Impossible burger og andre kødalternativer
– en holistisk analyse

Udarbejdet for

NOAH
Friends of the Earth Denmark

NOAH Madsuverænitetsgruppen
Studiestræde 24, 2. th., 1455 København K
ISBN 978-87-87497-10-7
juni 2024

Udarbejdet af

Sall&Sall
Rådgivning

Indhold

1. Vigtigste resultater og konklusion....3

2. Introduktion....4

3. Mål, metode og afgrænsning....5

3.1. Metode....5

3.1.1. ”Planetary boundries”....5

3.1.2. Livscyklusvurdering....6

3.1.3. Forsigtighedsprincippet....6

3.1.4. Fødevaresuverænitet....7

3.1.5. Konklusionen....8

3.2. Afgrænsning:....8

4. Analyse af Impossible Foods....9

4.1. Produktion, ingredienser og tilsætningsstoffer....9

4.2. Markedet....11

4.3. Lovgivning....11

4.4. Planetære grænser og livscyklusvurderinger....12

4.5. Forsigtighedsprincippet....12

4.6. Fødevaresuverænitet....12

4.7. Konklusion....13

5 Oversigt over 5 andre kød-alternativer....14

5.1. Planteproteiner....14

5.2. Alternative planteproteinkilder....15

5.3. Alternative animalske proteinkilder....17

5.4. Præcisionsfermentering (GMO)....18

5.5. Laboratoriekød – kød fra cellekulturer....20

6. Referencer....22

Bilag 1 Sammenstilling af metoders miljøaftryk mv....31

1. Vigtigste resultater og konklusion

1.1. Vigtigste resultater

1. De udfordringer og kriser, som det globale samfund står overfor, har været adgangsbillet til en (begyndende) udvikling af et meget bredt felt af nye fødevareteknologier, med alt hvad dertil hører af iværksættere, investorer, teknologiudvikling og nye perspektiver og problemstillinger.
2. Virksomheden Impossible Foods fra USA har en ambition om at tage store markedsandele fra det globale kødforbrug, og kombinerer derfor i mange af deres ultra forarbejdede veganske fødevarer vegetabilske råvarer med proteinet leghemoglobin, som er produceret og udvundet af GMO-gær.
   2.1. **Forsigtighedsprincippet**: Leghemoglobin er ikke tidligere blevet spist af mennesker eller dyr, og det samme gælder den gensplejsede gær Komagataella pastoris, som bidrager med uønskede proteiner og DNA som en forurening i leghemoglobinet. Ekstraktet er ikke testet for 90 dages kronisk toksicitet. Derved bryder Impossible Foods med Forsigtighedsprincippet.
   2.2. **Fødevaresuverænitet**: Impossible Foods produkter er baseret på patenter, GMO-råvarer og -ingredienser, højt niveau af inputs fra konventionel landbrug, og de fremstår som ultra-forarbejdede. Derved bidrager Impossible Foods ikke til verdens fødevaresuverænitet.
   2.3. Impossible Foods har - på trods af gode ambitioner - udvikle et ringe produkt.
3. **Planteprotein** fra traditionelle proteinholdige råvarer fra økologisk dyrkning er sikre i forhold til de planetære grænser og øvrige Livscyklusforhold, samt i forhold til Forsigtighedsprincippet og vor Fødevaresuverænitet.
4. De nye **mikrobiologiske** fødevarer fra gær, bakterier og alger kan let opskaleres med kendt teknologi og er på flere fronter en faktor 10 mindre miljøbelastende end vegetabilske råvarer. Der er stor spredning på de anvendte mikroorganismer og på hvor høj-teknologiske de er.
5. **Svampemycelier** kan blive en ny vegetabilsk fødevare, på basis af upcycle vegetabilske biprodukter.
6. **Makroalger** er ikke specielt næringsrige og kan kræve industrialisering af store havområder.
7. Produktionen af **insekter** er stigende og i storskala, således at den på kort sigt kan få betydning for at mindske den skovfældning, der er knyttet til den nuværende produktion af proteinfoder til dyr.
8. Udviklingen inden for GMO-baseret **præcisionsfermentering** går stærkt, er let at opskalere, og er omgivet af patenter. Proteiner som casein og albumin kan snart komme til at indgå i forarbejdede fødevarer. Teknologien indebærer miljøfordele, men er negativ for vor fødevaresuverænitet.
9. **Laboratoriekød** går fortsat i barnesko og har flere etiske og produktionstekniske udfordringer. Teknologien vil få et lavere miljøaftryk end husdyr, men bidrager ikke til fødevaresuverænitet.

1.2. Konklusion

Den mangesidede udfordring verden står overfor anvendes til at foreslå et bredt spektrum af løsninger. Ved valg af løsninger er det væsentligt at sammenligne teknologier ud fra en holistisk tilgang, således at de nye teknologier faktisk bidrager til at styrke natur, miljø, klima og samfund.

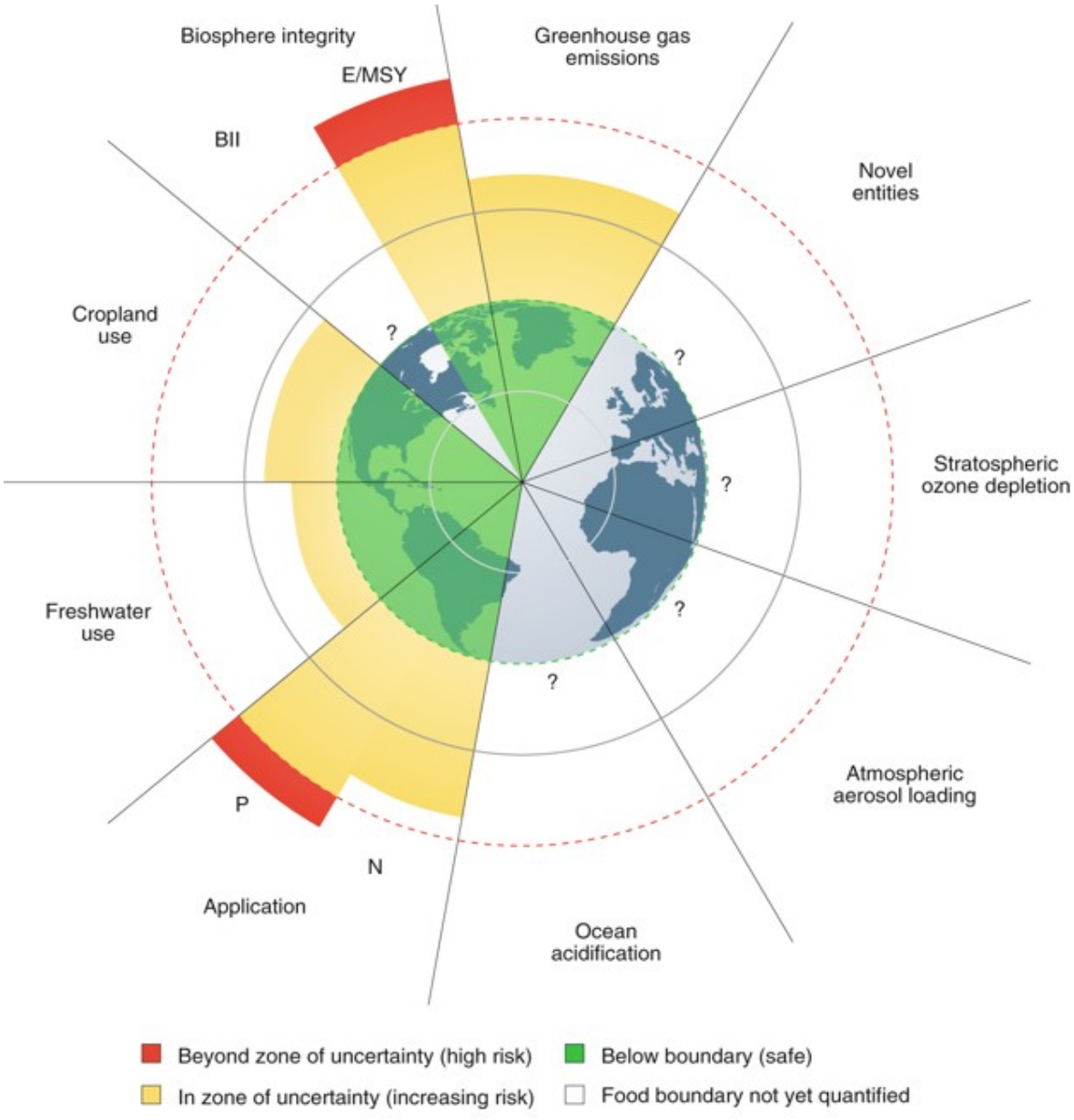
A. Den gennemførte analyse viser, at en kost som i højere grad er baseret på traditionelle økologisk producerede grøntsager, er et sikkert valg i forhold til denne analyses 11 kriterier.
B. Den stærkeste disruption af fødevaresystemet kommer fra mikrobiologisk produktion af f.eks. mikroalger, der med de rigtige valg kan produceres på fuldt ud bæredygtig måde.
C. I sammenligning med grøntsager og mikroalger fremstår Impossible Foods som et skridt i en forkerte retning, da produkterne kan indebære risici og er fremmedgørende for fødevareproduktion.

2. Introduktion

Den globale landbrugsproduktion vurderes til at være ansvarlig for ca. 25% af verdens årlige udledning af klimagasser (IPCC, 2023a); således at foder til dyr og dyrenes direkte udledning står for de ca. 15%-point, mens dyrkning af ris og konvertering af skov til landbrugsjord står for store dele af de øvrige 10%-point. Eksisterende dokumentation opgør det samlede fødevaresystems klimabelastning fra jord til bord til ca. 34% af verdens samlede klimabelastning (Crippa *et al.*, 2021).

Mens befolkningsvæksten frem mod år 2050 ser ud til at holde sig inden for rammerne af en samlet global stigning på ca. 35% til ca. 9,7 mia. mennesker, forventes befolkningsvæksten sammen med velstandsstigningen i verdens befolkninger at øge efterspørgslen på kød med 70-90% frem mod år 2050 (Ivanovich *et al.*, 2023). Dette ville kunne medføre en betydelig forværring af allerede eksisterende kriser.

En analyse af verdens samlede landbrugsproduktion ud fra "Planetary Boundries" konceptet viser, at på alle de områder der er analyseret, overskrider vort globale landbrugssystem allerede i dag de sikre rammer for klodens evne til at understøtte produktionen.



Det globale fødevaresystems anslåede overtrædelse *af de plantære grænser.* *Illustration fra Rockstöm et al. 2020.*

På illustrationen ovenfor ligger det grønne centrum inden for det beregnede sikre område af de planetære grænser, det gule felt viser øget risko, og det røde område viser overskridelser som indebærer høj risko.

Som det fremgår af illustrationen er intensivt landbrug med højt input af kunstgødning, kunstvanding og indvinding af nye landområder mv. en væsentlig årsag til de globale udfordringer med at skabe en bæredygtig fødevareforsyning til jordens eksisterende og stigende befolkninger (Rockström *et al.*, 2020).

En omfattende livscyklusvurdering af det globale fødevaresystem viser, at ca. 2/3 af fødevarernes miljøpåvirkninger stammer direkte eller indirekte fra den animalske produktion (Xu *et al.*, 2021). Den nuværende måde at producere kød på, er en del af de fødevaresystemets udfordring, idet den har negative konsekvenser for f.eks. klima, biodiversitet, regional vandforsyning og for en stabil globale fødevareforsyning (Godfray HCJ, 2019; Scarborough *et al.*, 2023). Herudover bliver dyrevelfærden i den nuværende animalske produktion jævnligt kritiseret. Klimaforandringerne har allerede svækket den globale fødevaresikkerhed, og denne negative udvikling forventes at fortsætte frem mod år 2050 (IPCC, 2023b).

Klimaforandringerne rammer de fattige dele af verdens befolkning uforholdsmæssigt hårdt, samtidig med at de også bliver hårdest ramt af svækket lokal og global fødevaresikkerhed. Diskussionen af vor nuværende og fremtidige kost involverer derfor også stærke moralske argumenter, ikke blot i relation til de direkte konsekvenser for mennesker og miljø af den nuværende produktion og distribution, men også for uligheden i den globale fødevareforsyning (Callahan and Mankin, 2022; Gupta *et al.*, 2023; Rockström *et al.*, 2023).

