 2500 tons græsfiber ifølge Michael Gass. Omsættes dette til Agriplast, svarer det til en produktion på ca. 5000 tons plastgranulater med græsfiber, idet disse plastgranulatet består af 25-75% fiber.

En overordnet massebalance baseret på anlægsbesøget og andre tilgængelige informationer er placeret i **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.** i bilag **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**

Energiforbrug:

- Elforbrug på 1750 MWh svarende til 25-30% af den producerede el på biogasanlægget
- Varmeforbrug på 1400-1600 kW.

Andre informationer

En fiberfraktion med 40% tørstof fra rajgræs ville være acceptabel som input til fiberprocessen, hvis den skal kombineres med andre processer

M. Gass kender til det østrigske arbejde med Utzenaich. Biowert har selv undersøgt muligheden for at ekstrahere proteinet, men ifølge M. Gass er processen for energikrævende og udbyttet for lavt.

Økonomiske data

Under besøget hos Biowert i november 2017 blev følgende oplyst:

- Biowert betaler typisk 135 Euro/ton tørstof ved levering af græs til græsensilage
- Fiberkompositmaterialet har typisk en pris på 1,25-1,35 EUR/kg
- Biowert regner med en tilbagebetalingstid på 20 år.
- Biowert har otte ansatte, men produktionen ville kunne køre med omkring fire ansatte.

Baseret på tilgængelige data fra den tyske standard for bioraffinaderier (Standard, Januar 2016), hvor Biowert er brugt som case samt supplerende informationer fra Biowert har NIRAS været i stand til at estimere Biowerts årlige omkostninger i 2012. De tilgængelige data er desværre ikke omfattende nok til at sammensætte en egentlig resultatopgørelse for Biowert.

Omkostninger, input	EUR/år
Plast (PP, PE, PE) og andre additiver til fiberplast	4.095.000
Græsensilage	945.000
Madrester til biogasanlæg	567.000
Energi til biogasanlæg	189.000
Energi til græsfiberproces	252.000
Hjælpestoffer til græsfiberproces	126.000
Hjælpestoffer til biogasproces	126.000
I alt	6.300.000

Anslåede årlige omkostninger for Biowert ved en kapacitet på 7000 tons tørstof græsensilage om året.

Omkostninger, øvrige	EUR/år
Overhead	333.500
Personale	600.300
Omkostninge ikke forbundet med drift	3.401.700
Investeringer	2.334.500
I alt	6.670.000

Anslåede øvrige omkostninger baseret på antagelse om lønomkostninger per medarbejder på 40.000 EUR/år.

Investeret kapital	EUR
Procesanlæg	19.500.000
Teknik og tilsyn	900.000
Juridiske anliggender	900.000
Anlægsomkostninger	900.000
Entrepenør-gebyr	900.000
Uforudsete udgifter	1.800.000
Eksisterende aktiver	5.100.000
I alt	30.000.000

Samlede investeringer baseret på antagelse om en samlet investering på 30 millioner EUR

Det skal bemærkes, at standardens evaluering er baseret på 2012 data, hvor tilskudsordningerne ikke var helt så fordelagtige i Tyskland, som de ifølge Biowert er i dag.

Baseret på ovenstående var Biowerts samlede årlige omkostninger ca. 13 millioner Euro i 2012. Det er dog uklart hvor store indtægterne var det samme år, altså hvor meget plastgranulat, (isolerings)fibre og el Biowert solgte, samt hvor meget de eventuelt fik for at modtage madaffald til varmebehandling på deres biogasanlæg.

Denne uklarhed kan illustreres ved at anlægget i standarden har en produktion af græsensilage på 7000 tons tørstof. Heraf bliver der ca. 3500 tons græsfiber, som kan omsættes til ca. 7000 tons græsfiberplastgranulater. Den samlede indtægt fra granulaterne er mellem 8,75-9,45 mio. Euro ved en salgspris på 1,25-1,35 Euro/kg plastfibergranulat. I 2012 kom 91% af indtægterne ifølge standarden fra AgriPlast og det resterende fra strøm fra biogasanlægget. Dette svarer samlet set til en indtægt på ca. 10 millioner Euro, hvilket er langt mindre end de beskrevne omkostninger på 13 millioner Euro.

5.3.1 Vurdering af den nuværende forretning

Biowert er på 10 år gået fra at sælge isoleringsfibre til i dag primært at sælge græsbaseerede plastgranulater.

Efter eget udsagn har Biowert pt. mest fokus på markedsudvikling og markedsføring af mulighederne med deres plastgranulater som indeholder græsfiber samt produktion af el, idet produktionen af græsfiber er på standby og biogasanlægget fortsat er i drift. Det lader i øvrigt til, at salget af el fra biogasanlægget er tilstrækkeligt indbringende til at holde det samlede anlæg kørende. Derudover modtager Biowert til biogasanlægget organisk affald, som for en dels vedkommende skal varmebehandles. Det er uklart om Biowert modtager betaling for denne del af affaldet, men det ville umiddelbart forbedre økonomien for biogasanlægget.

Biowerts grundlægger Michael Gass har et godt netværk i branchen, en stor indsigt i græs fibre og deres særlige/unikke egenskaber og fokus på den langsigtede produkt- og markedsudvikling, hvilket højst sandsynligt også er nødvendigt.

Det er uklart, hvorvidt produktion af græs fiber til plastfibergranulater og biogas i dag ville være en god forretning for Biowert uden de tyske støtteordninger til biogas. Det afhænger endvidere af den investerede kapital, de rente- og afdragsvilkår Biowert er underlagt, samt afkastkravet til den investerede egenkapital. Forretningspotentiallet i at oparbejde og udnytte fibrene i græsensilage uden nogen form for investerings- eller driftstilskud synes i det lys at være begrænset. Dertil er markedet for græs fibre pt. ikke etableret nok, og omkostningerne til oparbejdningen af fibrene er set i forhold til dette for høje.

Vi vurderer at en alternativ forretningsmodel for Biowert kunne være en fast aftageraftale ligesom græs fiberproducenten NewFoss i Holland anvender. NewFoss har siden 2016 i samarbejde med fødevareremballageproducenten Huhtamaki produceret æggebakker baseret på græs fiber fra grøftkanter.

5.4 Generelle indtryk fra de tre anlæg

De tre anlæg beskrevet i dette afsnit har nået tre forskellige stadier ift. kommercialiseringen af deres produkter.

Désialis er en kommerciel forretning, som igennem mere end 40 år har arbejdet på at forbedre produktionsprocessen af proteinekstrakt fra lucerne og markedsføringen af disse produkter til foder.

Biowert er en kommerciel forretning drevet af ildsjæle indenfor bæredygtighed og produktudvikling. En forretning, der fortsat forsøger at udvikle markedet og få de rette aftagere af produkterne.

Biofabrik er på trods af en basisviden efter mange års østrigske studier stadig et firma med begrænset driftserfaring, og de afventer pt. fødevarer godkendelse til deres primære produkt aminosyrer til human konsum.

En foder- og økologigodkendelse kan blive omstændelig for Biofabrik at opnå, og Biowert vil ligeledes skulle arbejde med at udvikle et marked for deres produkter.

Désialis derimod er allerede veletablerede, og de afsætter tilmed allerede nogle af deres produkter på det skandinaviske marked, herunder det danske.

6. Scenarier for bioraffinering i Danmark

På baggrund af beskrevne oplysninger fra de tre udenlandske bioraffineringsanlæg er der udarbejdet følgende scenarier for lignende produktioner i Danmark:

- **Scenarie 1:** Frisk lucerne er input i en proces, hvor output er proteinekstrakt med højt proteinindhold samt grøntpiller med varierende proteinindhold. Scenariet er inspireret af Désialis i Frankrig.
- **Scenarie 2:** Rajgræsensilage er input i en proces, hvor output primært er aminosyrer til mennesker eller dyr, samt en række restprodukter, der som minimum kan anvendes i det nærliggende biogasanlæg eller evt. som gødning eller foder. Dette scenarie er baseret på Biofabrik i Tyskland.
- **Scenarie 3:** Rajgræsensilage er også input i denne proces og de primære output er aminosyrer og fibre. Fibrene kan f.eks. anvendes i fiberplast eller som isoleringsmateriale. Restprodukterne kan som minimum anvendes i det nærliggende biogasanlæg. Scenarie 3 er en kombination af processerne i Biofabrik og Biowert, begge i Tyskland.

Scenarierne præsenteres kronologisk og indeholder en kort beskrivelse af konceptet, råvarer, produkter, processen samt mulighederne i forhold til økologi samt de kritiske parametre for succes.

6.1 Scenarie 1: Lucerne proteinekstrakt og grøntpiller

Koncept

En samproduktion af to typer foder fra frisk lucerne: proteinekstrakt til svin og fjerkræ og dehydreret lucerne (grøntpiller) til drøvtyggere, kaniner etc. samt heste. Anlægget bør placeres i et landbrugsområde med lerjord og med tilstrækkeligt areal til økologisk jordbrug, da kort transporttid fra høst til anlæg er væsentligt for at undgå udbredt degradering af proteiner.

Primær råvare

Frisk lucerne, maks. 2-4 timer efter høst for at undgå, at proteiner degraderer

Primært produkt

Proteinekstrakt med ca. 50% protein-indhold til svin, fjerkræ og kæledyr.

Dehydreret lucerne piller (grøntpiller) til eks. drøvtyggere, kaniner og heste.

Andre (rest)produkter

Ingen

Inspiration

Désialis i Champagne-området i Frankrig

Kapacitet

2640 tons frisk lucerne pr. dag (svarer til 120 tons/time i 22 timer i døgnet)

Afhængigt af sæsonlængde vil anlæggets input være:

90 dage sæson = 237.000 ton/år frisk lucerne svarende til

150 dage sæson = 396.000 ton/år frisk lucerne

Hos Désialis bruges udstyret til lucerne produktion fra maj til september samt under sukkerroekampagnerne fra oktober til december.

Procesbeskrivelse

Lucerne høstes ved 3-4 slet hvert år, når proteinindholdet er stort. Frisk lucerne koldpresses til fiberkage og grøn saft. Grøn saft koaguleres med damp til grøn pasta og brun saft. Grøn pasta tørres og granuleres til proteinekstrakt. Brun saft tilsættes fiberkage og dehydreres, formales og laves til dehydreret lucerne piller.

TABEL 7. Massebalance for Scenarie 1

Sæsonlængde	Lucerne	Grøntmel	Proteinekstrakt
90 dage (kort)	238.000 t/år	50.000 t/år	3.800 t/år
150 dage (lang)	396.000 t/år	82.000 t/år	6.300 t/år

Beregninger af massebalancen ses på efterfølgende side.

Økologi

Désialis sælger allerede til økologi og skriver eksplicit, at processen for proteinekstrakt er rent fysisk, hvilket indikerer, at der ikke tilsættes kemikalier.