Der er derfor en række gode grunde til at ændre de måder vi producerer fødevarer på, og til at ændre vores kostsammensætning (DeAngelis, 2023).

3. Mål, metode og afgrænsning

Argumentationen for at producere kød-analoger (kød substitutter) er, at det historisk har vist sig vanskeligt at ændre på befolkningers kost. Det forventes at vegetariske fødevarer med udseende, smag, tekstur og som kan anvendes som kød, vil lette en ændring i befolkningens kostvaner (Bambridge-Sutton, 2023d).

Med udgangspunkt i en analyse af Impossible Foods kød-analoger er det målet for denne analyse at give en oversigt og en kritisk gennemgang af de nye fødevareteknologier til produktion af kød-alternativer og tilsvarende protein. I et perspektiv om bæredygtig fødevareproduktion og fødevaresuverænitet skal rapporten bidrage til at belyse:

- Hvorledes Impossible Foods sammensætning kan vurderes og herunder en nærmere beskrivelse af producentens brug af GMO, og perspektiverne for vor fødevareproduktion og miljø.
- Nye alternative fødevareteknologier, og de tilhørende effekter på fødevaresystemet.
- De kritiske områder ved ændringerne af vort fødevaresystem.

3.1. Metode

Fødevareteknologierne analyseres i forhold til fire områder, hvorefter der konkluderes for hver teknologi.

3.1.1. ”Planetary boundries”

”Planetary boundries” er et videnskabeligt baseret begrebssæt til måling af samfundets ressourceforbrug og miljøpåvirkning i forhold til jordens kapacitet til at bære denne påvirkning. På deres hjemmeside skriver Stockholm Resilience Centre, Stockholm Universitet, der er centrum for udviklingen af dokumentationen (Stockholm Resilience Centre, 2023) således om konceptet:

> ”The planetary boundaries concept presents a set of nine planetary boundaries within which humanity can continue to develop and thrive for generations to come”

Planetary boundries er blevet udbygget og nuanceret over de seneste ca. 15 år gennem en række videnskabelige analyser, og de omfatter 9 hovedområder hvoraf flere er underopdelt. De væsentligste områder i forhold til fødevareproduktion er (se også illustration ovenfor i afsnit 2) (Gerten *et al.*, 2020; Rockström *et al.*, 2020):

- Biodiversitet (actual Extinction/background (one per Million Species per Year) E/MSY)
- Klimagas udledning (GHG emissions)
- Landareal forbrug (Cropland use)
- Ferskvandsforbrug (Freshwater use)
- Næringsstofforbrug og udledning – kvælstof N og fosfor P (N&P)

De undersøgte teknologier til produktion af protein vil derfor blive vurderet ud fra ovenstående 5 områder.

Jordens bæreevne				
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P

3.1.2. Livscyklusvurdering

Livscyklusvurdering af en proces eller produkt omfatter typisk 5-18 forskellige miljøparametre, hvor nyere livscyklusvurderinger typisk vil vurdere på et højere antal parametre. I regi af ISO er der udviklet en standard for Livcyklusvurdering mv. i form af ISO 14040 serien (ISO, 2008). Livscyklusvurdering er ikke "hård videnskab" blandt andet fordi analyserne afgrænses forskelligt, miljøbelastninger fordeles på del-processer eller produkter ud fra forskellig principper, og de er knyttet til den tid og teknologi, hvor de er gennemført (Dalgaard, Schmidt and Flysjö, 2014). Herudover kan det geografiske sted de er gennemført have væsentlig indflydelse f.eks. vedr. energiforsyning eller affaldshåndtering. Alle disse forhold kan have væsentlig indflydelse på livscyklusanalysens konklusion. Herudover er samfundets opmærksomhed på forskellige miljøproblemer i fortsat udvikling, og dette sætter også tydelige spor i livscyklusvurderingernes mål, metode, målepunkter og konklusioner.

For at fremme brugen af og muligheden for at sammenligne livscyklusvurderinger, har EU udviklet flere vejledninger for "miljøaftryk" for forskellige produkter og processer. Disse anbefalinger ligger oven på ISO kravene og de kaldes: "International Life Cycle Data system" ILCD (EU Commission, 2021).

De forhold fra livscyklusanalyser, der er medtaget under Planetary Boundries, vil ikke blive gentaget under afsnittet om Livscyklus. Udelukkende væsentlige forhold som ligger ud over Planetary Boundries perspektivet rapporteres her.

Jordens bæreevne					**Livscyklusvurdering**
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Kritiske områder

3.1.3. Forsigtighedsprincippet

Forsigtighedsprincippet er en del af EU's fundats og også en vigtig del af principperne for økologisk produktion (principle of Care) (Luttikholt, 2007). I en verden, der er præget af teknologi-optimisme, kan der i alle former for produktion være områder, som ikke er omfattet af nogen af ovennævnte tilgange, men som alligevel kan have væsentlig indflydelse på en proces eller produkts effekter på miljø, mennesker og samfund på kort og/eller lang sigt (EU Commission, 2000; IFOAM, 2005; Persson, 2016; Gilbert, no date).

EU-Kommissionen skriver (EU Commission, 2000):

> "The precautionary principle is detailed in Article 191 of the Treaty on the Functioning of the European Union. It aims at ensuring a higher level of environmental protection through preventative decision-taking in the case of risk.".

Internationalt er forsigtighedsprincippet defineret i Rio Deklarationen om Miljø og Udvikling, princip nr. 15 (UN, 1992):

> "In order to protect the environment, the precautionary approach shall be widely applied by States according to their capabilities. Where there are threats of serious or irreversible damage, lack of full scientific certainty shall not be used as a reason for postponing cost-effective measures to prevent environmental degradation."

Som det fremgår ovenfor har forsigtighedsprincippet flere elementer, men det dominerende element i forsigtighedsprincippet er, at det kan træde i kraft, når der er:

- **Videnskabeligt begrundet mistanke** om, at en proces eller produkt kan have negative konsekvenser for mennesker eller miljø. Dette står i modsætning til at have videnskabelig dokumentation for negative konsekvenser, hvor også virkemekanismen normalt skal være dokumenteret.

Herudover er Forsigtighedsprincippet karakteriseret ved at:

- **Den ansvarlige** for teknologien/produktet har ansvaret for at dokumentere, at det er uskadeligt.
- Ved **irreversible** forhold skal der lægges ekstra vægt på forsigtighedsprincippet.
- **Alternative** produkter eller processer skal analyseres, således at det bliver muligt at sammenligne risici ved forskellige løsninger.
- **Demokratisk** deltagelse – inddragelse af interessenter - høring mv.

Ud fra Forsigtighedsprincippets perspektiv er det således af værdi for en samlet vurdering af Impossible Food, også at se på de alternativer, som andre aktører søger at fremme for at løse samme problemstilling.

Jordens bæreevne					**Livscyklusvurdering**	**Forsigtighedsprincip**
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Kritiske områder	Kritiske områder

3.1.4. Fødevaresuverænitet

Fødevaresuverænitet er et bredt og noget varierende begreb, der rækker ud over fødevaresikkerhed og videre til lokale bønders rettigheder og sikkerhed. Wittmann definerer det således (Wittman, 2011):

> Food sovereignty, as a critical alternative to the concept of food security, is broadly defined as the right of local peoples to control their own food systems, including markets, ecological resources, food cultures, and production modes.

NOAH beskriver det på sin hjemmeside således (NOAH, 2023):

> Food sovereignty stands for local people's right to self-determination over their land and agricultural production and for everyone's right to healthy food, produced by ecological methods.

Ud fra disse definitioner er det vanskeligt at vurdere hvordan fødevaresuverænitet kan måles i praksis i vestlige industrielle fødevareproduktions og distributionssystemer og i relation til de nye fødevareteknologier. NOAH skriver videre på sin hjemmeside, at fødevaresuverænitet står i modsætning til visse udviklinger inden for landbrug og fødevareindustri (NOAH, 2023). I det videre arbejde med denne rapport er følgende begreber anvendt som indikatorer for lav fødevaresuverænitet:

- **Patenter** på såsæd, afgrøder og processer til forarbejdning af fødevarer, som gør teknologien utilgængelig for andre end de der ejer patentet eller som har købt licens til at anvende den.
- **GMO** afgrøder og fødevarer med GMO ingredienser.
- **Inputs** - højt niveau af eksterne inputs til landbrugsproduktionen, syntetisk kunstgødning, syntetiske pesticider, kunstvanding, højt forædlede frø der responderer på højt gødningsniveau herunder F1 hybrider, der skal indkøbes hvert år. Disse karaktertræk er alle typiske for det moderne konventionelle landbrugssystem i f.eks. Danmark (Le Campion *et al.*, 2020).
- **Ultra forarbejdede fødevarer** (UFF) – højt indhold af stærkt forarbejdede ingredienser ifølge de 4 kategorier der findes i "Nova": 1) uforarbejdede og minimalt forarbejdede, 2) forarbejdede kulinariske ingredienser (olie, fedt smør, sukker og salt), 3) forarbejdede fødevarer og 4) ultraforarbejdede fødevarer (Monteiro *et al.*, 2019; Braesco *et al.*, 2022).

Teknologierne undersøges med udgangspunkt i disse fire indikatorer på lav Fødevaresuverænitet:

Jordens bæreevne					**Livscyklusvurdering**	**Forsigtighedsprincip**	**Fødevaresuverænitet**			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Kritiske områder	Kritiske områder	Patent	GMO	Inputs	UFF

3.1.5. Konklusionen

Konklusionen på hvert emne i rapporten vurderes ud fra de fire overordnede kriterier. Herudover vurderes hvert emne grafisk, således at hvert område markeres med

- Rød, hvor det står i modsætning til en ønsket udvikling.
- Gul, hvor der er risiko for modsætning i nær fremtid.
- Grøn, hvor effekten af produktionen flugter med en ønsket udvikling.
- og med Hvidt der hvor der ikke er tilstrækkeligt information.

3.2. Afgrænsning:

Denne analyse baserer sig hovedsageligt på videnskabelig og branche-dokumentation om innovation og markedsudvikling for kød- og proteinalternativer. Det store og forholdsvis velkendte marked for alternativer til ko-mælk som f.eks. sojadrik, mandeldrik, risdrik eller havredrik er derfor ikke behandlet nærmere og der henvises til (Jakobsen *et al.*, 2022; Ertmann, 2023).

Gensplejsning: En række teknologier inden for rammerne af eksperimentel gensplejsning som pharming, hvor man med gensplejsning får planter til at producere diverse proteiner, herunder medicinske aktivstoffer (Ayan *et al.*, 2022), eller gensplejsede planter der f.eks. producerer mælkeproteiner eller farvestoffer til fødevareindustrien er ikke medtaget (Southey, 2022a, 2022b).

Optimering: En række interessante forhold, som er relevante for en bredere perspektivering af vort nuværende fødevaresystem er ikke inddraget. Her skal særligt nævnes arbejdet med at gøre eksisterende fødevaresystemer mere bæredygtige gennem økologisk produktion, agro-forestry og regenerative indsatser (Kornum, 2022), som alle søger at bidrage til at landbruget binder mere kulstof, udleder mindre CO2, metan og lattergas og anvender færre ressourcer (Khangura *et al.*, 2023).

Dansk: Analysen medtager ikke særlige danske perspektiver på fødevareforsyningen som f.eks. den økologiske produktion af mælk, hvor vedvarende græs bidrager til at binde kulstof eller halveringen af den danske kvægbestand som er sket siden 1950 (DS, 2019), med en deraf følgende reduktion i metanproduktion fra kvæg på anslået 30%. Mere information kan findes f.eks. her: (Kristensen, Aaes and Weisbjerg, 2015).

Ernæring og sundhed: EAT-Lancet anbefalingerne til en mere grøn kost, der i en vis udstrækning danner grundlag for de danske og nordiske kostanbefalinger, er blevet lanceret som en sundere og mere vegetabilsk kost, der også er er godt for klimaet. Anbefalingerne er blevet kritiseret for at overse risikoen for underforsyning af diverse mineraler og vitaminer til visse befolkningsgrupper (Beal, Ortenzi and Fanzo, 2023). Vores samlede indtag af protein er en væsentlig faktor i kostens samlede miljø og klimabelastning, men i denne analyse er ernæringsmæssige forhold ikke vurderet, og der henvises til (Willett *et al.*, 2019; Stubbendorff *et al.*, 2021).

Lovgivning: En række EU direktiver medfører at ændringer i vort fødevaresystem ikke går så hurtigt som fortalerne for nogle af de nye teknologier kunne ønske sig. Nye teknologier, der anvender kendte organismer eller stoffer på nye måder, eller anvender nye organismer til kendte formål, eller nye organismer til nye formål, vil falde ind under EU's Novel Food lovgivning. EU's regulering af hvordan man kan markedsføre Novel Food i EU omfatter ikke markedsføring af fødevarer, der indeholder GMO-er i EU (EU Commission, 2017; Fødevarestyrelsen, 2021b; Morrison, 2023a), Herudover er der en række restriktioner i brug af navne for de nye typer produkter (Southey, 2022d; Bambridge-Sutton, 2023b; Cervera, 2023c; Ferrer, 2023).

Forhold vedr. lovgivning er kun diskuteret i begrænset omfang under de forskellige teknologier, og der henvises i stedet til f.eks.: (Lähteenmäki-Uutela and Grmelová, 2016; Lähteenmäki-Uutela, Rahikainen, Camarena-Gómez, *et al.*, 2021; Lähteenmäki-Uutela, Rahikainen, Lonkila, *et al.*, 2021).

4. Analyse af Impossible Foods

Impossible Foods Inc. (IF) er et amerikansk firma, der har været en af pionererne inden for produktion af de såkaldte kødanaloger, som er vegetabilske produkter, der skal ligne kød. De ønsker at introducere deres produkter på det europæiske marked, og har derfor ansøgt EU om godkendelse af produkterne. Deres mest kendte produkt er "Impossible Burger" der markedsføres af fast food kæder og supermarkeder i USA.

Impossible Foods er grundlagt af biokemiker Patrick O'Reilly Brown, som tidligere arbejdede på Stanford University. Udviklingsprocessen af Impossible Buger har taget 5 år i laboratoriet inden den første burger blev solgt. Brown fremstår som en dygtig forsker, og han har styret mange af de valg, som Impossible Foods bygger på (Helm, 2019; Impossible Foods, 2023c).

Impossible Foods skriver om motivationen for deres produkter (Impossible Foods, 2023c):

> Join The Movement. Save The Planet.
>
> Welcome to the future of sustainable food

og videre skriver Impossible Foods

> Small Actions, Big Change
>
> What's the most effective way to reduce your environmental footprint? We'll give you a hint: It starts with your plate. That's right - adjusting your diet can be better than getting solar panels, driving an electric car, or avoiding plastic straws. That's where Impossible Foods comes in. We make delicious meat, fish, and dairy products, from plants, so you can eat what you love, and save the planet that you love. Small actions lead to big change. Learn more about why we do what we do, and how you can take a bite out of it.

og

> The best way to reduce your carbon footprint, limit global warming, halt the collapse of biodiversity, save wildlife and ensure enough clean water for all of us is to ditch meat from animals.

Impossible Foods har dermed meget tydeligt peget på, hvor de står i debatten om hvorvidt det er politik og strukturelle ændringer eller individuel adfærd, der kan ændre den nuværende katastrofale udvikling i jordens klima og økosystemer.

4.1. Produktion, ingredienser og tilsætningsstoffer

Impossible Foods har 7 hovedprodukter, som ifølge deres hjemmeside derudover anvendes i 8 færdigretter (Impossible Foods, 2023d).

Nedenfor er indholdet i 4 af Impossible Foods hovedprodukter gengivet. Herudover er ingredienserne i en færdigret: "Barbeque Impossible Pork" gengivet nederst i tabellen (Impossible Foods, 2023d, 2023e).

Impossible beef (15 ingredienser + 6 mineraler og vitaminer)	
	Ingredients: Water, Soy Protein Concentrate, Sunflower Oil, Coconut Oil, Natural Flavors, 2% Or Less Of: Methylcellulose, Cultured Dextrose, Food Starch Modified, Yeast Extract, Soy Leghemoglobin, Salt, Mixed Tocopherols (Antioxidant), L-tryptophan, Soy Protein Isolate, **Vitamins and Minerals**: Zinc Gluconate, Niacin, Thiamine Hydrochloride (Vitamin B1), Pyridoxine Hydrochloride (Vitamin B6), Riboflavin (Vitamin B2), Vitamin B12
Impossible pork (12 ingredienser + 6 mineraler og vitaminer)	
	Ingredients: Water, Soy Protein Concentrate, Coconut Oil, Sunflower Oil, Natural Flavors, 2% Or Less Of: Methylcellulose, Cultured Dextrose, Food Starch Modified, Salt, Soy Leghemoglobin, Mixed Tocopherols (Antioxidant), Soy Protein Isolate **Vitamins & Minerals**: Zinc Gluconate, Thiamine Hydrochloride (Vitamin B1), Niacin, Pyridoxine Hydrochloride (Vitamin B6), Riboflavin (Vitamin B2), Vitamin B12
Impossible chicken Tenders (26 ingredienser + 7 mineraler og vitaminer)	
	Ingredients: Water, Soy Protein Concentrate, Wheat Flour, Sunflower Oil, 2% Or Less Of: Food Starch Modified, Soybean Oil, Potato Starch, Methylcellulose, Salt, Natural Flavors, Cultured Dextrose, Yeast Extract, Dextrose,

	Dried Onion, Dried Garlic, Wheat Gluten, Spices, Yellow Corn Flour, Sugar, Garlic Powder, Onion Powder, Leavening (Cream of Tartar, Sodium Bicarbonate), Dried Yeast, Paprika Extract (for color), Mixed Tocopherols (Antioxidant), **Vitamins and Minerals** (Zinc Gluconate, Niacin (Vitamin B3), Calcium Pantothenate (Vitamin B5), Thiamine Hydrochloride (Vitamin B1), Pyridoxine Hydrochloride (Vitamin B6), Riboflavin (Vitamin B2), Vitamin B12).
Impossible sausages (17 ingredienser+5 mineraler og vitaminer)	
	Ingredients: Water, Soy Protein Concentrate, Sunflower Oil, Coconut Oil, 2% Or Less Of: Methylcellulose, Yeast Extract, Salt, Natural Flavors, Cultured Dextrose, Spices, Food Starch Modified, Onion Powder, Garlic Powder, Citric Acid, Soy Leghemoglobin, Mixed Tocopherols (Antioxidant), Soy Protein Isolate **Vitamins and Minerals**: Zinc Gluconate, Niacin, Pyridoxine Hydrochloride (Vitamin B6), Riboflavin (Vitamin B2), Vitamin B12
Impossible Barbecue pork	
	Ingredients: Seasoned & Cooked Red Potatoes (Red Potatoes, Water, Olive Oil, Garlic, Dried Rosemary, Citric Acid, Sodium Benzoate [to protect quality]), BBQ Sauce (Sugar, Water, Vinegar, Onion, Molasses, Soy Sauce [Water, Soybeans, Wheat, Salt], Tomato Paste [Tomatoes], Food Starch Modified, Soybean Oil, Distilled Vinegar, Whiskey, Salt, Worcestershire Sauce [Distilled Vinegar, Molasses, Corn Syrup, Salt, Caramel Color, Garlic Powder, Sugar, Spices, Tamarind, Natural Flavors], Dehydrated Garlic, Spices, Lemon Juice, Caramel Color), Cooked Pinto Beans (Water, Pinto Beans), Cooked Plant-Based Crumbles (Water, Soy Protein Concentrate, Vegetable Oil [Soybean and/or Canola Oil], Coconut Oil, Sunflower Oil, Natural Flavors, Rice Flour, Unbleached Wheat Flour, Sugar, Methylcellulose, Cultured Dextrose, Salt, Food Starch Modified, Spices, Soy Leghemoglobin, Mixed Tocopherols [Antioxidant], Onion, Vinegar, Soy Protein Isolate, Molasses, Soy Sauce [Water, Soybeans, Wheat, Salt], Tomato Paste [Tomatoes], Yeast, Distilled Vinegar, Worcestershire Sauce [Distilled Vinegar, Molasses, Corn Syrup, Salt, Caramel Color, Garlic Powder, Sugar, Spices, Tamarind, Natural Flavors], Whiskey, Lemon Juice, Zinc Gluconate, Thiamine Hydrochloride, Niacin, Caramel Color, Pyridoxine Hydrochloride, Riboflavin, Vitamin B12)

Ovenstående ingredienslister peger - alene på grund af antallet af ingredienser på, at produkterne er ultra-forarbejdede. Herudover er en stor del af ingredienser i sig selv forarbejdede og langt fra råvarer man kunne finde i et køkken i Danmark.

GMO-gær og GMO soja: Impossible Foods skriver på deres hjemmeside at leghemoglobin produceres i gær (Impossible Foods, 2023a). Det fremgår af det summary, der er tilgængelig på EFSA hjemmeside, af Impossible Foods ansøgning til EU, at den type gær, der er anvendt, er en velkendt ikke patogen gær Pichia pastoris (Impossible Foods, 2019; EFSA, 2022). P. pastoris anvendes ofte i laboratorier og i industrien til at fremstille proteiner, men har ikke været anvendt til føde eller foder. Navnet på gæren er nu ændret til Komagataella pastoris (K. pastoris) der anvender metanol eller ethanol som energi- og kulstofkilde (Reddy *et al.*, 2021). I forhold til vildtypen af K. pastoris er plasmider i cellerne fjernet i de industrielle typer, så gæren ikke har mulighed for at udveksle genetisk materiale (sektion B.1.6) (Impossible Foods, 2019).

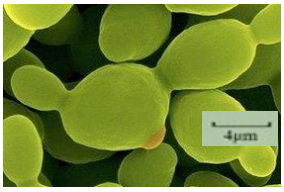


Illustration efter Reddy et al 2021

Ved brug af K. pastoris til produktion af protein ophobes proteinet inde i cellerne, og cellerne oprenses og ødelægges for at proteinet kan frigives og oprenses fra cellevægge og alt det øvrige celleindhold.

Genet for leghemoglobin, der er indsat i K. pastoris er hentet hos sojaplanten. Sojaplanten udtrykker dette gen i sine rødder, som derfor har et naturligt indhold af leghemoglobin (sektion B.2). Genet for leghemoglobinet er forkortet, således at det protein, der udtrykkes i K. pastoris, er tilsvarende det protein der findes i soja (sektion B.2 og B.4.2) (Impossible Foods, 2019).

Der er, ifølge Impossible Foods summary af ansøgning til EU, lavet en del andre ændringer i P. pastoris genom (sektion B.4.2) ud over det indsatte gen der koder for produktion af leghemoglobin. For at opnå en højere produktion er der indsat promotorer og et gen for et enzym der øger cellernes produktion af det ønskede protein. Disse ændringer er gennemført ved "genbrug" af gener, der allerede findes i K. pastoris´ genom. Der er fjernet et af K. pastoris naturlige gener, der får gæren til at vokse hurtigt. Derudover er et par andre gener, der var blevet indsat tidligere i udviklingsprocessen fjernet. Det gælder f.eks. et gen for antibiotikaresistens, (sektion B.1.5 og B.4.3.3) (Impossible Foods, 2019).

Når cellekulturen har opbygget en optimal mængde leghomoglobin oprenses proteinet, så godt som det er teknisk muligt i industriel produktion. Der resterer et indhold af op til 35% af gærens øvrige proteiner i det udvundne leghemoglobin protein (sektion C.2.1) (Impossible Foods, 2019).

4.2. Markedet

Impossible Foods har været en af de største successer inden for den plantebaserede produktverden i USA, og produkterne sælges nu også i 10 andre lande blandt andet Australien, Canada, Korea, New Zealand og Singapore (Impossible Foods, 2023f). Ved udgangen af 2022 havde IF en omsætning i USA på 137 mio. US$, hvilket var en vækst på ca. 70% i forhold til året før. Det vurderes, at det samlede marked i USA for veganske produkter er på 7,5 mia.$, mens kødprodukter udgør et marked i USA på 280 mia.US$ i 2022. Det veganske marked udgør derfor ca. 2,5% af det samlede marked (Soclof *et al.*, 2023). Samme kilde referer at Impossible Foods produkter sælges i 25.000 supermarkeder og i 40.000 restauranter.