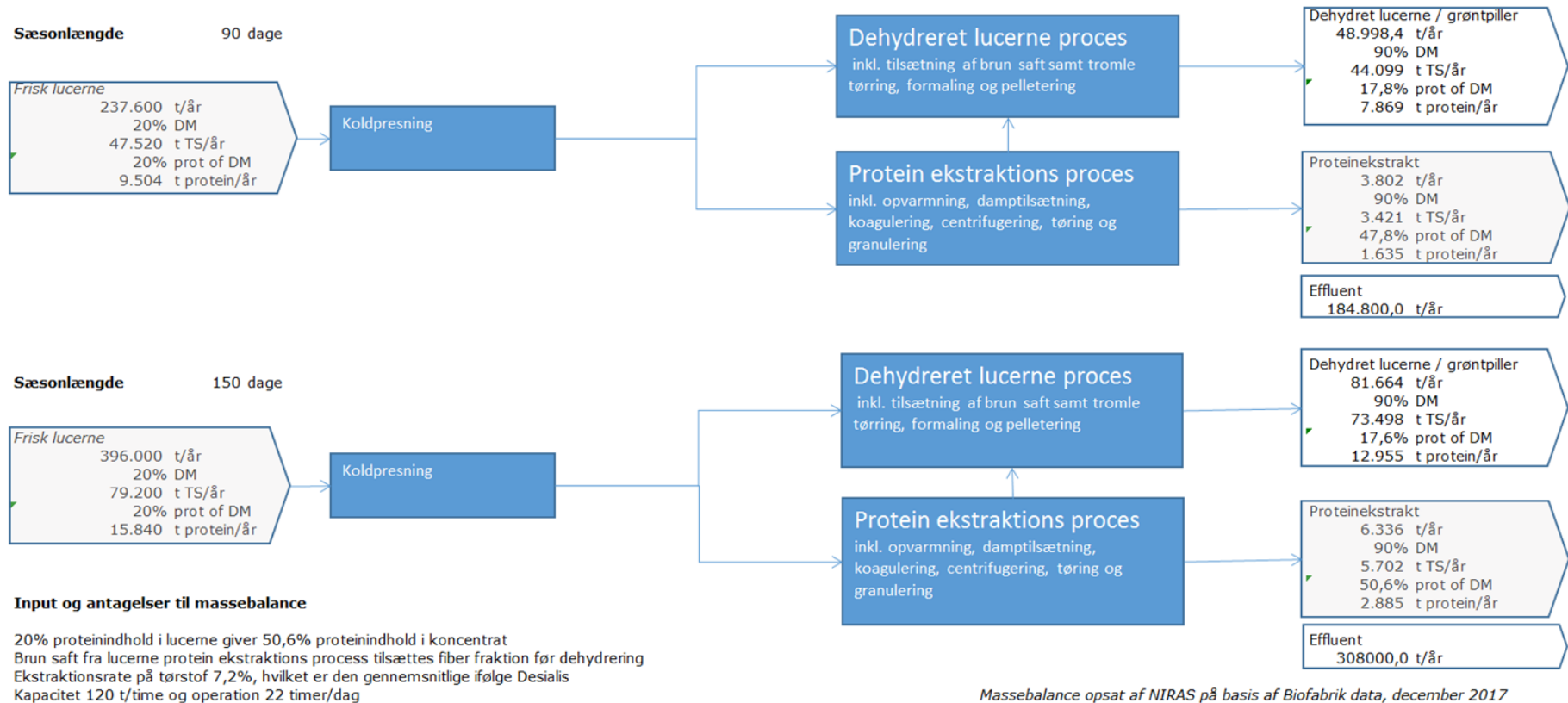
Høst og logistik

Det årlige udbytte er gennemsnitligt 48-55 ton frisk lucerne/Ha (Statistikbanken, 2017) og er der typisk 2-3 slet (Mikkelsen, SEGES, 2017), antages et gennemsnitligt udbytte pr. slet på ca. 16-22 ton/Ha/slet. Dette svarer til anlægget pr. døgn kan modtage frisk lucerne fra ca. 110 – 150 Ha landbrugsjord. Hvis der tages slet ca. hver 45. dag, svarer kapaciteten til at ca. 5% af arealet indenfor radius på 20 km luftlinjeafstand fra anlægget opdyrkes med lucerne.

Alternativer

Det bør overvejes om det altid er fordelagtigt at lucernefiberkagen laves til grøntpiller. Alternativt kunne fiberkagen nemlig uden ligeså omfattende behandling anvendes som kvægfoder eller bruges i et biogasanlæg. Ved disse to alternative anvendelsesmuligheder undgår man blandt andet en energikrævende dehydreringsproces, der er nødvendig i produktionen af grøntpiller.

Scenarie 1: Lucerne proteinekstrakt og grøntpiller



En massebalance for et anlæg, som udvinder proteinekstrakt og grøntpiller fra frisk Lucerne. Øverst en 90 dages sæson (kort) og nederst en 150 dages sæson (lang)

Parametre, som kan være kritiske for succes

En optimeret procesintegration, hvor energibehovet til tørring reduceres, er afgørende for, at produktionen er økonomisk rentabel. Derudover bør konceptet for koagulering af protein ske uden tilsætning af kemikalier, så økologisk godkendelse er mulig.

Gode dyrkningsforhold - et højt udbytte og mulighed for mange slet af lucernen er samtidigt vigtigt. I samme forbindelse bør anlægget placeres i nærhed af dyrkningsarealerne for derved at minimere behovet for transport.

Markedskendskab og markedsføring af produkterne er afgørende for, at der er mulighed for tilstrækkelig og rentabel afsætning af de producerede grøntpiller, da der i gennemsnit skal afsættes 13 ton grøntpiller for hvert ton proteinekstrakt.

Andre bemærkninger

Sukkerfabrikken i Nykøbing producerede lucerne proteinekstrakt i 1978 i ca. 1000 timer. Produktionen blev ikke videreført bl.a. pga. stigende energipriser (Christensen, 2017). Derudover bør det bemærkes at lucerne vokser bedst i lerjord, hvorfor sandede jorder, som i for eksempel Vestjylland, er uegnede.

6.2 Scenarie 2: Aminosyreekstrakt

Koncept

Et modulbaseret anlæg i containere forbehandler græsensilage før biogasproduktion og udtager samtidig 10% tørstof, hvorfra der kan ekstraheres aminosyrer. Aminosyrerne anvendes som fodertilsætning og erstatter dermed protein. Anlægget placeres op af et biogasanlæg, som delvist fødes med græs, samt i nærheden af andre potentielle aftagere af restprodukterne (gødning, plastindustri). Processen leveres og serviceres af Biofabrik.

Primær råvare

Rajgræsensilage

Primært produkt

Aminosyrer som fodertilsætningsstoffer til en-mavede dyr

Andre (rest)produkter

Fiberkage til biogas (eller alternativt kvægfoder)

Mælkesyre blanding (antages anvendt i biogas eller af PLA-producent)

Sulfatsalte (antages anvendt i biogas eller af gødningsproducent)

Ammonium med rester af aminosyrer (antages anvendt i biogas eller som gødning)

Kapacitet

Mængde ensilage svarende til 3000 tons tørstof om året.

Inspiration

Biofabrik Green Biorefinery

Procesbeskrivelse

Rajgræs kværnes og presses til grøn saft og fiber-fraktion. Pressesaften mikrofiltreres og inddampes til et koncentrat. Aminosyrer ekstraheres ud af koncentratet ved ionbytningsskromotografi, og aminosyreblandingen inddampes og tørres til ca. 80-90% tørstof. Fiberfraktionen sendes til biogasanlæg eller benyttes som kvægfoder.

Massebalance

Af 10.000 tons græsensilage udvindes 33 tons aminosyrer om året med en tørstof på 86% og heraf er ca. 80% aminosyrer jf. **Fejl! Henvisningskilde ikke fundet.**

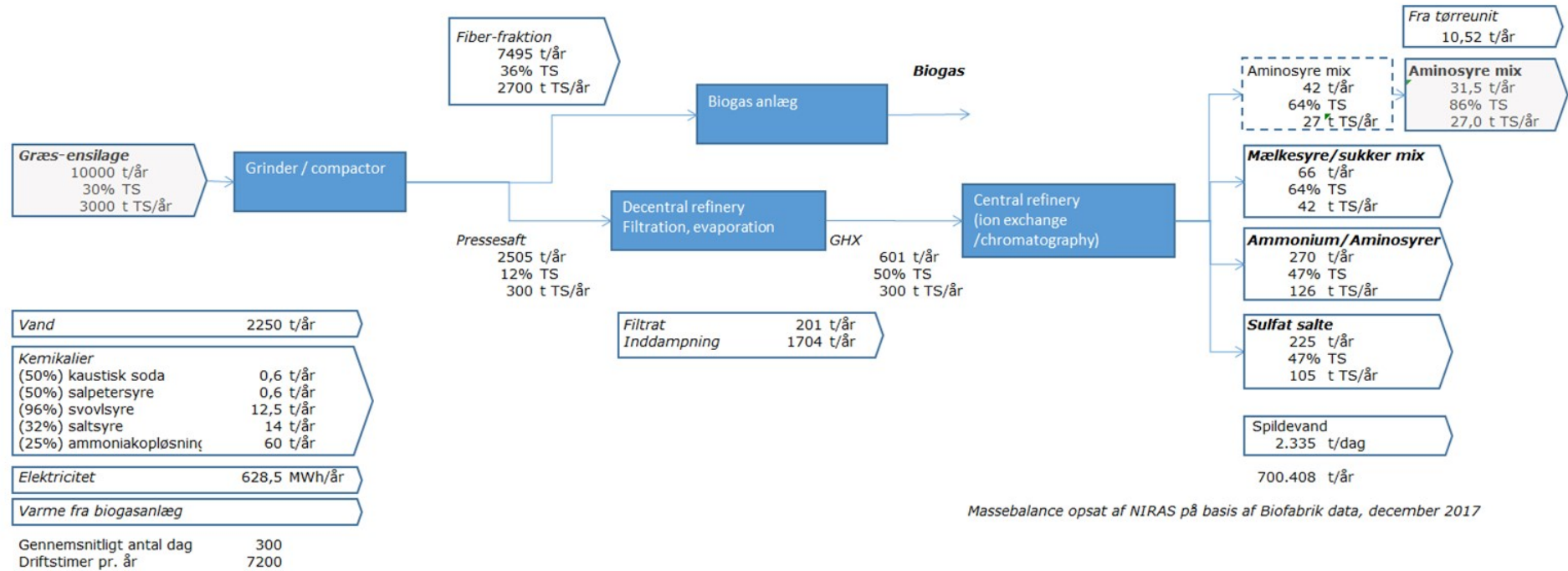
Økologi

For at bruge aminosyrerne i økologisk landbrug, kræver det både, at aminosyrer godkendes som fodertilsætningsstof generelt og kan godkendes til økologisk brug. Vurderingen i forhold til økologireglerne vil muligvis inkludere en vurdering af mekanismerne, der finder sted i ionbytningsskromotografi. Brug af aminosyrer som fodertilsætningsstof i økologien er en helt ny kategori af tilsætningsstof, som i dag ikke findes på listen over godkendte fodertilsætningsstoffer i økologiforordningen.

Logistik og geografi

Placeringen og logistikken afhænger af kapaciteten og forretningsmodellen. Kværn, presse, mikrofiltrering og inddampning til koncentrat bør placeres op af et biogasanlæg (eller en anden aftager af pressekagen). Koncentratet er stabilt og mængden mindre, så det er muligt at transportere koncentratet for at ekstrahere aminosyrerne centralt.

Scenarie 2: Aminosyreekstrakt fra græs



En massebalance for udvinding af aminosyreekstrakt fra græsensilage. Antagelser svarer til massebalancen for Biofabrik i kapitel 3

Andre bemærkninger

Der udtages 10% tørstof til grøn saft, resten forbliver i fiberkagen og sikrer, at denne fortsat giver værdi i biogasproduktion og som kvægfoder.

Det vurderes på basis af Biofabriks information, at det er sandsynligt i dette scenarie at antage, at biogasproduktionen samlet set er uændret og at merproduktionen af biogas pr. ton i fiberfraktionen samt evt. input af restfraktioner kompenserer for udtaget af tørstof fra ensilagen.

Parametre, som kan være kritiske for succes

Godkendelse af aminosyrer som fodertilsætningsstof i økologien er centralt.

Derudover at økologisk certificering af produktet ved ionbytningskromotografi også er muligt. Investeringen i anlægget skal være tilstrækkeligt lav for at dækningsbidraget kan dække kapitalomkostningerne. Dækningsbidraget afhænger af, at der er aftagere af restprodukterne, og at der er økonomi heri

Biogasanlægget skal endvidere kunne se en fordel i at bruge og bidrage til bioraffineringsprocessen og i at bruge græsensilage.

6.3 Scenarie 3: Aminosyreekstrakt og græsfiber

Koncept

Scenarie 2 kombineres med græsfiberproduktion.