På grund af den langstrakte ansøgningsproces i EU om godkendelse af at sælge produkter med indhold af leghemoglobin protein blandet med DNA og protein fra K. pastoris (Impossible Foods, 2022) har Impossible Foods i maj 2022 indledt salget i England af de produkter der ikke indeholder leghemoglobin protein, hvilket primært vil sige produkter, der skal ligne kyllinge eller grisekød.

4.3. Lovgivning

Impossible Foods har ansøgt om tilladelse til at sælge deres produkt i EU ifølge reglerne for GMO (EU, 2003). I EFSAs " sammendrag af Impossible Foods ansøgning til EU" skriver de (EFSA, 2022):

> The scope of the application under Reg. 1829/2003 was clarified with an updated Mandate Letter to EFSA referring to Art. 3(1)c: "food produced from or containing ingredients produced from GMOs" (EFSA 2022).

Impossible Foods ansøgning om tilladelse til at markedføre deres produkter i EU er nødvendig, da flere af produkterne har et indhold af leghemoglobin protein, der har et rest indhold af

DNA og andre proteiner fra gæren K. pastoris, som nævnt ovenfor. I USA er salget baseret på den GRAS erklæring som Impossible Foods har skrevet (Impossible Foods, 2017). GRAS er en forkortelse for "Generally Recognized As Safe" og udarbejdes af virksomhederne selv, ud fra en guideline fra USA's Food and Drug Administration (FDA) (US FDA, 2023).I EU er Impossible Foods ansøgning indsendt i 2019 til de hollandske fødevaremyndigheder, der har videresendt ansøgningen til EFSA. I 2021 fandt den virksomhed der repræsenterer Impossible Foods i Europa ud af, at de havde indsendt ansøgningen ifølge forkerte EU-bestemmelser, hvorfor den blev genindsendt. EFSA har i flere omgange udbedt sig yderligere dokumentation, som kan danne baggrund for deres sagsbehandling (EFSA, 2023a).

Som det fremgår af EFSA timeline for ansøgningen i illustrationen til højre, så er ansøgningsprocessen stoppet 21 december 2021 i forbindelse med EFSAs første krav om yderligere dokumentation. Ansøgningen er fortsat stoppet fra EU's side, indtil den ønskede dokumentation er fremsendt.

EFSA forventede at deres sagsbehandling afsluttes medio august 2024.

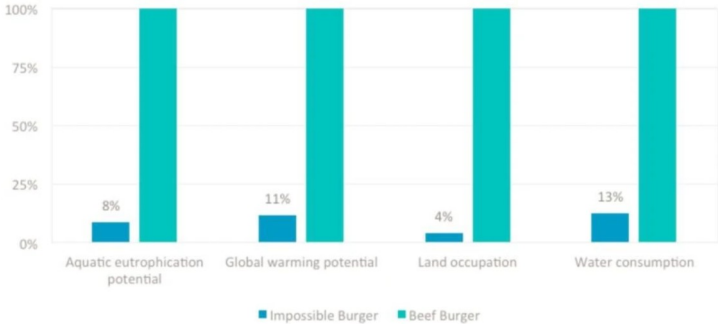
EFSAs tidsplan for behandling af Impossible Foods ansøgning til EU. Illustrationn fra EFSA 2023a

4.4. Planetære grænser og livscyklusvurderinger

En LCA udarbejdet af virksomheden Quantis viste, at Impossible burger på en række væsentlige områder havde en miljøpåvirkning der lå mellem ca. 90% og 95% lavere end en burger af oksekød (Quantis *et al.*, 2019; Impossible Foods, 2023b).

En analyse af forarbejdede veganske fast food produkter, der inddrog 34 videnskabelige LCAer, herunder produkter fra Impossible Food, har bekræftet grøntsagers lave miljøaftryk, uanset at de er stærkt forarbejdede (Kustar and Patino-Echeverri, 2021). Analysen viste, at resultaterne var robuste over for usikkerheder og variation i de anvendte dyrkningsmetoder.

Illustrationen fra Quantis LCA af Impossible Foods oksekøds analog ser meget overbevisende ud, men den gælder kun ved sammenligning med oksekød (Impossible Foods, 2023b). En væsentlig del af Impossible Foods produkter skal erstatte grise- og kyllingekød, som forventes at have en klimapåvirkning der ligger 60% - 90% lavere end oksekød alt efter produktionsmetode og opgørelsesmetode.



Figuren viser Impossible Burger (blå) sammenlignet med en okseburger (grøn) for N&P belastning, klimabelastning, land forbrug og vandforbrug. Illustration fra Impossible Foods hjemmeside LCA 2019 (Impossible Foods, 2023b)

Impossible Foods brug af GMO-soja har også betydning for LCAen, fordi produktionen af GMO-soja er så stærkt knyttet til arealforbrug med ødelæggelse af oprindelig natur og skovødelæggelser i Sydamerika mv. (Beltran *et al.*, 2021; Brito *et al.*, 2021).

4.5. Forsigtighedsprincippet

Man kan argumentere for, at når Impossible Foods har været på markedet i USA i flere år, så må de være sikre. Omvendt kan man sige, at når der ikke findes nogen overvågning, så kan de let indgå i den nordamerikanske fedmeepidemi, uden at nogen ville lægge mærke til det.

Leghemoglobin er et protein, som naturligt dannes i rødderne hos sojaplanten, og derfor ikke et protein mennesker traditionelt har spist. Der er derfor grund til at være forsigtig. De undersøgelser Impossible Foods har udført, for at dokumentere at proteinet er sikkert, er korte studier på maksimalt 28 dage (Impossible Foods, 2017). Kritikere vurderer, at der i studierne er signifikante forskelle mellem kontrol- og testgrupper, som burde undersøges i længerevarende test (90 dage) således at det sikres, at de observerede afvigelser faktisk er uden væsentlig betydning, og ikke tegn på hormonforstyrrende eller allergene reaktioner hos nogle rotter (Perro, 2019).

4.6. Fødevaresuverænitet

Patenter: Impossible Foods har ifølge en søgning på google patenter ansøgt om ca. 30 patenter [søgestrengen: "impossible foods inc"]. Størstedelen af disse patenter involverer design af GMO-gær, mens flere af patenterne handler om andre led i forarbejdningen af deres produkter.

GMO: Som det fremgår af ovenstående er GMO-gær et vigtigt element i flere, men ikke alle Impossible Foods produkter. Herudover har alle Impossible Foods produkter et vist indhold af soja. USA har selv en betydelig produktion af GMO-soja, mens hovedparten af den importerede soja er GMO-soja produceret i Argentina, Paraguay og Brasilien, hvor Serrado skov og regnskov ryddes for at skaffe plads til intensiv dyrkning af blandt andet GMO-soja.

Impossible Foods er stolt af at bruge GMO-soja, som de ser som en del af løsningen på verdens behov for at øge landbrugsproduktionen:

> We've always embraced the responsible, constructive use of genetic engineering to solve critical environmental, health, safety, and food security problems, and we have long advocated for responsible use of this technology in the food system. Without it, we wouldn't be able to make products that rival or surpass their animal counterparts on flavor, texture, nutrition, sustainability, versatility, and accessibility.
>
> Og
>
> Our Commitment To You And Our Planet Led Us To GM Soy As Plant-based Protein
>
> By Pat Brown, CEO & Founder of Impossible Foods
>
> Thursday, May 16th, 2019. (Brown, 2019)

Inputs: Ifølge ovenstående ingredienslister, er alle Impossible Foods produkter fra konventionel landbrugsproduktion og derfor omfattet af high input landbrug. Impossible Foods egen produktion er meget high tech og derfor også input tung.

UFF: Alle produkter fra Impossible Foods har et stort antal ingredienser og tilsætningsstoffer. En stor del af de anvendte ingredienser er forarbejdede ingredienser.

4.7. Konklusion

Vegetabilske produkter, har nærmest uanset hvordan de produceres, et lavere miljøaftryk end oksekød. Det skyldes primært, at vegetabilske produkter bruger relativt meget mindre areal, og denne effekt slår positivt igennem også for Impossible Foods produkter.

På den anden side er Impossible Foods tilhænger af konventionel produktion, som jo netop er den intensive produktionsform, der har drevet landbruget på kollisionskurs med de planetære grænser, med de negative effekter på biodiversitet, vandhusholdning N&P belastning, samt et forventeligt indhold af pesticidrester i grundvand, overfladevand og i produkterne.

Impossible Foods har introduceret et nyt protein i kosten fra en plante som er kendt allergent, men de har ikke gennemført 90 dages test for kronisk toksikologi, hvilket bryder med forsigtighedsprincippet.

Impossible Foods produktion og produkter ligger helt på tværs af de fire indikatorer på fødevaresuveræniteten, idet de udtager patenter, anvender GMO, baserer sig på konventionel landbrugsproduktion og forarbejdningen er ekstremt specialiseret og højteknologisk, samt at produkterne er ultra forarbejdede.

Jordens bæreevne					**Livscyklusvurdering**	**Forsigtighedsprincip**	**Fødevaresuveræniteten**			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Konventionel soja	GMO	Patent	GMO	Inputs	UFF

5. Oversigt over 5 andre kød-alternativer

De seneste anbefalinger for danskernes kost pegede i 2021 for første gang på, at vi, ud over de ernæringsmæssige hensyn, også skulle tage hensyn til klimaet (Fødevarestyrelsen, 2021a). I juni 2023 udkom De nordiske kostanbefalinger med tilsvarende budskaber (Blomhoff *et al.*, 2023). Begge anbefalinger for kosten bygger på anbefalingerne fra Lancet EAT anbefalingerne (Willett *et al.*, 2019), og anbefaler entydigt en langt mere plantebaseret kost med bidrag fra bælgplanter som ærter, bønner og linser. Af anbefalingerne fremgår det, at størstedelen af befolkningen skal have et proteinindtag på 10-15%. En kost med hovedvægten på grønt og bælgfrugter imødekommer let disse mål. Fødevareindustriens fokus på alternative kilder til protein forekommer derfor at være skudt over målet (IPES food, 2022).

5.1. Økologiske planteproteiner

I gruppen af planteproteiner findes de traditionelle produkter, der ofte indgår i vegetarisk eller vegansk kost som naturlige uforarbejdede eller forarbejdede bønner, ærter, linser og nødder og deres opkoncentrerede versioner som tofu, seitan (hvedeprotein/gluten) og tempeh (fermenteret soja, evt. iblandet andet).

5.1.1. Produktion: Alle produkter er traditionelle afgrøder, der har været anvendt i husholdningerne friske eller efter fermentering. Selv om de fleste, der anvender de fermenterede produkter, køber dem i detailhandlen, så er fermenteringsmetoderne ganske lavpraktiske og kan være gør-det-selv fødevarer.

5.1.2. Marked: Markedet for bælgfrugter ligger lavt i Danmark. De fermenterede produkter ligger formodentlig endnu lavere. Der er udarbejdet en optimistisk markedsrapport i 2022 (Madsen *et al.*, 2022). Nyere data peger i en lidt mindre optimistisk retning (Dragsdahl, 2023; Kristensen, 2023; Madsen, 2023). På den anden side ønsker flere detailkæder at styrke den plantebaserede udvikling (Rudbeck, 2022) citat (ca.):

> Dagligvarekoncernen "Dagrofa har som del af sin nuværende strategi, at salget af plantebaserede fødevarer i Meny, Spar, Min Købmand og Let-Køb skal tredobles i de kommende tre år."

5.1.3. Lovgivning: Alle de produkter, der er omfattet her, har været på markedet i EU før Novel Food regulativet trådte i kraft 15. april 1997, og de er derfor blot underlagt den normale fødevarelovgivning.

5.1.4. Jordens Bæreevne og Livscyklusvurdering: På alle områder: biodiversitet, klima, land, vand og N&P giver en mere vegetarisk kost - alt andet lige - et lavere eller meget lavere miljøaftryk end tilsvarende animalsk kost. En livscyklusanalyse af vegetarisk og vegansk kost har vist, at vegetarisk kost reducerer klimaaftrykket med ca. 66% og en vegansk kost med ca. 75% (Scarborough *et al.*, 2023). Andre LCA kommer frem til tilsvarende eller større reduktioner (Springmann *et al.*, 2016; Poore and Nemecek, 2018; Schupak, 2022; Carrington, 2023; Papier and Clark, 2023). En LCA der analyserede 13 forskellige måltider viste endnu større reduktioner ved vegansk kost (Takacs *et al.*, 2022).

Denne oversigt fokuserer på økologisk landbrug, idet det er konventionel produktion, der er knyttet til de overskridelser af de planetære grænser, der plager moderne landbrug.

5.1.5. Forsigtighedsprincippet: Planteproteiner er velkendte produkter. Både i en lokal og i en global sammenhæng er bælgfrugter at foretrække frem for kød. Det skal bemærkes, at mælkesyregæring måske bør styres mere end det sker i dag, således at man sikrer, at fermenterede produkter primært er koloniseret af L-mælkesyre-producerende mikroorganismer.

5.1.6. Fødevaresuverænitet: Ingen kritiske forhold.

5.1.7 Konklusion: Vegetariske/veganske produkter bidrager til et lavere miljøaftryk på alle parametre. Det er alle velkendte produkter der evt. har gennemgået velkendte forarbejdningsprocesser.

Jordens bæreevne					**Livscyklusvurdering**	**Forsigtighedsprincip**	**Fødevaresuverænitet**			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Intet kritisk	Intet kritisk	Patent	GMO	Inputs	UFF

5.2. Alternative planteproteinkilder

Gruppen omfatter spiselige **gær** og **bakterier**, der dyrkes i tanke med de nødvendige mineralske næringsstoffer som CO2, ilt, brint og diverse næringssalte, **mikroalger** som Spirolina og Chlorella der ofte dyrkes i hel eller halvåbne systemer. Gruppen omfatter kan også omfatte **svampemycelier** og **makroalger**.

5.2.1. Produktion:

Gær: Gær dyrkes i tanke på grundlag af diverse næringsstoffer mv. Gærekstrakt har en mangeårig tradition som ingrediens i fødevarer. I jagten på alternative proteiner har gær fået en ny mere tydelig rolle som et alternativ til animalsk protein (Bambridge-Sutton, 2023e).

Bakterier: bakterier er en meget stor gruppe af organismer, der kan leve af nærmest hvad som helst, og nogle har en fordoblingshastighed på under en time. Bakterier har et højt proteinindhold på 60-70%, og de kan derudover producere mange stoffer, der er værdifulde for mennesker og dyrs ernæring. Dyrkning i tanke er kendt teknologi. Mange bakterier er godkendt til konsum – primært de bakterier der traditionelt anvendes i fødevareproduktion og her ikke mindst i mejeriindustrien (Streptococcus, Lactococcus, Lactobacteria, Bifidobacteria etc. (gl. nomenklatur)). Det nye er, at man undersøger produktion af helt nye bakterier med det formål at anvende selve bakterierne som føde, og altså ikke blot udnytte deres funktion til at konservere mælk, kål eller kød (Matassa *et al.*, 2016; Sillman *et al.*, 2019; Jensen *et al.*, 2021; Bekers, 2023; Graham and Ledesma-Amaro, 2023; Hal, 2023).

Spirolina, Clorella og andre mikroalger: Både Spirolina og Chlorella har været dyrket i tanke og har indgået i kosten – mest som tilskud – gennem mange år. Det nye er, at de nu forarbejdes og anvendes til køderstatning eller for at udvinde olie eller andre stoffer. Grunden til at fisk indeholder sundt omega3-fedtsyrer, er at mikroalger indgår i deres fødekæde. Et af de mest kendte produkter som mikroalger producerer er antioxidanten astaxanthin. En af de største europæiske producenter af mikroalger er danske Aliga Microalgae, der nu har en årlig produktionskapacitet på 1000 tons (Wihlander, 2022). (Alver, 2022; F&DTech, 2022, 2023; Greene and Scott-Buechler, 2022; Greene *et al.*, 2022; Southey, 2022c, 2023c; Wihlander, 2022; Bambridge-Sutton, 2023c; Green, 2023b; Mavrommatis *et al.*, 2023; Nikolova, 2023; Searby, 2023).

> ”Det er blandt andet mikroalgernes høje vækstrater, værdifulde indhold, effektive næringsstofudnyttelse og minimale arealforbrug, der giver dem et unikt potentiale som en fremtidig bæredygtig fødevarekilde” (Olsen, 2023).

Svampemycelier: Normalt spiser man svampenes frugtlegemer ”svampene”, men her spiser man ”selve planten” – altså myceliet. Svampe har meget varierende vækstkrav, men et dansk firma dyrker svampe i kaffegrums, så mulighederne er mange for at up-cycle diverse sidestrømme eller restprodukter (Brown *et al.*, 2015; Jones, 2023; Southey, 2023b, 2023a).

Makroalger: Findes naturligt i havet, men dyrkes også på nedsænkede reb eller i tanke med havvand. En del algearter indgår traditionelt i det asiatiske køkken. Irland og Norge har en tradition for produktion af flere europæiske algearter. Der er flere initiativer i gang internationalt og i Danmark for at fremme brugen af makroalger både til føde og foder (Michalak *et al.*, 2022; Bjerre, 2023; Olsen, 2023). Flere af de danske iværksættervirksomheder, der har arbejdet med alger til føde er lukket eller gået konkurs, men én ser ud til at overleve (Aurelis, 2023).

5.2.2. Marked: Markedet for **gær** er af ældre dato og veletableret. Udvinding af protein fra gær som selvstændig fødevareingrediens er ny. Der er ikke noget ”marked”, kun investorer og partnere.

Bakterier: Der er blot en spirende produktion og der er ikke oplysninger om at der findes marked for at bruge bakterier som selvstændig ingrediens i fødevarer eller foder.

Mikroalger: Brug af mikroalger som hovedingrediens i produkter er nyt og der er ikke meget erfaring.

Svampemycelier: Der er ikke noget kendt marked for at bruge svampemycelier til føde eller foder

Makroalger: I Danmark har vi i nyere tid ingen tradition for at spise alger – ud over i sushi.

5.2.3. Lovgivning: Alle traditionelle fødevarer skal blot følge bestemmelserne i foder- og fødevarelovgivningen. Anvendelse af kendte organismer på nye måder, eller at anvende nye organismer på kendte måder, eller nye organismer på nye måder, vil falde ind under Novel Food lovgivningen.

5.2.4. Jordens Bæreevne og Livscyklusvurdering: Der findes ingen samlet livscyklusvurdering, som dækker dette felt. De undersøgelser der er lavet dækker ofte konkrete produktioner. De mikroorganismer, der er fokus på her, vil alle have en lavere og på nogle punkter – ekstremt meget lavere – miljøpåvirkning end både dyr og planter (Bambridge-Sutton, 2023a). Det betyder, at gær, bakterier og mikroalger alle vil have lave eller ekstremt lave miljøpåvirkninger.

Dyrkningssystemer for mikroalger og nogle dyrkningssystemer for bakterier er tænkt til at binde CO2 fra atmosfæren, således at de bliver klima-negative og altså dermed har en positive klimaeffekt samtidig med, at de producerer føde eller foder .

> "*Microalgae are by far the most sustainable source of protein on this planet*," Golan told us. "*Compared to soy which is the leading plant-based protein today, microalgae are 99.95% more efficient in terms of land, 67% more efficient in GHG emissions and 55% more efficient in water usage. (Bambridge-Sutton, 2023c)*

Et af de omtalte gærprojekter anvender gær fra bryggerierne til at udvinde protein, hvilket giver det et meget lavt miljøaftryk på alle fronter.

Makroalger: Alger binder CO2 og er en "underudnyttet" ressource siger mange (Bjerre, 2023). Påvirkning af de kystnære områder vil afhænge af hvorden dyrkning og høst tilrettelægges.

5.2.5. Forsigtighedsprincippet: I forhold til gær, bakterier og mikroalger kan man forvente, at Novel Food reguleringen vil tage hånd om de mest oplagte forhold vedr. sikkerhed.

For svampe som f.eks. champignon eller østershat er forholdene mere komplekse, fordi de dyrkningsmedier der anvendes måske ikke alle er lige lødige,,, og måske samtidig er under nedbrydning af andre organismer. Om der er forskel på ophobning af diverse stoffer i et mycelium eller i svampenes frugtlegeme er ikke klart, men det vil formodentlig blive afklaret ved en Novel Food godkendelsesproces.

For tang er det væsentligt at være opmærksom på effekten på det kystnære havmiljø, og herunder hvilke områder der godkendes til dyrkning, i forhold til både vandkvalitet og industrialisering af områder, der hidtil har været fælles goder.

5.2.6. Fødevaresuverænitet: Traditionel mikrobiologisk fermentering til øl vin, mejeriprodukter, grønt og safter er forholdsvis lavteknologiske og kan skaleres til hjemme- eller lokalproduktion. Højindustrielle anlæg derimod understøtter ikke basale dele i kriterierne for Fødevaresuverænitet.

På den anden side er det forhold, at de mikrobiologiske metoder kan fungere - uanset om det regner eller sner - være med til at sikre mennesker føde i perioder, hvor anden fødevareforsyning svigter.

Idet de fleste mikrobiologiske metoder er højteknologiske og investor-tunge er patenter i høj kurs. Forsøg med gensplejsede mikroorganismer er i gang, og er i høj grad en fremtidsmulighed for dele af produktionen. En del produktion af mikroalger er så robust, at de kan dyrkes i hel- eller halvåbne systemer (Spurrier, 2018).

5.2.7. Konklusion: De mikrobiologiske metoder tilbyder den mest effektive højteknologiske tilgang, til at producere mere mad med færre ressourcer og med langt mindre miljøpåvirkning. Særligt mikroalgerne kan komme til at revolutionere vores fødevareforsyning.

Anvendelse af svampemycelier eller større udnyttelse af tang til foder eller føde kan ikke vurderes endnu.

Mikrobiologisk - Jordens bæreevne					**Livscyklusvurdering**	**Forsigtighedsprincip**	**Fødevaresuverænitet**			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Ingen kritiske	Diverst felt	Patent	GMO	Inputs	UFF

Tang og mycelie Jordens bæreevne					**Livscyklusvurdering**	**Forsigtighedsprincip**	**Fødevaresuverænitet**			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Kystnære områder	Dyrkningsmedie	Patent	GMO	Inputs	UFF

5.3. Alternative animalske proteinkilder

Protein fra insekter og søstjerner er sværvægtere i gruppen af alternative animalske proteiner. Her findes altså ingen traditionelle fødevarer. De anvendes som ingredienser i forarbejdede fødevarer og foder.

5.3.1. Produktion: Insekter dyrkes under industrielle og kontrollerede forhold og flere arter af insekter anvendes (Butz, 2021; EU Commission, 2023). Producenter af insekter ønsker, at de både kan bruges til føde og foder. I Danmark har flere producenter etableret anlæg til produktion, hvor virksomheden Enorm der blandt andet har foderstofvirksomheden DLG som investor, åbnet en ny produktion med en daglig kapacitet på 100 ton fluelarver og en årlig produktion på 11.000 tons fluelarver (Ritzau, 2016; Snekmose, 2017; Enorm, 2023; Stavnsbjerg and Nielsen, 2023).

Søstjerner er primært en bifangst ved fiskning efter muslinger og fladfisk (Fonager, 2021). De er forsøgt introduceret som proteintilskud til husdyr med bistand fra foderstofvirksomheden Vestjyllands Andel. De seneste år er der etableret en produktion med udgangspunkt i fiskeriet i Limfjorden. Produktet anvendes primært i foder til grise, hvor det i en vis udstrækning erstatter soja. På grund af et højt indhold af kalcium kan søstjerner kun tilsættes med 5-8% i foderet til grise og høns. Målet har været en produktion på 10.000 ton/år (Fødevarestyrelsen, 2016).

5.3.2. Marked: Markedet for insekter er fortsat meget beskedent i Danmark, og særligt til føde. Med DLG som fremtidig distributør af insektingredienser til foder er det sandsynligt, at de 100 ton larver/dag vil blive udnyttet til foder for grise og kyllinger i Danmark.

Hvor stor den årlige produktionen af søstjerner faktisk er, kan ikke siges, da fabrikken også aftager afskær fra produktion af konsumfisk, og idet fabrikken indgår uspecificeret i Vestjyllands Andels koncernregnskab.

5.3.3. Lovgivning: Produktion af insekter og deres larver til fødevarer falder ind under Novel Food lovgivningen i EU (EU Commission, 2023). Til foderformål skal de tilsvarende godkendes til dette.