Et modulbaseret anlæg i containere findeler og presser græsensilage til grøn saft, hvorfra der kan ekstraheres aminosyrer, som anvendes som fodertilsætning. Samtidig bruges presseka- gen til at producere græsfiber til isolering og/eller plastfiber. Anlægget kan evt. placeres op af et biogasanlæg, som delvist fødes med græs og op af andre potentielle aftagere af restpro- dukterne (gødning, plastindustri).

Primær råvare

Rajgræs ensilage

Primært produkt

Aminosyrer som fodertilsætningsstoffer til en-mavede dyr

Græsfiber som kan bruges som isoleringsmateriale eller som råvare i plastfiber med PP, PE eller PLA

Andre (rest)produkter

Mælkesyre blanding

Sulfatsalte

Ammonium med rester af aminosyrer

Kapacitet og massebalance

10.000 tons græsensilage pr. år, svarende til en produktion på 31,5 tons aminosyrerblanding (TS 86%) og 1125 tons græsfiber (TS 90%). En massebalance præsenteres på næste side.

Inspiration

Biofabrik Green Biorefinery og Biowert

Procesbeskrivelse

Rajgræs kværnes og presses.

Pressesaften mikrofiltreres og inddampes til et koncentrat (GHX). Aminosyrer ekstraheres ud af koncentratet ved ionbytningkromatografi, og inddampes til et koncentrat med ca. 80-90% tørstof.

Fiberfraktionen vaskes, presses, båndfiltreres og tørres til 92-94% tørstof og sælges som græsfiber til isolering og fiberplast.

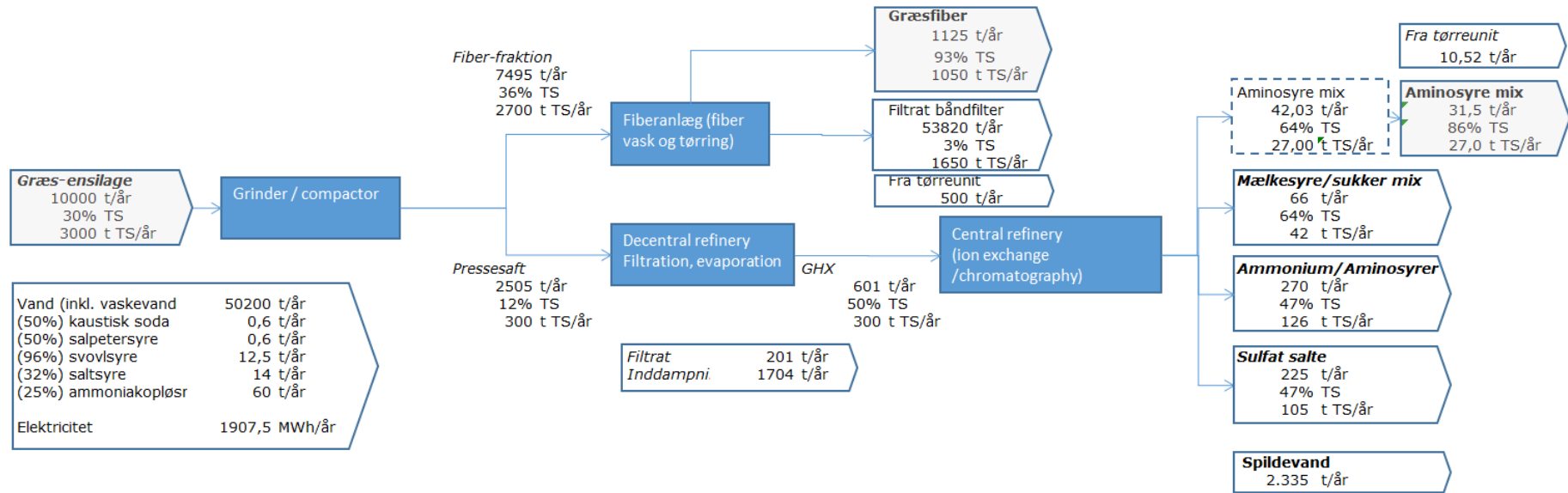
Økologi

For at bruge aminosyrerne i økologisk landbrug, kræver det både, at aminosyrer godkendes som fodertilsætningsstof generelt og kan godkendes til økologisk brug. Vurderingen i forhold til økologireglerne vil muligvis inkludere en vurdering af mekanismerne der finder sted i ionbytningkromatografi. Brug af aminosyrer som fodertilsætningsstof i økologien er en helt ny kategori af tilsætningsstof, som i dag ikke findes på listen over godkendte fodertilsætningsstoffer i økologiforordningen.

Logistik og geografi

Placeringen og logistikken afhænger af kapaciteten og forretningsmodellen. Kværn, presse, samt fiberproduktion og mikrofiltrering og inddampning af græssafftil koncentrat bør placeres samme sted og optimalt tæt på dyrkningsarealerne. Koncentratet er stabilt og mængden min- dre, så det er muligt at transportere koncentratet for at ekstrahere aminosyrer centralt.

Scenarie 3: Aminosyreekstrakt og græsfiber



Massebalance opsat af NIRAS på basis af Biofabrik og biowert data, december 2017

Antagelser som i Biofabrik massebalance. For Biowert: Vaskevand ca. 7,4 x fiberfraktionens masse (Standard, Januar 2016), 65% tørstof efter båndfilter på fiber fraktion (Gass, 2017), 92-94% tørstof efter sekundært tørre-
enhed for fiber (Gass, 2017)

En massebalance for udvinding af aminosyreekstrakt og græsfiber fra græsensilage.

Andre bemærkninger

Det antages at ensilage til begge produktioner er den samme type og at den ønskede græskvalitet matcher.

Det vurderes på basis af Biofabriks information, at det er fair i dette scenarie at antage, at biogasproduktionen samlet set er uændret og at merproduktionen af biogas pr. ton i fiberfraktionen samt evt. input af restfraktioner kompenserer for udtaget af tørstof fra ensilagen.

Parametre, som kan være kritiske for succes

At begge processer kan blive enige om ensilagekvalitet og de første procestrin med findeling og skruepresse.

Derudover at godkendelse af aminosyrer som fodertilsætningsstof i økologien og generelt opnås, og at økologisk certificering af produktionen ved ionbytningskromotografi ligeledes godkendes.

Det kan samtidig risikeres at aminosyreudbyttet bliver for lavt til at det er økonomisk rentabelt at udvinde aminosyrerne.

Investeringen i anlægget skal samtidig være tilstrækkeligt lav for at dækningsbidraget kan dække kapitalomkostningerne. Dækningsbidraget afhænger af, at der er aftagere af restprodukterne, og at der er økonomi heri.

Biogasanlægget skal endvidere kunne se en fordel i at bruge og bidrage til bioraffineringsprocessen og i at bruge græsensilage.

7. Økonomisk analyse af scenarierne

I de tidligere afsnit er de tre scenarier præsenteret samt de kritiske faktorer identificeret. I de følgende afsnit er der ud fra massebalancerne for hver af scenarierne udarbejdet en økonomisk analyse og beregning i form af en resultatopgørelse for et fiktivt bioraffineringsanlæg i det givne scenarie. Beregningerne er i videst muligt omfang baseret på oplysningerne om de pågældende udenlandske bioraffineringsanlæg samt en række fælles antagelser. Forud for præsentationen af hver af resultatopgørelserne for anlægget i hvert scenarie, er de vigtigste antagelser og beregningsforudsætninger oplyst i tabeller.

Fælles for de udarbejdede økonomiske analyser er følgende antagelser:

TABEL 8. Fælles antagelser for de udarbejdede økonomiske analyser

Antagelse		Kilde
EUR/DKK	7,44	(Dagskurs)
Græsensilage, kvalitet, FE/kg TS	0,6	(AU, 2009)
Salgspris, foder, kr./FE	1,16	(Skovmand, 2013)
Aminosyre-mix, salgspris t. human konsum e.l., EUR/kg	17,5	(Stefan Submilch, 2017)
Sojaprotein koncentrat, pris, kr./kg	5	(Tvedegaard, 2017)
Græs og græsensilage t. biogas, pris, kr./ton	696	(AU, 2009), (Skovmand, 2013)
Realrente, procent	5%	(Ambye-Jensen, 2017)
Afskrivningsperiode og teknisk levetid, år	15	(Ambye-Jensen, 2017)
Vedligehold (%-del af investering), procent	5%	(Ambye-Jensen, 2017)
Fiber til fiberplast, pris, kr./kg	10	(Polykemi, 2017)
Isoleringsmateriale, pris, kr./kg	5	(Papiruld, 2017)
El, pris, kr./kWh	0,744	(ENS, 2017)
Antal produktionsdage/år, Scenarie 1E, dage	150	Antagelse
Antal produktionsdage/år, Scenarie 1F, dage	90	Antagelse
Pris, grøntpiller, Scenarie 1, kr./ton	2149,5	(Prima, 2017)
Pris, Lucerne frisk, lav, kr./kg	1	(Mikkelsen, SEGES, 2017)
Pris, Lucerne frisk, høj, kr./kg	1,3	(Mikkelsen, SEGES, 2017)
Fyringsolie (diesel), kr./kg	4,75	(ENS1, 2017)
Personaleomkostninger, pr. ansat, kr./år	500.000	Antagelse
Transportomkostninger, kr./time	526	(TERESA, 2017)
Transport, kapacitet/lastbil, ton	16	Antagelse
Gns. transporttid til og fra mark, timer	1	Antagelse

Med i omkostningerne til bioraffinering medtages kun omkostninger til produktionen, hvorimod markedsføring, administration, R&D-omkostninger ikke medtages.

7.1 Scenarie 1: Lucerne proteinekstrakt og grøntpiller

I dette scenarie anvendes følgende input:

Input	Mængde	Pris	Kilde til pris
Frisk lucerne	237.600 t/år (20% TS el. 47.520 t tørstof/år) eller 396.000 t/år (20% TS el. 79.200 t tørstof/år)	1-1,30 kr. pr. kg TS	SEGES, pers. komm. M. Martin Mikkelsen, (Mikkelsen, SEGES, 2017)
Vand	0 m ³ /år	50 kr./ m ³	Antagelse
El	20.064-33.440 MWh/år	0,74 kr./kWh	Energistyrelsen, (ENS, 2017)
Fyringsolie	633,6-1056,0 t/år	4,75 kr./kg	Energistyrelsen, (ENS1, 2017)

Derudover anvendes i processen:

Øvrige input	Beskrivelse	Pris	Kilde til pris
Øvrige input	Beskrivelse	Pris	Kilde til pris
Kapitalapparat – forrentning og afskrivning	20 mio. EUR (148,8 mio. DKK)	14.335.732 kr./år	Antagelse som i (Ambye-Jensen, 2017)
Vedligehold	5 % af investeringen på 148,8 mio. DKK	7.440.000 kr./år	Antagelse som i (Ambye-Jensen, 2017)
Arbejdskraft	20 fuldtidsansat	10.000.000 kr./år	Antagelse

Output fra processen er i dette scenarie:

Output	Mængde	Pris	Kilde til pris
Grøntpiller til foder (90% TS)	81.664 t/år	2150 kr./t (Antages at være 50% af udsalgspris for aftager)	Antages solgt som foderpiller til 4299 kr./t i udsalgspris, jf. (Prima, 2017)
Proteinekstrakt (90% TS)	6.336.000 kg/år	5,00 kr./kg	Jf. IFRO, Økologikongres 2017, (Tvedegaard, 2017)

Resultatopgørelse - Scenarie 1						
	Antal E	Antal F	Pris E	Pris F	Indtægt E	Indtægt F
Indtægter						
Gøtspiller til foder (90% TS) (t og kr./t)	81.664	48.998	2.150	2.150	175.536.768	105.322.061
Proteinpulver (90% TS) (kg og kr./kg)	6.336.000	3.801.600	5	5	31.680.000	19.008.000
I alt, Indtægter					207.216.768	124.330.061
Omkostninger						
<i>Variable omkostninger</i>						
Frisk lucerne (20 % TS) (kg TS og kr./kg TS)	79.200.000	47.520.000	1,0	1,3	79.200.000	61.776.000
Transport (antal tårer og omkostning (kr./tårer))	24.750	14.850	526,00	526,00	13.018.500	7.811.100
Vand (m3 og kr./m3)	-	-	50	50	-	-
El (kWh og kr./kWh)	33.440.000	20.064.000	0,74	0,74	24.879.360	14.927.616
Naturgasolie (kg og kr./kg)	1.056.000	633.600	4,75	4,75	5.020.626	3.012.375
<i>Faste omkostninger</i>						
Løn (antal fuldtidsansatte og kr./år)	20	20	500.000	500.000	10.000.000	10.000.000
Vedligehold (%-del af investering) (kr./år)	1	1	7.440.000	7.440.000	7.440.000	7.440.000
Afdrag og forretning (Afdrages og forrentes over teknisk levetid) (kr./år)	1	1	14.335.732	14.335.732	14.335.732	14.335.732
I alt, Omkostninger					153.894.218	119.302.824
Resultat					53.322.550	5.027.237

Resultatopgørelse for Scenarie 1

De to delscenarier i resultatopgørelsen for Scenarie 1 er benævnt henholdsvis E og F, og resultatet for bioraffineringsanlægget er i begge delscenarier positivt. Overskuddet i Scenarie 1E er omkring 53 mio. kr. om året, imens resultatet i Scenarie 1F er cirka 5 mio. kr. om året.