Søstjerner er siden 2016 godkendt til foder i EU (Byrn, 2016; Fødevarestyrelsen, 2016).

5.3.4. Jordens Bæreevne og Livscyklusvurdering: Insektproduktion foregår i lukkede systemer, hvor de fodres med lavkvalitets foder, således at de har et meget lavt miljøaftryk (Halloran *et al.*, 2016; Modahl and Brekke, 2022; Smetana, Bhatia, *et al.*, 2023). Ammoniakafdampning fra anlægget til luften håndteres ved hjælp af miljøtilladelsen til produktionen.

Søstjerner fanges i dag som bifangst til fiskeri efter muslinger og fladfisk, som begge er reguleret af myndighederne. Reguleringen er dog ofte mere med et blik på økonomien end på miljøet. Miljøstyrelsen argumenterer for søstjerners bæredygtighed ved at henvise til, at det er et gode at fjerne næringsstoffer fra havmiljøet (Fødevarestyrelsen, 2016). Andre mener, at en del fiskeri efter fladfisk og muslinger ikke er bæredygtigt, og derfor heller ikke bifangster derfra (Scheuer-Hansen, 2023).

5.3.5. Forsigtighedsprincippet: I forhold til konsum for mennesker og dyr vil EUs godkendelser af insekter bidrage til, at deres sikkerhed er undersøgt inden produkterne kommer på markedet. Insekter er en ny fødevare for moderne mennesker – nye proteiner og andre metabolitter.

For søstjerner er det primært effekterne på havmiljøet der kan have negativ effekt for deres bæredygtighed.

5.3.6. Fødevaresuverænitet: Der er ikke patenter eller GMO involveret i den nuværende produktion. Insektproduktion er ved at blive forholdsvis højteknologisk, men andre inputs til foder mv. er ganske simple.

5.3.7. Konklusion: Produktionen af insekter og søstjerner kan bidrage til at reducere miljøaftrykket i den animalske produktion. Søstjerner er del af et fiskeri som ikke er bæredygtigt. Om insekter nogensinde kommer til at indgå i human ernæring i nævneværdigt omfang er et åbent spørgsmål.

Jordens bæreevne					**Livscyklusvurdering**	**Forsigtighedsprincip**	**Fødevaresuverænitet**			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Havmiljø	Nye fødevarer	Patent	GMO	Inputs	UFF

5.4. Præcisionsfermentering (GMO/NGT)

Præcisionsfermentering er en ældre teknik, hvor man gensplejser og dyrker mikroorganismer til den industrielle produktion af diverse molekyler f.eks. de enzymer (protein) der anvendes i vaskepulver og nogle af de aktivstoffer, der anvendes i lægemider. Det nye ved teknologien er, at gær og bakterier nu gensplejses med de Nye Genomiske Teknikker (NGT), henholdsvis gensplejses til at producere stoffer, der skal bruges i fødevarer som f.eks. animalske proteiner. Det animalske protein kunne f.eks. være albumin der normalt findes i æggehvide, eller et eller flere af de proteiner der findes i mælk som casein eller valleprotein. Impossible Foods anvender præcisionsfermentering til at producere det røde farvestof leghemoglobin.

5.4.1. Produktion:

Proteinet dyrkes i encellede organismer, som derefter oprenses og anvendes som en ingrediens til produktion af f.eks. dyre-fri æg eller ost eller som i tilfældet med Impossible Food, der anvender leghemoglobin protein som en ingrediens i en vegetabilsk kød-analog.

I Danmark har Arla AmbA og Novozymes A/S i august 2023 annonceret, at de har indgået et samarbejde om at udvikle ingredienser ved hjælp af præcisionsfermentering (Cervera, 2023d). I første omgang til produkter til særlig ernæring. I deres fælles pressemeddelelse om samarbejde står der (Arla, 2023):

> I det nye partnerskab med Arla Foods Ingredients, skal Novozymes bidrage med sin viden for at masseproducere proteiner ved hjælp af teknikken.
>
> Arla Foods Ingredients skal bidrage med sin viden inden for fødevareingredienser, særligt separationsprocesser og tørreteknologi, og det lovgivningsmæssige landskab.
>
> "Præcisionsfermentering gør næsten alt muligt i forhold til proteinsammensætning og -struktur, og dette er en fantastisk mulighed for at udnytte fermenteringens fulde potentiale.

5.4.2. Marked: Impossible Foods produktion af leghemoglobin er 1-4 år foran de fleste andre virksomheder som pt. er i testfasen forud for markedsføring. Et andet amerikansk firma "EVERY Company" har været på markedet i et par år med deres æg-protein i samarbejde med flere andre store fødevarevirksomheder (Mridul, 2023b) tilsyneladende uden den store success.

Nogle af de mest omtalt virksomheder der er i gang med at udvikle deres produkter og gennemføre markedsundersøgelser er:

- Australien: Eden Brew (mælkeproteiner) (Broom, 2023).
- Danmark: Novozymes/Arla (mælkeproteiner) (Arla, 2023).
- Danmark: DTU (farvestoffet betalain) (Naureen, 2023a).
- Finland: Technical Research Centre of Finland (VTT) (kaffe) (Naureen, 2023c).
- Israel: ImagineDairy (mælkeproteiner) (Watson, 2023b).
- Israel: Remilk (mælkeprotein) (Lyubomirova, 2022).
- Tyskland: Formo (mælk og æg) (Selby and Cervera, 2023).
- USA: PerfectDay (valleprotein) (Ettinger, 2022).
- USA: EVERY Company (æg protein) (Mridul, 2023b).

En gennemgang af ovenstående virksomheder viser, at fødevarer produceret ved præcisionsfermentering indtil nu ikke har den store forbruger appel. Men også at selv de største fødevarekoncerner tilsyneladende har vanskeligt ved at slå igennem i deres markeder, når de anvender disse ingredienser.

5.4.3. Lovgivning: I den udstrækning der er tale om produktion af kendte molekyler, men nu produceret med en ny teknologi, vil fødevaren falde ind under EU's Novel Food regler. Hvis produktionen udvides til at omfatte nye proteiner, eller indeholder proteiner fra værtsorganismen, som ikke er tilstrækkelig oprenset, kan GMO-regulativet evt. komme i spil.

5.4.4. Jordens Bæreevne og Livscyklusvurdering: Det er vanskeligt at udforme sammenlignelige LCAer på mælkeprotein fra præcisionsfermentering og mælk fra kvæg, da produktion fortsat er småskala, og da

præcisionsfermentering kun laver et enkelt eller få proteiner, mens æg og mælk er sammensatte fødevarer med mange forskellige proteiner, fedtstoffer, vitaminer, mineraler etc.

Der er forsøgsvise beregninger og sammenligninger som peger på, at præcisionsfermentering ved energiforsyning fra vedvarende energikilder, vil medføre betydelig CO_2 reduktion (Hamelin and Cellier, 2022).

En længere gennemgang af ressouceforbrug og forskellige effekter på miljøet viser, at for særlige proteiner som lactoferrin, der naturligt findes i meget lave koncentrationer, kan den reduktion, der kan opnås – under de allokeringer der er valgt i LCAen – være på 99,9% (Mridul, 2023a).

En LCA testede præcisionsfermentering af valleprotein i fire forskellige geografiske områder: New Zealand, Australien, Tyskland og USA med dertil hørende forskelligheder i energiforsyninger og råvare input, samt oprensings- og tørreteknologi og fandt, at det producerede mælkeprotein havde ca. samme klimapåvirkning som protein oprenset fra ko-mælk (Behm *et al.*, 2022). Studiet viste også, at protein fra præcisionsfermentering havde lavere vandforbrug end protein fra ko-mælk.

5.4.5. Forsigtighedsprincippet: Teknologien er ikke ny, og der findes derfor løsninger for vækstmedier, opskalering og affaldshåndtering. De molekyler der kommer ud af produktionen skal evt. oprenses fra andre molekyler, som værtsorganismen producerer og fra de affaldsstoffer der produceres af mikroorganismen.

5.4.6. Fødevaresuverænitet: Teknologien er absolut højteknologisk med masser af patenter, der involverer GMO. Input omfatter et avanceret teknologisk set up, men om det adskiller sig meget fra den teknologi der anvendes f.eks. på et mejeri eller et bryggeri er ikke klart. Dyrkningsmediets sammensætning kan evt. være højteknologisk, men det vil afhænge af dyrkningskravene hos den anvendte mikroorganisme.

5.4.7. Konklusion: Præcisionsfermentering er ikke en velkendt teknologi til fødevarer, der i princippet må forventes at blive spist dagligt. Præcisionsfermentering til fødevarer stiller helt nye krav til f.eks. volumen og renhed for protein fra værtsorganismen, dyrkningsmedie, affaldsstoffer mv., hvilket sætter forsigtighedsprincippet i spil. Herudover står det højteknologiske element i præcisionsfermentering med patenter, GMO og avancerede inputs i direkte modsætning til væsentlige elementer i fødevaresuverænitet.

Det kan med rimelighed forudsiges, at man med præcisionsfermentering kan opnå et betydelig mindre ressourceforbrug af land og vand, og en generelt lavere miljøpåvirkning. Denne positive miljøprofil kan blive styrket efterhånden som energiforsyning baseret på vedvarende energikilder bliver mere udbredt og anvendt.

Jordens bæreevne					**Livscyklusvurdering**	**Forsigtighedsprincip**	**Fødevaresuverænitet**			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Intet kritisk	Ny teknologi	Patent	GMO	Inputs	UFF

5.5. Laboratoriekød – kød fra cellekulturer

Laboratorie kød er kød, der er produceret/dyrket industrielt i en tank (in vitro produktion).

5.5.1.: Produktion: Produktionen sker i hovedtræk ved at:

- Celler udtages sterilt fra et dyr (evt. stamceller) kylling, gris, ko, fisk, rejer, vagtler etc.
- Celler overføres til et sterilt vækstmedie.
    - Det tilstræbes, at vækstmediet indeholder alle de aminosyrer, fedtsyrer, sukker, vitaminer og mineraler, der normalt tilføres til cellevæv med blodet. Herudover tilsættes vækstmediet en serum udvundet af blod fra dyr. Serum indeholder diverse vækststimulerende hormoner.
- Formning og differentiering af celleklumper
- Udtagning, rengøring og pakning

Serum i vækstmediet er det mest kontroversielle indholdsstof i vækstmediet, fordi det er udvundet af blod fra dyr. Det attraktive indhold i serum er hormoner, der fremmer cellevæksten. Indholdet af hormoner er størst og bedst sammensat hos helt unge dyr, men der er en række udfordringer (Stephens *et al.*, 2018).

Thermo Fisher Scientific Inc., der sælger serum til laboratorier og industrielt brug, skriver således på deres hjemmeside om de sera fra kvæg, som deres virksomhed sælger til brug for cellekulturer: Definitions of Bovine Serum Types:

> Categories of bovine serum
>
> Bovine serum is classified according to the age of the animal from which the blood was collected [3]:
>
> - **Fetal bovine serum** is sourced from fetuses.
> - **Newborn calf serum** is sourced from calves that are fourteen days or less in age.
> - **Bovine calf serum** is sourced from calves that are six months or less in age.
> - **Adult bovine serum** is sourced from cows that are twelve months or more in age.
> - **Donor bovine serum** can be sourced from cattle that are twelve months or more in age.
>   - Donor cattle are raised in a specific, controlled herd solely for blood donation.
>
> (Thermo Fischer Scientific, 2023) med en henvisning [3] til International Serum Industry Association

Produktionen indebærer derfor I dag åbenlyst et flersidet etisk problem: at anvende animalske ingredienser til en produktion, der skulle være fri for dyr, og at slagte dyr der aldrig har haft et liv. I den videre udvikling er den primære problemstillinger, at udvikle en produktion uden brug af serum, at reducere produktionstiden fra 7 uger til under 2 uger, at bruge komplekse mediekomponenter i stedet for rene aminosyrer mv af medicinsk kvalitet, og at forme og mikse cellekulturen, så det ligner et kødstykke (Kang *et al.*, 2021).

Inputs: Alle de ingredienser der anvendes til dyrkningsmediet er af medicinsk kvalitet og derfor meget dyre. De findes i dag ikke i de mængder, der skal til for at opskalere produktionen.

Et hollandsk firma mener, at de snart kan erstatte serum udvundet fra dyr med hormoner fremstillet ved hjælp af GMO (Naureen, 2023b). Et forskerhold med dansk deltagelse udvikler på et vækstmedie uden serum (Skrivergaard *et al.*, 2023).

De vækstmedier, der tænkes at erstatte serum fra dyr, vil formodentlig indeholde hormoner, der er fremstillet ved hjælp af præcisionsfermentering (GMO) (Trinidad *et al.*, 2023).

Good Food Institute i USA følger udviklingen for laboratoriekød og vurderer, at der globalt er 156 virksomheder, der er dedikerede til at producere laboratoriekød. De har tilsammen rejst investorkapital i størrelsesordenen 2,8 mia. US$, hvoraf de knap 900 mio. US$ blev investeret i virksomhederne i 2022 (GFI, 2023).

5.5.2. Marked: Den første tilladelse til at sælge laboratoriekød til forbrugere blev givet i Singapore i 2020 til et kyllingeprodukt produceret af Eat Just Inc. (USA). Singapore importerer i dag 90% af sine fødevarer og har et mål om selv at producere 30% i 2030 (SFA, 2019).

- De næste tre tilladelser er blevet givet i første halvår 2023 i USA til Eat Just Inc., Upside Foods (USA) og Good Meat (USA) til salg af laboratorieproduceret kyllingelød (Watson, 2023a) og senest har Vow food i Australien fået tilladelse til at sælge laboratoriedyrket vagtelkød (Green, 2023a).

- I Europa har Aleph Farms (Israel) i juni ansøgt myndighederne i Schweiz, om tilladelse til at sælge deres laboratorie oksekød (Morrison, 2023b).
- Den hollandske virksomhed Metable vil ansøge om test af deres laboratorie svinekød i Holland (Cervera, 2023e).
- I august 2023 har de engelske myndigheder modtaget ansøgning fra israelske Aleph Farms, for at opnå godkendelse af deres laboratorie oksekød (Cervera, 2023a).

Mange forhold gør sig gældende for, hvordan befolkninger ser på laboratoriekød. En undersøgelse af forbrugernes opfattelse af laboratoriekød i Tyskland og Frankrig belyser nogle af disse forskelle i folks opfattelse af hensyn til klima, dyrevelfærd, antibiotikaresistens mv. (Bryant, van Nek and Rolland, 2020).

Det laboratoriekød, der i dag sælges på eksklusive restauranter, er produceret i små flasker og råvaren er meget dyr. De mest optimistiske mener, at det bliver rentabelt at producere laboratoriekød omkring 2030 (Green, 2023c), mens andre mener, at det vil tage mindst 20 år og enorme investeringer.

5.5.3. Lovgivning: I EU har EFSA annonceret, at de er parate til at modtage ansøgninger vedr. laboratoriekød, som i EU falder ind under Novel Food regulativet (EFSA, 2023b). EFSA har 9 måneder til at udarbejde et svar til ansøger, og derefter har EU-Kommissionen 7 måneder til at få nationalstaternes respons og afgive et svar til ansøger. Italien har forbudt laboratoriekød for at beskytte deres nationale "køkken" (Cervera, 2023b).

Holland har i juli 2023 annonceret, at de har udarbejdet retningslinjer for forbrugertest af laboratoriekød forud for, at virksomheder skal ansøge EFSA om EU-godkendelse (Cervera, 2023e).

5.5.4. Jordens Bæreevne og livscyklusvurdering: Teknologien er i sine absolutte barnesko, og det er derfor ukendt hvilke miljøkonsekvenser den egentlig vil medføre, i forhold til at fremskaffe diverse ingredienser til vækstmedier, effekten af opskalering, fremtidig energiforsyning etc. Alligevel er der udarbejdet flere livcyklusvurderinger, hvor den seneste er fra 2023 (Sinke *et al.*, 2023). Denne livscyklusvurdering er baseret på data fra 15 virksomheder, der er aktive inden for produktion af laboratoriekød. Der er det særlige ved LCAen, at den er moduleret ud fra hypotetiske produktionsforhold år 2030. Den sammenlinger de forventede miljøforhold for laboratoriekød med tre typer kød – nuværende data for kødproduktion, en middel ambitiøs reduktion per 2030 og en ambitiøs reduktion for kødproduktion år 2030. Denne beregning er udarbejdet for okse, svine og kyllingekød. Sammenligningen viser, at hvis alle de opstillede optimistiske forudsætninger går i opfyldelse, så vil laboratoriekød overordnet medføre en reduceret miljøpåvirkning.

En mere nuanceret vurdering kan findes i et andet studie, men at laboratoriekød har fordele for miljøet står rimeligt fast, mens klimapåvirkningen afhænger af energiforsyningens kvalitet (Smetana, Ristic, *et al.*, 2023).

5.5.5. Forsigtighedsprincippet: at producere fødevarer med en helt ny teknologi indebærer mange spørgsmål, som ingen har svar på og knap nok kan formulere.

5.5.6. Fødevaresuverænitet: Teknologien er ekstremt højteknologisk og der er udtaget masser af patenter. Der er i øjeblikket ikke tale om at bruge genetisk modificerede celler. Tanken er, at man kan styre cellerne med hormoner.

Der arbejdes med at producere hormoner ud fra gensplejsede mikroorganismer.

De inputs der anvendes i dag er af medicinsk kvalitet. Det kødprodukt der kommer ud, er ikke ultra forarbejdede.

5.5.7. Konklusion: Laboratoriekød er i dag primært et mediestunt, der som primær interesse har at tiltrække og holde investorer varme. Der findes ikke nogen troværdig livscyklusvurdering, men effekten på jordens bæreevne er håbefuld optimistisk. Produktionsprisen er betydeligt over salgsprisen, så ingen har i dag råd til at skalere produktionen op, selvom mange virksomheder siger, at de vil investere i kapacitet til opskalering.

Jordens bæreevne					**Livscyklusvurdering**	**Forsigtighedsprincip**	**Fødevaresuverænitet**			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Ukendt teknologi	Ukendt teknologi	Patent	GMO	Inputs	UFF

6. Referencer

Alver (2022) *Alverr SA Chlorella based food*, *Alver World SA*. Available at: https://www.alver.ch/.

Arla (2023) *Novozymes og Arla Foods Ingredients går sammen om at udnytte præcisionsfermenteringens fulde potentiale*. Available at: https://www.arla.dk/om-arla/nyheder/2023/pressrelease/novozymes-og-arla-foods-ingredients-gaar-sammen-om-at-udnytte-praecisionsfermenteringens-fulde-potentiale-3266509/.

Aurelis (2023) *Aurelis Food*, *Aurelis Food*. Available at: https://aurelisfood.com/home-page

Ayan, A. *et al.* (2022) 'Next Generation of Transgenic Plants: From Farming to Pharming', in *Genetically Modified Plants and Beyond*. IntechOpen. Available at: https://doi.org/10.5772/intechopen.102004.

Bambridge-Sutton, A. (2023a) *Alternative protein producer Farmless plans expand production, maintain protein production efficiency*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2023/12/08/farmless-to-upscale-production-after-funding.

Bambridge-Sutton, A. (2023b) *Italian gov't bans cultivated meat, restricts plant-based meat labelling*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2023/11/21/Italy-bans-cultivated-meat-restricts-plant-based-meat-labelling.

Bambridge-Sutton, A. (2023c) *'The most sustainable protein on the planet': Microalgae protein company first to combine fermentation with light in production process*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2023/07/27/Microalgae-protein-company-first-to-combine-fermentation-with-light-in-production-process.

Bambridge-Sutton, A. (2023d) *To imitate or not to imitate: Should dairy alternatives copy the taste and texture of milk?*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2023/08/02/Should-dairy-alternatives-copy-the-taste-and-texture-of-milk.

Bambridge-Sutton, A. (2023e) *'We've overcome the first wave of vegan and vegetarian alternatives': Protein Distillery posits brewer's yeast-based protein as the next stage in the market*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2023/06/26/Protein-Distillery-posits-brewer-s-yeast-based-protein-as-the-next-stage-in-the-market.

Beal, T., Ortenzi, F. and Fanzo, J. (2023) 'Estimated micronutrient shortfalls of the EAT–Lancet planetary health diet', *The Lancet Planetary Health*, 7(3), pp. e233–e237. Available at: https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00006-2.

Behm, K. *et al.* (2022) 'Comparison of carbon footprint and water scarcity footprint of milk protein produced by cellular agriculture and the dairy industry', *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 27(8), pp. 1017–1034. Available at: https://doi.org/10.1007/s11367-022-02087-0.

Bekers, K. (2023) 'Bacteria Fuel Tiny Protein Factories of the Net-Zero Future', 3 May. Available at: https://about.bnef.com/blog/bacteria-fuel-tiny-protein-factories-of-the-net-zero-future/.

Beltran, A.M. *et al.* (2021) 'Assessing life cycle environmental impacts of inoculating soybeans in Argentina with Bradyrhizobium japonicum', *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(8), pp. 1570–1585. Available at: https://doi.org/10.1007/s11367-021-01929-7.

Bjerre, M. (2023) *AU-forsker bidrager til stor EU-rapport om klima og alger: 'Der er stadigvæk meget, vi ikke ved'*. Available at: https://dca.au.dk/aktuelt/nyheder/vis/artikel/au-forsker-bidrager-til-stor-eu-rapport-om-klima-og-alger-der-er-stadigvaek-meget-vi-ikke-ved.

Blomhoff, R. *et al.* (2023) *Nordic Nutrition Recommendations 2023: Integrating Environmental Aspects*. Secretary of the Nordic Council of Ministers Nordic Council of Ministers, p. 400. Available at: https://doi.org/10.6027/nord2023-003.

Braesco, V. *et al.* (2022) 'Ultra-processed foods: how functional is the NOVA system?', *European Journal of Clinical Nutrition*, 76(9), pp. 1245–1253. Available at: https://doi.org/10.1038/s41430-022-01099-1.

Brito, T. *et al.* (2021) 'LCA of Soybean Supply Chain Produced in the State of Pará, Located in the Brazilian Amazon Biome', *Biology and Life Sciences Forum*, 3(1), p. 11. Available at: https://doi.org/10.3390/IECAG2021-10072.

Broom, F. (2023) 'Lab-brewed milk attracts $25m in investments to bring synthetic dairy to market', *ABC News*, 12 October. Available at: https://www.abc.net.au/news/rural/2023-10-12/eden-brew-animal-free-alternative-proteins-milk-investment/102963964.

Brown, L. *et al.* (2015) 'Through the wall: extracellular vesicles in Gram-positive bacteria, mycobacteria and fungi', *Nature Reviews Microbiology*, 13(10), pp. 620–630. Available at: https://doi.org/10.1038/nrmicro3480.

Brown, P. (2019) *Our Commitment To You And Our Planet Led Us To GM Soy As Plant-based Protein*. Available at: https://impossiblefoods.com/blog/how-our-commitment-to-consumers-and-our-planet-led-us-to-use-gm-soy.

Bryant, C., van Nek, L. and Rolland, N.C.M. (2020) 'European Markets for Cultured Meat: A Comparison of Germany and France', *Foods*, 9(9), p. 1152. Available at: https://doi.org/10.3390/foods9091152.

Butz, L. (2021) *Edible Insects: Why Aren't We Eating More Bugs?*, *NYC Food Policy Center (Hunter College)*. Available at: https://www.nycfoodpolicy.org/edible-insects-why-arent-we-eating-more-bugs/.

Byrn, J. (2016) *EU: Starfish now allowed as fishmeal source for pig and poultry feed*, *feednavigator.com*. Available at: https://www.feednavigator.com/Article/2016/10/24/EU-Starfish-now-allowed-as-fishmeal-source-for-pig-and-poultry-feed.

Callahan, C.W. and Mankin, J.S. (2022) 'National attribution of historical climate damages', *Climatic Change*, 172(3), p. 40. Available at: https://doi.org/10.1007/s10584-022-03387-y.

Carrington, D. (2023) 'Vegan diet massively cuts environmental damage, study shows', *The Guardian*, 20 July. Available at: https://www.theguardian.com/environment/2023/jul/20/vegan-diet-cuts-environmental-damage-climate-heating-emissions-study.

Cervera, M. (2023a) *Cultivated meat in the UK? Aleph Farms files Britain's first cell-based steak application*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/9 RvXP9xpCg=

Cervera, M. (2023b) *EFSA welcomes cell-based food pioneers: "When market applications arrive, we are ready"*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/pE9ZIUecNYg=.