De forskellige resultater i Scenarie 1E og 1F har baggrund i forskellige antagelser: Scenarie 1E er et 'optimistisk scenarie', hvor anlægget er i drift 150 dage om året og man kun betaler 1,00 kr./kg TS for lucernen. Scenarie 1F er mindre optimistisk end Scenarie 1E, idet anlægget antages kun at være i drift 90 dage om året, og man betaler mere for lucernen, nemlig 1,30 kr./kg TS. Alle andre antagelser og forudsætninger er ellers identiske i de to delscenarier.

Det skal bemærkes, at resultaterne i de to delscenarier blandt andet er følsomt overfor følgende antagelser:

- Salgspris og afsætningsmuligheder for grøntpiller og proteinekstrakt: Her er der umiddelbart antaget konservative priser for begge produkter, men om især grøntpillerne kan afsættes i de angivne mængder er ikke vurderet.
- Omkostningen til græsensilage vil variere med prisen på andre alternative afgrøder samt omkostningerne til dyrkning: Stiger andre afgrøder i pris vil prisen på græsensilage også stige. Det samme hvis dyrkningsomkostningerne stiger.
- Transportomkostningerne er også afgørende for rentabiliteten. Her er det antaget, at den gennemsnitlige transporttid til og fra mark til anlæg er én time. Det kan i nogle tilfælde være optimistisk.
- Kapitalomkostningerne til forrentning og afdrag på en investering på 20 mio. EUR over 15 år er en antagelse. Om et anlæg af den beskrevne type og størrelse kan etableres for den omkostning bør undersøges nærmere.

Det mindre optimistiske scenarie 1E, hvor anlægget er i drift 90 dage om året og der betales 1,30 kr./kg TS har en breakeven investering på 25 mio. Euro, hvilket er 20% højere end den i scenariet kalkulerede investering.

1.1 Scenarie 2: Aminosyreekstrakt

I dette scenarie anvendes følgende input:

Input	Mængde	Pris	Kilde til pris
Græs-ensilage	10.000 t/år (30 % TS el. 3000 t TS/år)	696 kr./t TS (0,60 FE/kg TS, 1,16 kr./FE)	(AU, 2009) (Skovmand, 2013)
Vand	2250 m ³ /år	50 kr./ m ³	Antagelse
El	628,5 MWh/år	0,74 kr./kWh	Energistyrelsen, (ENS, 2017)
Varme	(overskud fra biogasanlæg)	-	Antagelse ud fra oplysninger fra Biofabrik
(50%) kaustisk soda	0,60 t/år	6900 kr./t	(DLG, 2017)
(50%) salpetersyre	0,60 t/år	8700 kr./t	(RENEE, 2017)
(96%) svovlsyre	12,5 t/år	1350 kr./t	(JHStaldservice, 2017)
(32%) saltsyre	14,0 t/år	15.250 kr./t	(ELVVS, 2017)
(25%) ammoniakopløsning	60 t/år	9375 kr./t	(Land&Fritid, 2017)

Derudover anvendes i processen:

Øvrige input	Beskrivelse	Pris	Kilde til pris
Kapitalapparat – forrentning og afskrivning	5 mio. EUR (37,2 mio. DKK)	3.583.933 kr./år	Antagelse som i (Ambye-Jensen, 2017)
Vedligehold	5 % af investeringen på 37,2 mio. DKK	1.860.000 kr./år	Antagelse som i (Ambye-Jensen, 2017)
Arbejdskraft	1 fuldtidsansat	500.000 kr./år	Antagelser bl.a. ud fra oplysninger fra Biofabrik, (Stefan Submilch, 2017)

Output fra processen er i dette scenarie:

Output	Mængde	Pris	Kilde til pris
Aminosyre mix	31,510 t/år	17,5 EUR/kg (mulighed A baseret på BIOFABRIKS salgspris til human konsum) 5 kr./kg (mulighed B baseret på IFRO alternativpriser på soja)	(Süßmilch, 2017) Jf. IFRO, Økologikongres 2017, (Tvedegaard, 2017)
Fiberfraktion	7495 t/år (36% TS el. 2700 t TS/år)	696 kr./t	(AU, 2009) (Skovmand, 2013)
Mælkesyre/sukker mix	74,07 t/år	-	(Antages anvendt i biogasproduktion)
Ammonium/Aminosyrer	318,42 t/år	-	(Antages anvendt i biogasproduktion)
Sulfat salte	265,35 t/år	-	(Antages anvendt i biogasproduktion eller som gødning)
Spildevand	1401 t/år	-	(Betalt over afledningsbidraget)

Resultatopgørelse - Scenarie 2					
	Antal	Pris A	Pris B	Indtægt A	Indtægt B
Indtægter					
Aminosyre-mix (human eller foder) (kg)	31.510	130	5	4.102.573	157.549
Fiberfraktion (foder eller biogas) (kg TS)	2.700	696	696	1.879.200	1.879.200
Mælkesyre/sukker mix	66,1	-	-	-	-
Ammonium/Aminosyrer	270,3	-	-	-	-
Sulfat salte	225,3	-	-	-	-
I alt, Indtægter				5.981.773	2.036.749
Omkostninger					
<i>Variable omkostninger</i>					
Græs-ensilage (30 % TS) (tons TS og kr./t TS)	3.000	696	696	2.088.000	2.088.000
Transport (antal timer og omkostning (kr./time))	188	526,00	526,00	98.625	98.625
Vand (m ³ og kr./m ³)	2.250,0	50	50	112.500	112.500
El (kWh og kr./kWh)	628.500	0,74	0,74	467.604	467.604
Varme (kWh og kr./kWh)	-	-	-	-	-
(50%) kaustisk soda (tons og kr./t)	0,60	6.900	6.900	4.140	4.140
(50%) salpetersyre (tons og kr./t)	0,60	8.700	8.700	5.220	5.220
(96%) svovlsyre (tons og kr./t)	12,50	1.350	1.350	16.875	16.875
(32%) saltsyre (tons og kr./t)	14,00	15.250	15.250	213.500	213.500
(25%) ammoniakopløsning (tons og kr./t)	60,00	9.375	9.375	562.500	562.500
<i>Faste omkostninger</i>					
Løn (antal fuldtidsansatte og kr./år)	1	500000	500000	500.000	500.000
Vedligehold (% del af investering) (kr./år)	1	1.860.000	1.860.000	1.860.000	1.860.000
Afdrag og forretning (Afdrages og forrentes over teknisk levetid) (kr./år)	1	3.583.933	3.583.933	3.583.933	3.583.933
I alt, Omkostninger				9.512.897	9.512.897
Resultat				-3.531.124	-7.476.148

Pris A: Forudsættes at aminosyrer sælges til human brug og fiberfraktionen sælges til foder. Pris B: Forudsættes aminosyrer sælges til minimum pris på soja og fiberfraktion sælges til foder.

De to delscenarier i resultatopgørelsen for Scenarie 2 er benævnt henholdsvis 2A og 2B, og resultatet for bioraffineringsanlægget er i begge delscenarier negativt. Resultatet i Scenarie 2A er omkring -3,5 mio. kr. om året, imens resultatet i Scenarie 2B er cirka -7,5 mio. kr. om året. Det er altså ikke umiddelbart økonomisk fordelagtigt at drive disse bioraffineringsanlæg.

De forskellige resultater i Scenarie 2A og 2B er på grund af forskellige antagelser: I Scenarie 2A kan aminosyre-mixet sælges til human konsum og derved opnå en relativt høj pris på 130 kr./kg. I Scenarie 2B sælges aminosyre-mixet som foderingrediens til en pris på 5 kr./kg. Alle andre antagelser og forudsætninger er ellers identiske i de to delscenarier. Begge resultater er imidlertid følsomme overfor antagelsen om at fiberfraktionen kan sælges til foder eller biogas. Hvis fiberfraktionen kan videresælges, har man så at sige kun har "lånt" græsensilagen og udtaget noget tørstof inden biogasanlægget skal bruge det eller ensilagen anvendes som kvægfoder.

Ligesom i Scenarie 1 er resultatet følsomt overfor følgende antagelser:

- Salgspris og afsætningsmuligheder for aminosyreekstrakt og fiberfraktion: Her er der henholdsvis antaget konservative og optimistiske priser for aminosyreekstrakt, men om ekstraktet reelt kan afsættes i de mængder og til de priser er ikke vurderet.
- Omkostningen til græsensilage vil variere med prisen på andre alternative afgrøder samt omkostningerne til dyrkning: Stiger andre afgrøder i pris vil prisen på græsensilage også stige. Det samme hvis dyrkningsomkostningerne stiger.
- Kvaliteten af den tilgængelige græsensilage vil også variere bl.a. med sæson, jordbundsforhold, priser på andre afgrøder etc.
- Transportomkostningerne kan også her være afgørende for rentabiliteten. Det er antaget at den gennemsnitlige transporttid til og fra mark til anlæg er én time. Det kan i nogle tilfælde være optimistisk.
- Kapitalomkostningerne til forrentning og afdrag på en investering på 5 mio. EUR over 15 år er en antagelse. Om et anlæg af den beskrevne type og størrelse kan etableres for den omkostning bør undersøges nærmere.

1.2 Scenarie 3: Aminosyreekstrakt og græsfiber

I dette scenarie anvendes følgende input:

Input	Mængde	Pris	Kilde til pris
Græs-ensilage	10.000 t/år (30 % TS el. 3000 t TS/år)	696 kr./t TS (0,60 FE/kg TS, 1,16 kr./FE)	(AU, 2009) (Skovmand, 2013)
Vand	2250 m ³ /år	50 kr./ m ³	Antagelse
El	628,5 MWh/år	0,74 kr./kWh	Energistyrelsen, (ENS, 2017)
Varme	(overskud fra biogasanlæg)	-	Antagelse ud fra oplysninger fra Biofabrik
(50%) kaustisk soda	0,60 t/år	6900 kr./t	(DLG, 2017)
(50%) salpetersyre	0,60 t/år	8700 kr./t	(RENEE, 2017)
(96%) svovlsyre	12,5 t/år	1350 kr./t	(JHStaldservice, 2017)
(32%) saltsyre	14,0 t/år	15.250 kr./t	(ELVVS, 2017)
(25%) ammoniakopløsning	60 t/år	9375 kr./t	(Land&Fritid, 2017)

Derudover anvendes i processen:

Øvrige input	Beskrivelse	Pris	Kilde til pris
Kapitalapparat – forrentning og afskrivning	8,0 mio. EUR (59,52 mio. DKK)	5.734.293 kr./år	Antagelse som i (Ambye-Jensen, 2017)
Vedligehold	5 % af investeringen på 11,160 mio. DKK	2.976.000 kr./år	Antagelse som i (Ambye-Jensen, 2017)
Arbejdskraft	2 fuldtidsansatte	500.000 kr./år	Antagelser bl.a. ud fra oplysninger fra Biofabrik, (Stefan Submilch, 2017)

Output fra processen er i dette scenarie:

Output	Mængde	Pris	Kilde til pris
Aminosyre mix	31,510 t/år	17,5 EUR/kg (mulighed C baseret på BIOFABRIKS salgspris til human konsum) 5 kr./kg (mulighed D baseret på IFRO alternativpriser på soja)	(Süßmilch, 2017) Jf. IFRO, Økologikongres 2017, (Tvedegaard, 2017)
Fiberfraktion (plastfiber eller isolering)	1.124.740 kg/år	10 eller 5 kr./kg, hhv. mulighed C og D	(Polykemi, 2017) (Papiruld, 2017)
Mælkesyre/sukker mix	0,15 t/dag	-	(Antages anvendt i biogasproduktion)
Ammonium/Aminosyrer	0,64 t/dag	-	(Antages anvendt i biogasproduktion)
Sulfat salte	0,53 t/dag	-	(Antages anvendt i biogasproduktion)
Spildevand	4,7 t/dag	-	(Betalt over afledningsbidraget)

Resultatopgørelse - Scenarie 3					
	Antal	Pris C	Pris D	Indtægt C	Indtægt D
Indtægter					
Aminosyre-mix (human eller foder) (kg)	31.510	130	5	4.102.573	157.549
Fiberfraktion (fiberplast eller isoleringsmateriale) (kg)	1.124.740	10	5	11.247.397	5.623.698
Mælkesyre/sukker mix	66,1	-	-	-	-
Ammonium/Aminosyrer	270,3	-	-	-	-
Sulfat salte	225,3	-	-	-	-
I alt, Indtægter				15.349.970	5.781.247
Omkostninger					
<i>Variable omkostninger</i>					
Græs-ensilage (30 % TS) (tons TS og kr./t TS)	3.000	696	696	2.088.000	2.088.000
Transport (antal timer og omkostning (kr./time))	188	526,00	526,00	98.625	98.625
Vand (m ³ og kr./m ³)	50.200	50	50	2.510.000	2.510.000
El (kWh og kr./kWh)	1.907.500	0,74	0,74	1.419.180	1.419.180
Varme (kWh og kr./kWh)	-	-	-	-	-
(50%) kaustisk soda (tons og kr./t)	0,60	6.900	6.900	4.140	4.140
(50%) salpetersyre (tons og kr./t)	0,60	8.700	8.700	5.220	5.220
(96%) svovlsyre (tons og kr./t)	12,50	1.350	1.350	16.875	16.875
(32%) saltsyre (tons og kr./t)	14,00	15.250	15.250	213.500	213.500
(25%) ammoniakopløsning (tons og kr./t)	60,00	9.375	9.375	562.500	562.500
<i>Faste omkostninger</i>					
Løn (antal fuldtidsansatte og kr./år)	2	500000	500000	1.000.000	1.000.000
Vedligehold (%-del af investering) (kr./år)	1	2.976.000	2.976.000	2.976.000	2.976.000
Afdrag og forretning (Afdrages og forrentes over teknisk levetid) (kr./år)	1	5.734.293	5.734.293	5.734.293	5.734.293
I alt, Omkostninger				16.628.333	16.628.333
Resultat				-1.278.363	-10.847.086

Pris C: Forudsættes at aminosyrer sælges til human brug og fiberfraktionen til fiberplast. Pris D: Forudsættes aminosyrer sælges til minimum pris på soja og fiberfraktionen anvendes som isoleringsmateriale

De to delscenarier i resultatopgørelsen for Scenarie 3 er benævnt henholdsvis 3C og 3D, og resultatet for bioraffineringsanlægget er i begge delscenarier negativt. Resultatet i Scenarie 3C er omkring -1,3 mio. kr. om året, imens resultatet i Scenarie 3D er cirka -10,8 mio. kr. om året. Det er altså ikke umiddelbart økonomisk fordelagtigt at drive disse bioraffineringsanlæg under de angivne forudsætninger og antagelser.

De forskellige resultater i Scenarie 3C og 3D er på grund af forskellige antagelser: I Scenarie 3C kan aminosyre-mixet sælges til human konsum og derved opnå en relativt høj pris på 130 kr./kg. Samtidig kan de producerede fibre sælges til anvendelse i plastindustrien til en pris på 10 kr./kg. I Scenarie 3D sælges aminosyre-mixet som foderingrediens til en pris på 5 kr./kg, og fibre må sælges til anvendelse i isoleringsmateriale til 5 kr./kg. Alle andre antagelser og forudsætninger er ellers identiske i de to delscenarier. Sammenlignes resultatet af Scenarie 3C med resultatet i Scenarie 2A fremgår det at produktionen og afsætningen af fibre til plastgranulat forbedrer resultatet. Det er imidlertid ikke under de anvendte forudsætninger nok til at der opnås et positivt resultat, og dermed et forretningspotentiale. Det illustrerer imidlertid at kan der opnås en høj nok salgspris for fiberfraktionen ved at videreforarbejde den fremfor for at sælge den til foder eller anvendelse i biogasanlæg, kan det have et forretningspotentiale.

Ligesom i de tidligere scenarier er resultatet følsomt overfor følgende antagelser:

- Salgspris og afsætningsmuligheder for aminosyreekstrakt og fiberfraktion: Her er der henholdsvis antaget konservative og optimistiske priser for aminosyreekstrakt, men om ekstraktet reelt kan afsættes i de mængder og til de priser er ikke vurderet.
- Omkostningen til græsensilage vil variere med prisen på andre alternative afgrøder samt omkostningerne til dyrkning: Stiger andre afgrøder i pris vil prisen på græsensilage også stige. Det samme hvis dyrkningsomkostningerne stiger.
- Kvaliteten af den tilgængelige græsensilage vil også variere bl.a. med sæson, jordbundsforhold, priser på andre afgrøder etc.
- Transportomkostningerne kan også her være afgørende for rentabiliteten. Det er antaget at den gennemsnitlige transporttid til og fra mark til anlæg er én time. Det kan i nogle tilfælde være optimistisk.
- Kapitalomkostningerne til forrentning og afdrag på en investering på 8 mio. EUR over 15 år er en antagelse. Om et anlæg af den beskrevne type og størrelse kan etableres for den omkostning bør undersøges nærmere.

8. Bibliografi




- Agricultures&Territories. (2015, Maj). Animaux monogastriques. *Tech&Bio, Bulletin technique bio des chambres d'agriculture de Rhône-Alpes*.
- Ambye-Jensen, M. (2017). *Produktion af proteinkoncentrat, kvægfoder og biogas ved bioraffinering af græs og kløver*. Aarhus Universitet.
- AU. (2009). *Notat vedrørende Foderenheder i wrapballer Omregning fra FE til kg tørstof*. DET JORDBRUGSVIDENSKABELIGE FAKULTET.
- Biofabrik. (2017). Retrieved from www.biofabrik.com.
- Biofabrik, P. (2017, Dec). Udkast til teknologibeskrivelse. *Technologiebeschreibung der zentralen grünen Bioraffinerie*.
- British Chlorofyl. (n.d.). <https://www.britishchlorophyll.co.uk/>. Retrieved from <https://www.britishchlorophyll.co.uk/>
- Christensen, B. H. (2017, December). (S. T. Sønderby, Interviewer)
- Désialis. (2017, December 20.). Retrieved from <http://www.desialis.com/en/>: <http://www.desialis.com/en/>
- DLG. (2017, December). *Pris på kaustisk soda*. Retrieved from <https://www.dlg.dk/products/0457/238502>
- Ecker J., S. M.-m. (2012). Green Biorefinery Upper Austria – Pilot Plant operation. *Separation and Purification Technology* 96, 237–247.
- ELVVS. (2017, December). *Pris på saltsyre*. Retrieved from <https://www.elvvs.dk/p/saltsyre-30-20-liter-814544/>
- ENS. (2017, December). *Statistik på elpriser*. Retrieved from <https://ens.dk/service/statistik-data-noegletal-og-kort/priser-paa-el-og-gas>
- ENS1. (2017). *ENS' samfundsøkonomiske beregningsforudsætninger, Tabel 1 og 6*. Energistyrelsen.
- Erik Fog, S. (2017, November). (NIRAS, Interviewer)
- Fog, E. (n.d.). *Landbrugsinfo. Artikel: Hollandsk Mobilt Bioraffinaderi*. Retrieved from https://www.landbrugsinfo.dk/Energi/andre-teknologier/Sider/pl_16_3107_2490.aspx
- Gass, M. (2017, November 21). Ejer og grundlægger, Biowert Industrie GmbH. (S. T.-C. Sørensen, Interviewer)
- Gyldendal. (2017). www.denstoredanske.dk. Retrieved from www.denstoredanske.dk: http://denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Kemi/Analytisk_kemi/kationbygning
- Havesttag. (n.d.). Retrieved from <http://www.harvestagg.nl/green-goods-concept.html>




- Hermansen, J. E. (2017). *GREEN BIOMASS - PROTEIN PRODUCTION THROUGH BIO-REFINING*. Aarhus University.
- IBCfinland. (n.d.). <https://www.ibcfinland.fi/projects/innofeed/>.
- JHStaldservice. (2017, December). *Pris på svovlsyre*. Retrieved from <http://www.jhstaldservice.dk/svovlsyre/>
- Kamm, B. (n.d.). *IEA-Bioenergy Task 42 præsentation*. Retrieved from Green Biorrefinery Demonstration Plant, Havelland, Germany:
http://www.google.dk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0ahUKEwjtxsu90PjXAhUFmrQKHVLLDKcQFghUMAY&url=http%3A%2F%2Fschd.ws%2Fhosted_files%2Fplantekongres2014%2F1e%2FBilag%2520til%2520indl%25C3%25A6g.pdf&usq=AOvVaw264anqAt3_PeEU4Rp_Z400
- Kirk-Othmer. (2008). *Food And Feed Technology vol I*. Wiley.
- Land&Fritid. (2017, December). *Pris på ammoniakopløsning*. Retrieved from https://www.landogfritid.dk/Hus-Havegødning/Urea-46-25-kg-stk/173750?gclid=EAlaIqobChMI4KeBhL-T2AIVxzLTCh2mLAbbEAQYAyABEgJAxPD_BwE
- Luzixine. (2017, December 20.). Retrieved from <http://www.luzixine.fr/en/>
- Mikkelsen, M. (2017, December). SEGES.
- Mikkelsen, M. (2017, November). SEGES. (NIRAS, Interviewer)
- Miljøstyrelsen. (2017).
- NewFoss. (n.d.). www.newfoss.com. Retrieved from www.newfoss.com
- O. De Mathan, R. M. (1989). Large Scale Commercial operation in europe. *Proceedings of the third international conference on leaf protein research* (pp. 36-49). Pisa, Italien: Italian Journal of Food Science.
- Papiruld. (2017, December). *papiruld.dk*. Retrieved from <http://www.papiruld.dk/goer-det-selv.aspx>
- Polykemi. (2017, December). Forespørgsel ang. pris på plastfibre. Kontaktperson: Viggo Frederiksen. (NIRAS, Interviewer)
- Prima. (2017). *Prima træpiller*. Retrieved from <http://www.primatræpiller.dk/product/1-pl-alfalfa-lucerne-hestefoder/>
- Produktspec, Aminoacid. (2017). Biofabrik, Datasheet. *Plant Based Amino Acid Mix from grass based*. Biofabrik.
- Produktspec, Blattwerk. (2017). Biofabrik Datasheet. *BLATTWERK Plant-Based Nutrient Complex*.
- RENEE. (2017, December). *Pris på saltpetersyre*. Retrieved from <http://renee.dk/kemikalier/tekniske-kemi-produkter/saltpetersyre-53-26-kg>

- Scott Process Technology. (n.d.). <http://www.scottprotec.com/case-history/british-chlorophyll-company/>. Retrieved from <http://www.scottprotec.com/case-history/british-chlorophyll-company/>
- Skovmand, A. (2013). *Certificeringssystemer og omkostninger for certificeret soja og palmeolie*. IFRO, KU.
- Standard. (Januar 2016). VDI 6310 Classification and quality criteria of biorefineries. *Classification and quality criteria of biorefineries*.
- Statistikbanken. (2017). Statistikkbanken.
- Stefan Submilch, B. (2017, November). Telefonisk interview. (NIRAS, Interviewer)
- Süßmilch, S. (2017, November/December). Sales Manager, Biofabrik Green Biorefinery. (NIRAS, Interviewer)
- Telek, L. (1983). Leaf protein extraction from tropical plants. *Plants: The potential of extracting protein, medicines and other useful chemicals, Workshop proceedings* (pp. 78-110). Washington, D. C: U.S. Government Printing Office.
- TERESA. (2017). *Transportøkonomiske Enhedspriser*. Transportministeriet.
- Terkelsen, O. Ø. (1979). *Opstartsrapport - Erfaringer fra indkørslen af VEPEX/roebladsanlægget på Sukkerfabrikken i Nykøbing*. Anhydro A/S.
- Tvedegaard, N. (2017). *Økologisk græsprotein og økonomi, Økologikongres 2017*. IFRO.

Bilag 1. Relevante bioraffineringsanlæg

Følgende liste blev diskuteret med Miljøstyrelsen i uge 43.

Anlæg	Lokalitet	Input	Output	For/imod
 BIOWERT	Damstadt, Tyskland	Ensileret græs	Bioplast Fiber Gødning Biogas Grasslurry	Etableret anlæg med mange processer Højværdi af grasslurry - kosmetik, flavours og GMO fri foder
 Désialis	Paris, Frankrig	Lucerne	Proteinkonc til høns	Nicheproduktion Nykøbing tidl. Ikke økonomi (1993)
 GRASSA! <small>Real waste to green</small>	Gronningen, Holland	Alle typer grønt	Protein	Mindre anlæg (0,5 ton) Pt. forsøg med vandplante Spin off fra universitet

Anlæg	Lokalitet	Input	Output	For/imod
 Emmelev A/S	Otterup, Fyn	Raps	Rapsolie Biodiesel Rapskager (kvægfoder)	- Kun 1% af nuværende økoproduktion - Kun 2 mavede dyr
 Nordic Sugar <small>Member of Nordfacer Group</small>	Nakskov, Lolland	Sukkerroer (1,4 mio. ton)	Sukker: 476.000 tons Roebaseret foder: Pulpletter: 120.000 tons Melasse: 77.000 tons HP-pulp: 132.000 tons	- Roer idag 1% af nuværende økoproduktion + 1-2 mavede dyr
 Lantmännen Agroctanol	Norrköping, Sverige	Korn (550.000 ton)	Ethanol: 210.000 m ³ Foderprotein: 175.000 ton	+30% af nuværende økoproduktion + ved siden af lufthavn + 1-2 mavede dyr

Eksempler på andre anlæg:

- KMC, Danmark – kartoffel - kartoffelprotein
- Lelystad, Holland, Sukkerroetoppe – skiftet til salat pga. dårlig økonomi
- Utzenaich, Østrig, græs – lukket ned
- Gramitherm, Schweiz – græs til isolering
- INNOFEED – Finland – græs til ethanol+gødning+foder – pilot
- Green Biorefinery – græs til protein – under modernisering / ikke kontaktbar
- British Chlorofyl, England – tørt græs til klorofyl – lille pilot
- Biovalue Spir/Nybro Tørreri/Foulum/Esbjerg – større projekt i gang
- Norsvin, Norge – græs til svinefoder – mobilt anlæg
- Fermentation Experts – Raps, tang mv. til protein – blå biomasse, GMO?

Efter aftale med miljøstyrelsen blev følgende aktioner taget:

- a) Høring af interesser indenfor Økologi
- b) Afsøgning af muligheder indenfor blå biomasse
- c) Vurdering af grønne anlæg

Ad a)

Økologiske interesse blev diskuteret med følgende parter:

- Annette Vibeke Vestergaard, Økologisk Landsforening
- Lars Holdensen, SEGES

Ad b)

Muligheder for anlægsbesøg indenfor blå biomasse (her især fokus på tang) blev afsøgt i forbindelse med internetsøgning samt ekspertdialog med:

- Anette Bruhn, Aarhus Universitet
- Anne Berlinda-Bjerre, Teknologisk Institut

Dette resulterede i følgende liste:

- Etablerede tang-virksomheder
 - CP Kelco – rødalge til carragenan – samarbejdsaftale med Hededanmark ang. rester til foder, biogas og gødning (rødalgerne importeres fra Asien)
 - FMC, Norge - rød og brunalge til hhv. carragenan og alginat
 - ALGEA, Norge – grisetang/brunalge til bla. foder
 - ALGAIA (tidl. Cargill, frankrig) rød og brunalge til hhv. carragenan og alginat
 - ACADIAN SEAPLANTS – grisetang/brunalge til foder mv – Irland/USA mv.
- Nye anvendelser: Fermentation Experts / European Proteins – kan anses som in situ bioraffineri – sker i "suppen" – blander med andre produkter for at opnå optimal sammensætning
- Potentielle forsøgsanlæg i Holland eller Norge

Rød tang = import

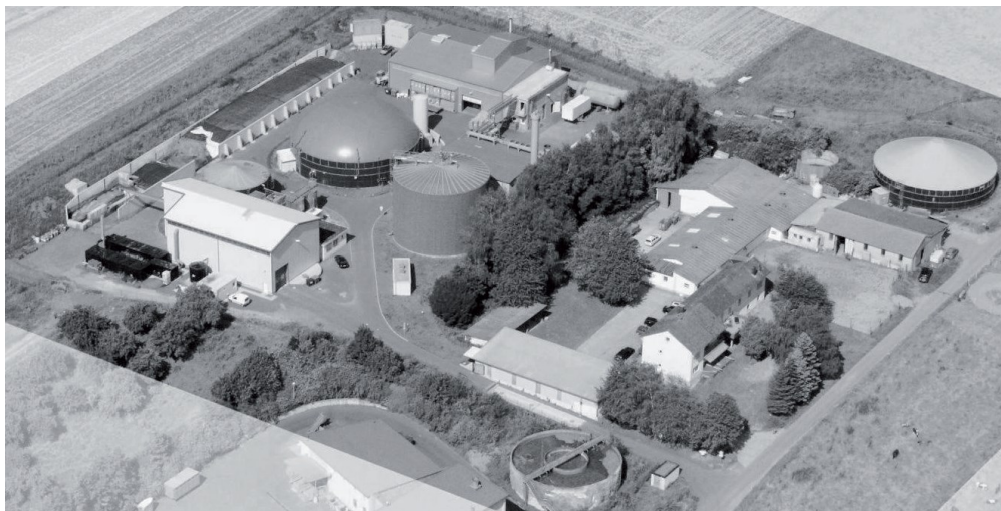
Brun tang =
denne type ikke i
dk

Ad c)

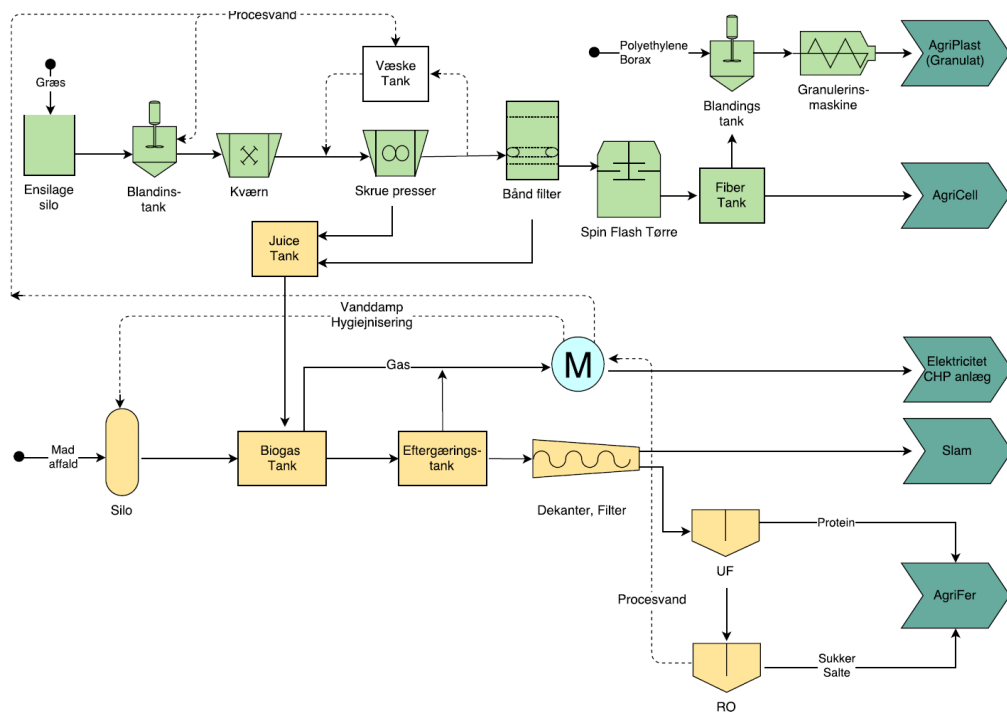
Input til anlægslisten igennem NIRAS eksperter, DCA rapport samt dialog med:

- Morten Ambye-Jensen, Center for Biorefinery Technologies, Aarhus Universitet
- Uffe Jørgensen, Center for Biorefinery Technologies, Aarhus Universitet
- Mette Lubeck, Aalborg Universitet (Projektleder Organofinery)
- Erik Fog SEGES Økologi Innovation (Projektleder SuperGrassPork)

Bilag 1.1 Yderligere informationer om Biowert

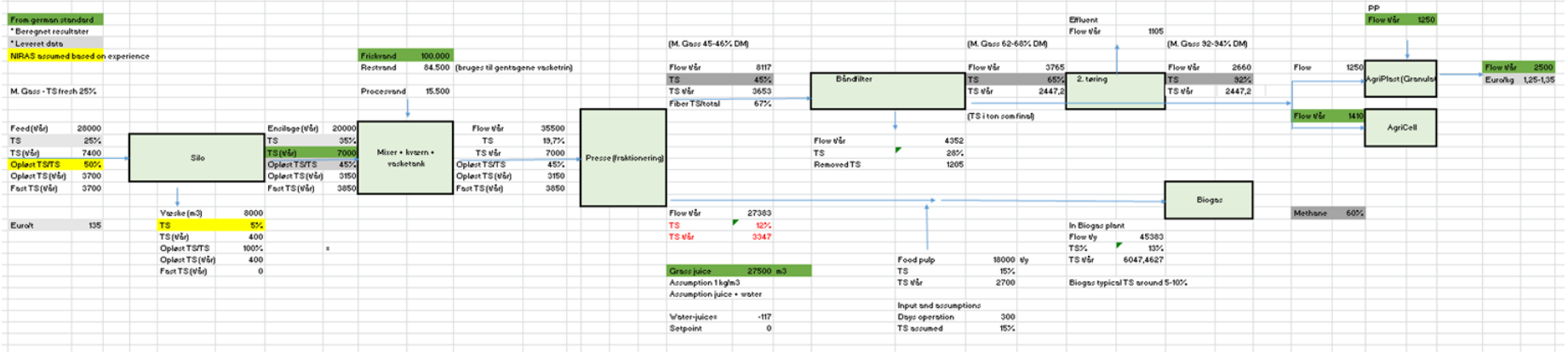


Luffoto af Biowert (Standard, Januar 2016)

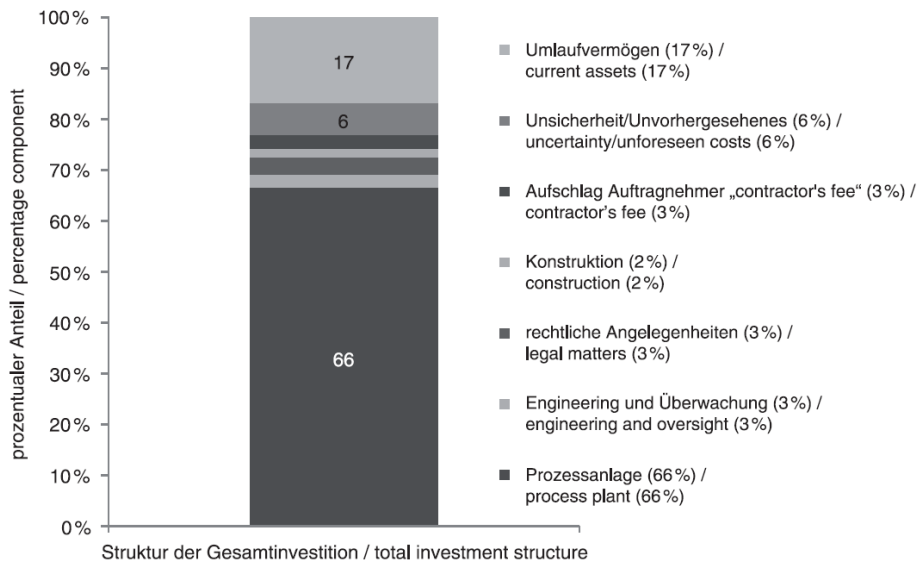


Processflow diagram for Biowert baseret på NIRAS besøg November 2017

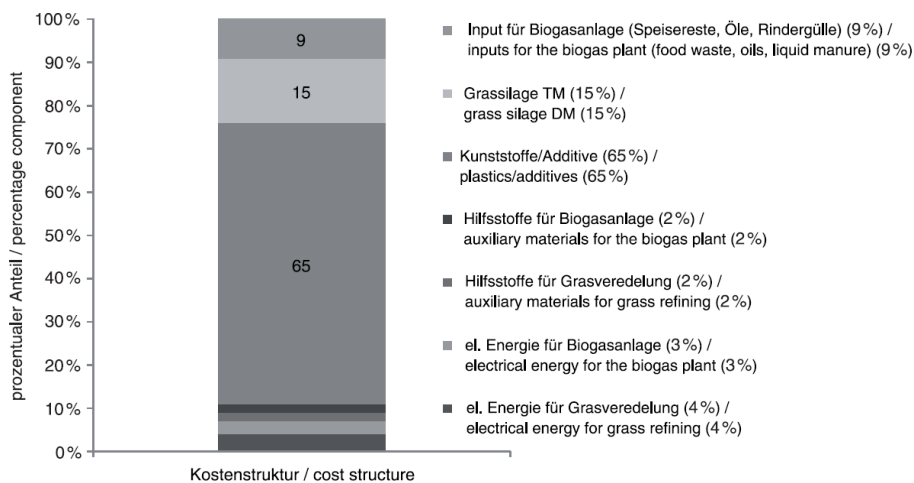
Biowert massebalance tilbageregnet på basis af anlægsbesøg og tysk standard



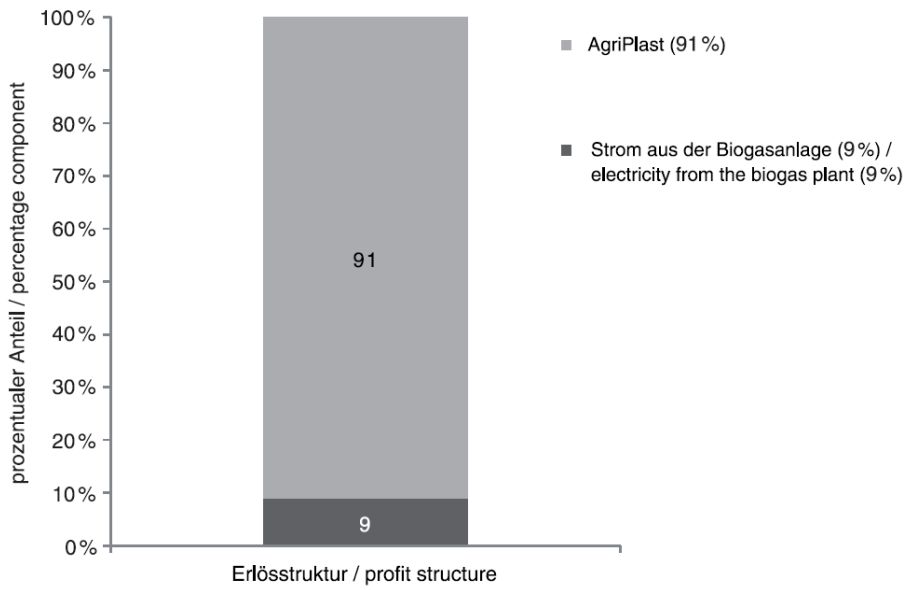
Massebalance baseret på anlægsbesøg og information fra tysk standard (Standard, Januar 2016)



Total investeringsstruktur for Biowert (Standard, Januar 2016)



Omkostningsstruktur for Biowert (Standard, Januar 2016)



Profitstruktur for Biowert (Standard, Januar 2016)

Bilag 1.2 Yderligere informationer om Biofabrik

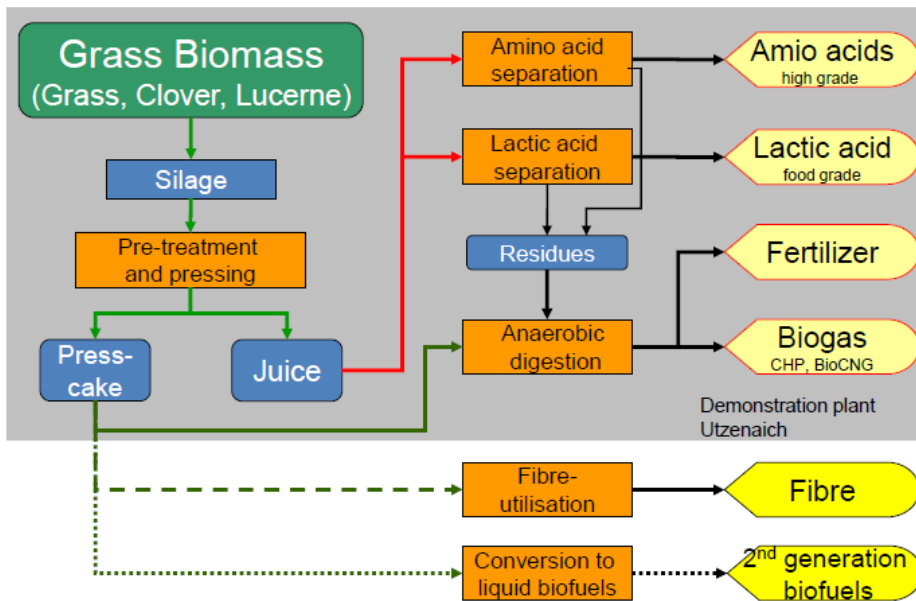
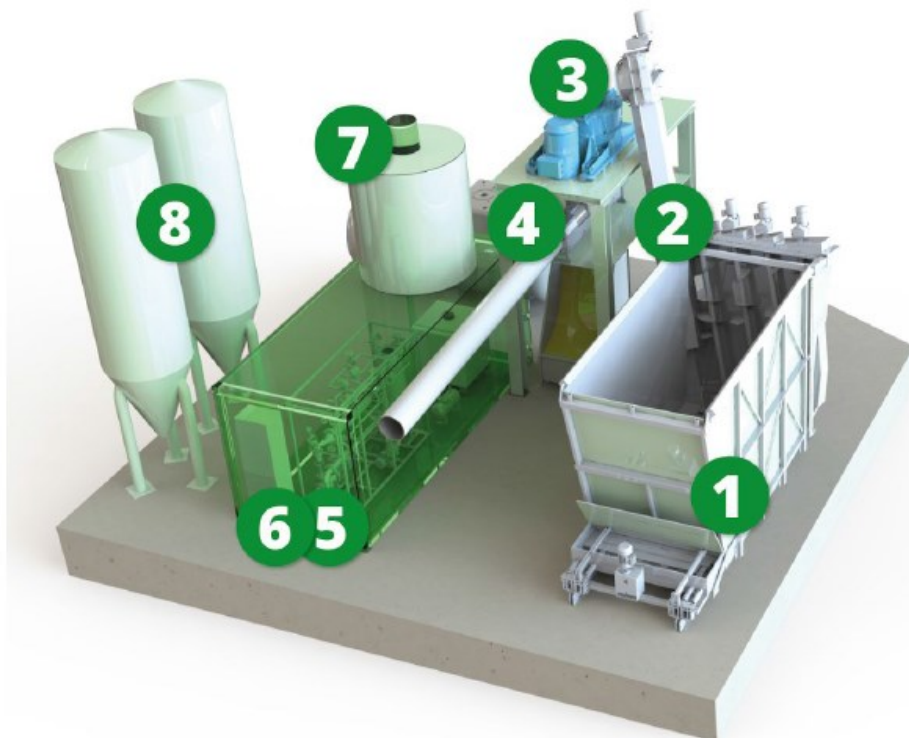


Illustration af Green Biorefinery Austria in Utzenaich



Tilførselsmodul på det decentrale anlæg i Tjekkiet (Biofabrik P. , 2017)

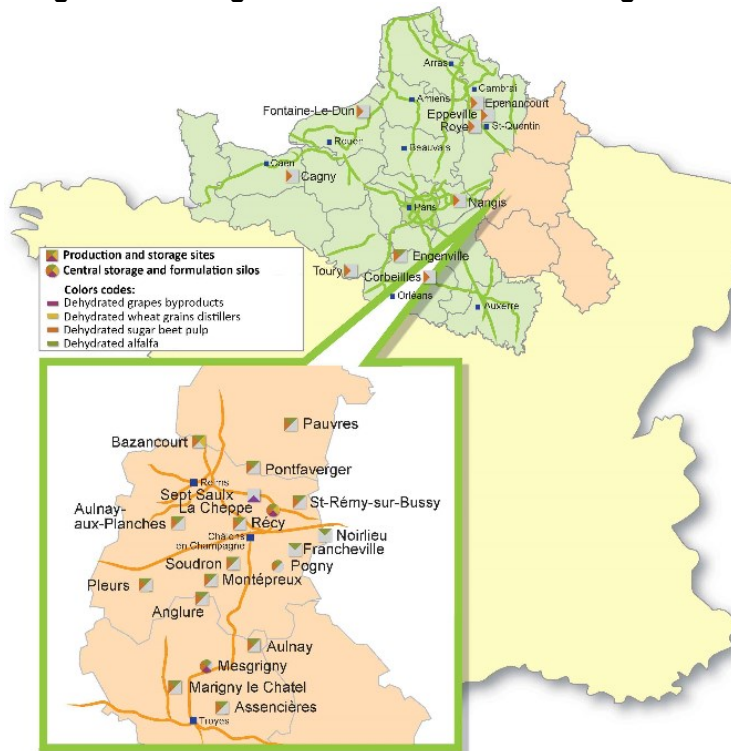


Skematisk repræsentation af det decentrale anlæg (Biofabrik P. , 2017)



Det centrale anlæg i Dresden, som separerer aminosyrer fra GRX produktet (Biofabrik P. , 2017)

Bilag 1.3 Yderligere information om Désialis og lucerne





Produktions- og lagringsfaciliteter hos Désialis

PRODUCTS RANGE	PRODUCT	Beef cattle	Dairy cattle	Sheep	Goats	Horses	Pigs	Poultry	Rabbits	Pet food
Organic range	BIOLUZ									
	RUMILUZ BIO									
	BIOLUZ MAX									
CAE (Concentrated alfalfa extract)	ANC									
	EXTRALUZ									
	PX AGRO									
Alfalfa fiber in bales	RUMILUZ									
	RUMIPLUS									
	RUMILUZ LABEL									
	RUMILUZ TM									
	RUMILUZ FIBER									
	RUMILUZ FIBER TM									
	RUMILUZ SB									
	HIPPOLUZ									
Alfalfa	LAPILUZ									
	LUZERNE ENERGIE 21%									
	LUZERNE 16% or 17 %									
	LUZATOP									
	EQUILUZ									
	LUZERNE ENERGIE 23%									

Oversigt over Lucerne produkter hos Desialis (Désialis, 2017)

Produkt	Navn	Protein % af TS	Relevante dyr
Økologisk dehydreret lucerne	BIOLUZ	15,3%	
økologisk dehydreret lucerne rig på protein	BIOLUZ MAX	18%	
økologisk dehydreret lucerne baller	RUMILUZ BIO	15,3%	
Dehydrated alfalfa for horses	EQUILUZ	15,3%	
Dehydrated alfalfa for rabbits	LAPILUZ	15,3%	
Dehydrated alfalfa 18% proteins in dry matter	LAZATROP	18%	
Dehydrated alfalfa 16%	LUZERNE 16-17%	16-17%	

or 17 % proteins in dry matter			
Dehydrated alfalfa 21 % proteins in dry matter	LUZERNE ENERGIE 21%	21%	
Dehydrated alfalfa 23 % proteins in dry matter	LUZERNE ENERGI 23%	23%	

Oversigt over økologiske grøntpilleprodukter og proteinindhold hos Desilalis (Désialis, 2017)



Extrabio : l'extrait concentré de luzerne bio Desialis

► Extrabio : un procédé de concentration simple et respectueux de la luzerne

Issu de parcelles de luzerne cultivées selon le principe du cahier des charges de l'agriculture biologique, l'**Extrait Concentré de luzerne EXTRABIO** bénéficie d'un **procédé de fabrication spécifique** :

- 1. Pressage à froid** : sitôt récoltée, la luzerne fraîche bio est acheminée vers l'usine où elle est **pressée** pour obtenir un **jus vert** riche en protéines et en xanthophylles.
- 2. Chauffage** : ce jus vert est chauffé afin de **coaguler les protéines**. Un préchauffage suivi d'une injection de vapeur flocculent les protéines pour former un coagulum protéo-lipidique.
- 3. Le jus chauffé** est ensuite **centrifugé** afin de séparer la partie liquide du coagulum.
- 4. Séchage et granulation** : la pâte verte obtenue est **séchée sur lit fluidisé** puis **granulée à basses températures** afin d'en **préserver la composition** et notamment sa **richesse en protéines et xanthophylles**.

Les différentes étapes de production d'EXTRABIO (depuis la récolte jusqu'au stockage) font l'objet de suivis et de contrôles rigoureux. Toute la chaîne de production est conforme au Règlement de la Production en Agriculture Biologique et assure à **EXTRABIO la certification Agriculture Biologique**.

Désialis met au service de l'agriculture biologique toute son expérience acquise dans la production de luzernes déshydratées :

- une **production contrôlée, une qualité certifiée**.

► Extrabio : un concentré protéique doté d'un très bon profil en acides aminés

Riche en protéines, **EXTRABIO concentre également les acides aminés essentiels**. Associé à une bonne digestibilité, le profil en acides aminés d'EXTRABIO en fait un produit à très haute valeur nutritive.

Conseils d'utilisation

Pondeuses : 1 à 6 % selon l'intensité du jaune recherché
 Poulets de chair : 3 à 6 % selon l'intensité du jaune recherché
 Génisses : 200 à 300 g/jour
 Vaches laitières : 800 g à 1 kg/jour
 Taurillons : 500 g à 1 kg/jour
 Brebis et chèvres laitières : 60 à 100 g/jour

► Extrabio : un apport de pigments naturels

La haute teneur en pigments naturels d'EXTRABIO (**xanthophylles**) en fait un **ingrédient de choix en aviculture pour la pigmentation des œufs et des poulets de chair**.

Grâce à la présence de lutéine et de zéaxanthine, les principaux pigments actifs d'EXTRABIO, l'incorporation d'EXTRABIO dans l'alimentation des volailles permet :

- d'obtenir de façon reproductible **une coloration jaune homogène du jaune d'œuf**
- une amélioration de la **coloration jaune de la peau des poulets et pintades**

► Extrabio : riche en Oméga 3 et en nutriments essentiels

Comme pour les protéines, le **process de production d'EXTRABIO concentre des lipides** présents dans la luzerne d'origine pour atteindre une teneur proche de 10%.

L'origine foliaire de ces lipides leur confère un profil particulièrement **riche en acide gras oméga 3**.

L'utilisation d'EXTRABIO dans les aliments, **enrichit de façon importante (+70 à 100 %) les produits animaux (viande et œufs) en acides gras oméga 3**.

EXTRABIO est une source importante de fer, dont la forte bio-disponibilité, associée aux teneurs en carotène élevées, permet d'améliorer la qualité des viandes bovines (couleur de la viande). Par ailleurs **riche en minéraux, en vitamine E et β -carotène** (précurseur de vitamine A), **EXTRABIO contribue au bon équilibre nutritionnel de la ration**.

EXTRABIO assure à votre élevage :

- la **sécurité d'une production de proximité**.

Pour une utilisation spécifique volailles, informations complémentaires sur la fiche PX Agro disponible sur www.desialis.com



Valeurs indicatives sur brut (Humidité : 8 % - Protéine brute : 47,8 %)

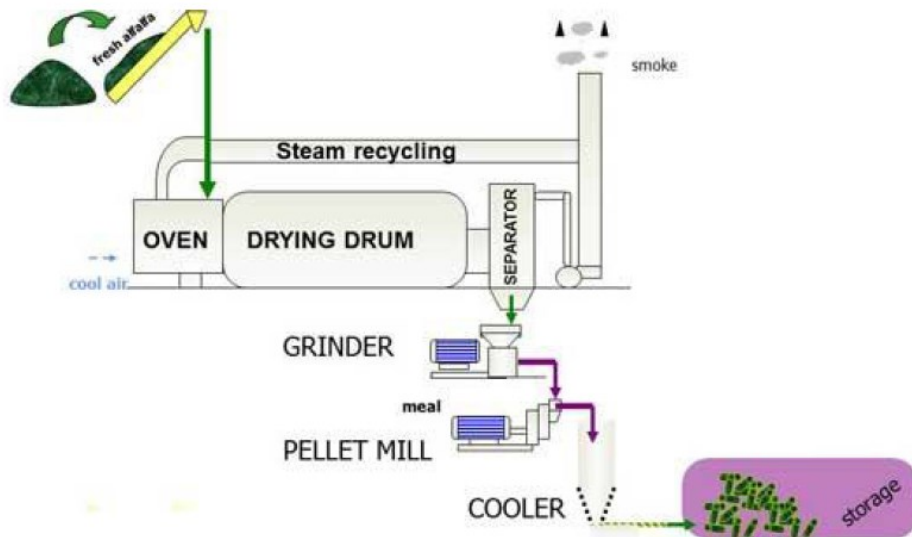
Lutéine + Zéaxanthine 607 ppm	P dispo	6,5 g/kg
Xanthophylles totales 920 ppm	Na	0,2 g/kg
E.M.An coq2975 Kcal/kg	β -carotène	368 ppm
Matières grasses.....9,2%	Activité Vit. A	61 309 ER/kg
A.G. Oméga 334,5 g/kg	Vitamine E	368 ppm
A.G. Oméga 612,9 g/kg	UFL	1,16/kg
Cellulose brute2,3%	UFV	1,14/kg
Matières minérales.....11,0%	PDIA.....	377g/kg
Ca	PDIE.....	402 g/kg
P	PDIN	424 g/kg



Désialis

DESIALIS - 27, 29 rue Chateaubriand
 75383 PARIS cedex 08 - France
 Tél. : 01 42 99 01 01 - Fax : 01 42 99 00 07
 Site : www.desialis.com

Produktspecifikation for Extrabio, som er et økologisk certificeret Lucerne proteinekstrakt tiltænkt fjerkræ og kvæg (Désialis, 2017)



Procesforløb for dehydreret lucerne (Désialis, 2017)

► A simple concentration process which preserves the properties of alfalfa

- 1 Cold pressing – Alfalfa is harvested from May to October. It is pressed to yield a green juice, rich in protein and nutrients.
- 2 Heating – The juice is heated to coagulate the protein. Pre-heating, followed by steam injection, results in flocculation of the majority of protein present, followed by the formation of a protein/lipid coagulum.
- 3 Centrifuging – The whole product is then centrifuged to separate the coagulum from the liquid portion.
- 4 Drying and granulation – The paste is dried on a fluidised bed at sufficiently low temperatures to preserve the composition of ECL.



Procesforløb for concentrated lucerne ekstrat (CAE) (Désialis, 2017)

- [Process for drying vegetable matter using high-pressure steam](#)

Patent number: 4820542

Abstract: Vegetable matter such as lucerne is dried; the latter is heated and then pressed. The liquid is treated in an evaporator employing, as heating fluid, low-pressure steam supplied by an ejector-compressor fed with high-pressure steam supplied, for example, by a nuclear power plant. Low-pressure steam taken from the outlet of the compressor-ejector is also employed to heat the lucerne at. The effluent leaving the evaporator is introduced with the remainder of the high-pressure steam into a drying unit in which air from the environment is preheated. The hot air is employed for drying the moist pressed matter.

Type: Grant

Filed: July 2, 1987

Date of Patent: April 11, 1989

Assignee: France Luzerne Complexe Agricole du Mont-Bernard

Inventor: Olivier de Mathan

- [Process for the treatment of vegetable matter with recovery of calories from the dehydration stack gases and applications thereof](#)

Patent number: 4070351

Abstract: A treatment of vegetable matter such as alfalfa with recovery of the calories from the dehydration stack gases is described. The calories in the moist dehydration stack gases are recovered essentially by condensation of the steam contained therein, notably in the first evaporation body for the concentration of the dehydration serum. The process provides a considerable saving of thermal energy in integrated process for dehydrating alfalfa and recovering proteins contained therein.

Type: Grant

Filed: February 17, 1976

Date of Patent: January 24, 1978

Assignee: France-Luzerne

Inventor: Olivier de Mathan

- [Process for the treatment of green, leafy plants for the extraction of proteins in the pressing juices and for economical dehydration of cake](#)

Patent number: 4066633

Abstract: A process for the treatment of leafy green plants for the extraction of proteins in the pressing juices and an economic dehydration of cake. Treatment of lu-

cerne. The following steps are carried out: 1. High level of juice extraction by pressing the raw material plant, resulting in a simultaneous and marked lowering in the moisture content thereof; 2. An improvement of the overall heat balance, in relation with the saving of heat obtained: During dehydration of the pressed vegetable matter cake, During concentration of the serum by concentration in a multiple effect apparatus, 3. Maximum recovery of the proteins present in the pressing juice, with the production of a dehydrated protein concentrate usable in human nutrition and animal feeding. Application to the economical dehydration of lucerne and recovery of proteins.

Type: Grant

Filed: November 3, 1975

Date of Patent: January 3, 1978

Assignee: France Luzerne

Inventors: Charles Gastineau, Olivier DE Mathan, Jan-Dominique Dilly

Rapport om forretningspotentialet for bioraffinering på basis af økologisk jordbrugsproduktion

Formålet med denne analyse er at belyse nyere internationale bioraffineringsteknologier og derigennem afdække, om de kunne vise sig kommercielt bæredygtige for den økologiske jordbrugsproduktion i Danmark. Dette er gjort gennem studier af tre udvalgte internationale bioraffineringsanlæg, samt beregning af tre scenarier for bioraffinering i Danmark på baggrund af de tilgængelige informationer om de valgte anlæg.

De tre scenarier er:

- Scenarie 1: Proteinekstrakt og grøntpiller på basis af frisk lucerne
- Scenarie 2: Aminosyreekstrakt på basis af ensileret græs
- Scenarie 3: Aminosyreekstrakt og græsfiber på basis af ensileret græs



Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

www.mst.dk