Cervera, M. (2023c) *France raises "meaty" plant-based food labeling case to European Court of Justice*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/zEtj9LYxA1c=.

Cervera, M. (2023d) *Novozymes and Arla Foods Ingredients to innovate "designer-made proteins" targeting medical nutrition*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/sPMpCykq0zE=.

Cervera, M. (2023e) *The Netherlands becomes first European country to greenlight cultivated meat and seafood tastings*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/JDN9runQjmw=.

Crippa, M. *et al.* (2021) 'Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions', *Nature Food*, 2(3), pp. 198–209. Available at: https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9.

Dalgaard, R., Schmidt, J. and Flysjö, A. (2014) 'Generic model for calculating carbon footprint of milk using four different life cycle assessment modelling approaches', *Journal of Cleaner Production*, 73, pp. 146–153. Available at: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.025.

DeAngelis, T. (2023) *That salad isn't just good for your nutrition–it may help stave off depression*. Available at: https://www.apa.org/monitor/2023/06/nutrition-for-mental-health-depression.

Dragsdahl, R.-C. (2023) *Her er "Årets plantebaserede supermarked" 2023 | Dansk Vegetarisk Forening*, *Ritzau*. Available at: https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/13742255/her-er-arets-plantebaserede-supermarked-2023?publisherId=13559515.

DS (2019) 'Kvægbestanden er halveret på 40 år. Nr 25.' Danmarks Statistik. Available at: https://www.dst.dk/da/Statistik/nyheder-analyser-publ/nyt/NytHtml?cid=27185.

EFSA (2022) 'Impossible Food EFSA exposition of application process'. https://open.efsa.europa.eu/questions?search=EFSA-Q-2019-00651

EFSA (2023) *Open EFSA GMO EFSA-Q-2019-00651 Request for placing on the market of Soy Leghemoglobin produced from genetically modified Pichia pastoris (EFSA-GMO-NL-2019-162). Last updated on:23/11/2023Status: Ongoing Risk Assessment Clockstop expected until 23/02/2024*. Available at: https://open.efsa.europa.eu/questions?search=EFSA-Q-2019-00651.

EFSA (2023b) *The safety of cell culture-derived food – ready for scientific evaluation | EFSA*. Available at: https://www.efsa.europa.eu/en/news/safety-cell-culture-derived-food-ready-scientific-evaluation

Enorm (2023) *Insektmel til foder*, *Enorm*. Available at: https://enormbiofactory.com/da/insektmel-til-foder.

Ertmann, B. (2023) 'Salget af plantebaserede fødevarer i Danmark har nået et rekordhøjt niveau - Dansk Vegetarisk Forening', 5 April. Available at: https://vegetarisk.dk/salget-af-plantebaserede-foedevarer-i-danmark-er-steget-med-17-siden-2020/

Ettinger, J. (2022) 'What Is Nestlé Cooking Up With Perfect Day's Precision Fermentation Whey?', *Green Queen*, 14 September. Available at: https://www.greenqueen.com.hk/nestle-perfect-day-precision-fermentation-whey/.

EU Commission (2000) *The precautionary principle*. Available at: https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/the-precautionary-principle.html.

EU Commission (2003) *Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on genetically modified food and feed (Text with EEA relevance)*, *OJ L*. Available at: http://data.europa.eu/eli/reg/2003/1829/oj/eng.

EU Commission (2017) *Commission Implementing Regulation (EU) 2017/2470 of 20 December 2017 establishing the Union list of novel foods in accordance with Regulation (EU) 2015/2283 of the European Parliament and of the Council on novel foods (Text with EEA relevance)Text with EEA relevance*. Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02017R2470-20231113 .

EU Commission (2021) *Kommissionens Henstilling (EU) 2021/2279 af 15. december 2021 om anvendelsen af miljøaftryksmetoderne til at måle og formidle produkters og organisationers miljøpræstationer over hele deres livscyklus*. Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:32021H2279.

EU Commission (2023) *Summary of applications and notifications*. Available at: https://food.ec.europa.eu/safety/novel-food/authorisations/summary-applications-and-notifications_en.

F&DTech (2022) *Aliga Microalgae acquires one of Europe's largest Chlorella algae production facilities*, *Food and Drink Technology*. Available at: https://www.foodanddrinktechnology.com/news/43906/aliga-microalgae-acquires-on-of-europes-largest-chlorella-algae-production-facilities/.

F&DTech (2023) *SimpliiGood unveils a chicken schnitzel microalage analogue*, *Food and Drink Technology*. Available at: https://www.foodanddrinktechnology.com/news/48332/simpliigood-unveils-a-chicken-schnitzel-analogue-of-microalgae-spirulina/.

Ferrer, B. (2023) *Poland's push to ban animal-related names for plant-based foods*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/4QMm9A79MJs=.

Fødevarestyrelsen (2016) *Danske svin og kyllinger skal spise søstjerner*, *Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri*. Available at: https://fvm.dk/nyheder/nyhed/nyhed/danske-svin-og-kyllinger-skal-spise-soestjerner.

Fødevarestyrelsen (2021a) *De Officielle Kostråd*, *Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri*. Available at: https://fvm.dk/foedevarer/mad-maaltider-og-sundhed/de-officielle-kostraad.

Fødevarestyrelsen (2021b) *Vejledning om Novel Food*. https://www.retsinformation.dk/eli/retsinfo/2023/10057.

Fonager, O. (2021) *Tonsvis af søstjerner kan blive til dyrefoder - men det må de ikke*, *TV MIDTVEST*. Available at: https://www.tvmidtvest.dk/thisted/tonsvis-af-soestjerner-kan-blive-til-dyrefoder-men-det-maa-de-ikke

Gerten, D. *et al.* (2020) 'Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries', *Nature Sustainability*, 3(3), pp. 200–208. Available at: https://doi.org/10.1038/s41893-019-0465-1.

GFI (2023) *Cultivated meat and seafood | State of the Industry Report*. Available at: https://gfi.org/resource/cultivated-meat-eggs-and-dairy-state-of-the-industry-report/.

Gilbert, S.G. (no date) *Precautionary Principle: The Wingspread Statement*, *Collaborative for Health & Environment*. Available at: https://www.healthandenvironment.org/environmental-health/social-context/history/precautionary-principle-the-wingspread-statement.

Godfray HCJ (2019) 'Alternative Proteins. Meat: the Future series'. World Economic Forum. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_White_Paper_Alternative_Proteins.pdf.

Graham, A.E. and Ledesma-Amaro, R. (2023) 'The microbial food revolution', *Nature Communications*, 14(1), p. 2231. Available at: https://doi.org/10.1038/s41467-023-37891-1.

Green, E. (2023a) *Cultivated quail: Vow Foods gets "safe to eat" greenlight from Australian food standards regulators*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/MN28FDUGb8Q=

Green, E. (2023b) *Microalgae to mainstream: Brevel's US$18.5M funding poised to elevate "ultimate source of sustainable protein"*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/QanfNfAUUrg=

Green, E. (2023c) *Scaling cultivated pork at pace: Meatable claims alt-pork can be developed in eight days*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/SfgwVyfvV E=

Greene, C. *et al.* (2022) 'Transforming the Future of Marine Aquaculture: A Circular Economy Approach', *Oceanography*, pp. 26–34. Available at: https://doi.org/10.5670/oceanog.2022.213.

Greene, C.H. and Scott-Buechler, C.M. (2022) 'Algal solutions: Transforming marine aquaculture from the bottom up for a sustainable future', *PLoS biology*, 20(10), p. e3001824. Available at: https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001824.

Gupta, J. *et al.* (2023) 'Earth system justice needed to identify and live within Earth system boundaries', *Nature Sustainability*, pp. 1–9. Available at: https://doi.org/10.1038/s41893-023-01064-1.

Hal, J. van (2023) *Micro Harvest launches pilot plant to test and scale single-cell protein ingredients*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/1KlkTl1s5OI=

Halloran, A. *et al.* (2016) 'Life cycle assessment of edible insects for food protein: a review', *Agronomy for Sustainable Development*, 36(4), p. 57. Available at: https://doi.org/10.1007/s13593-016-0392-8.

Hamelin, L. and Cellier, C. (2022) *Life Cycle Assessment of animal-free whey protein production by fermentation Hamelin Lab Consulting, France*. Available at: https://bonvivant-food.com/wp-content/uploads/2023/09/Copy-of-LCA-Report-VF-Bon-Vivant-Confidential.pdf

Helm, B. (2019) *A Lot of Companies Want to Save the World. Impossible Foods Just Might Do It with Its Plant-Based Meats*, *Inc.com*. Available at: https://www.inc.com/magazine/202002/burt-helm/impossible-foods-pat-brown-plant-based-burger-vegan-fake-meat-protein-beef.html.

IFOAM (2005) *The Four Principles of Organic Agriculture | IFOAM*. Available at: https://ifoam.bio/why-organic/shaping-agriculture/four-principles-organic.

Impossible Foods (2017) 'GRAS Notification for Soy Leghemoglobin Protein Preparation Derived from Pichia pastoris GRAS Notice (GRN) No. 737'. FDA. Available at: https://www.fda.gov/media/124351/download.

Impossible Foods (2019) 'Summary of Application for the Authorisation of Soy Leghemoglobin Produced from Genetically Modified Pichia pastoris for Food Use in the European Union'. Available at: https://open.efsa.europa.eu/

Impossible Foods (2022) *Impossible Foods Launches in the United Kingdom*. Available at: https://impossiblefoods.com/media/news-releases/impossible-foods-launches-in-the-united-kingdom.

Impossible Foods (2023a) *Do your products contain genetically modified ingredients?*, *Impossible Foods*. Available at: https://faq.impossiblefoods.com/hc/en-us/articles/360023038894-Do-your-products-contain-genetically-modified-ingredients-.

Impossible Foods (2023b) *Impossible Burger Environmental Life Cycle Assessment 2019*. Available at: https://impossiblefoods.com/sustainable-food/burger-life-cycle-assessment-2019.

Impossible Foods (2023c) *Made from Plants*. Available at: https://impossiblefoods.com/products/burger.

Impossible Foods (2023d) *What are the ingredients in Impossible™ Beef Made From Plants?*, *Impossible Foods*. Available at: https://faq.impossiblefoods.com/hc/en-us/articles/360018937494-What-are-the-ingredients-in-Impossible-Beef-Made-From-Plants-.

Impossible Foods (2023e) *What are the ingredients in Impossible™ Bowls?*, *Impossible Foods*. Available at: https://faq.impossiblefoods.com/hc/en-us/articles/8595183806743-What-are-the-ingredients-in-Impossible-Bowls-.

Impossible Foods (2023f) *What areas are your products available in?*, *Impossible Foods*. Available at: https://faq.impossiblefoods.com/hc/en-us/articles/360019099913-What-areas-are-your-products-available-in-.

IPCC (2023a) 'AR6 Synthesis Report, Summary for Policymakers'. Available at: https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf.

IPCC (2023b) 'Climate Change 2023: Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change'. Available at: https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/.

IPES food (2022) *The Politics of Protein*. Available at: http://www.ipes-food.org/pages/politicsofprotein.

ISO (2008) 'DS/EN ISO 14040:2008 Miljøledelse – Livscyklusvurdering – Principper og struktur'. Fonden Dansk Standard. Available at: https://webshop.ds.dk/standard/M219007/ds-en-iso-14040-2008

Ivanovich, C.C. *et al.* (2023) 'Future warming from global food consumption', *Nature Climate Change*, 13(3), pp. 297–302. Available at: https://doi.org/10.1038/s41558-023-01605-8.

Jakobsen, J. *et al.* (2022) 'Næringsstofindhold i plantedrikke'. DTU Fødevareinstituttet. Available at: https://www.food.dtu.dk/-/media/institutter/foedevareinstituttet/publikationer/pub-2023/rapport-om-plantedrikke-final_221205.pdf.

Jensen, B.A.H. *et al.* (2021) 'Lysates of Methylococcus capsulatus Bath induce a lean-like microbiota, intestinal FoxP3+RORγt+IL-17+ Tregs and improve metabolism', *Nature Communications*, 12, p. 1093. Available at: https://doi.org/10.1038/s41467-021-21408-9.

Jones, N. (2023) 'Fungi bacon and insect burgers: a guide to the proteins of the future', *Nature*, 619(7968), pp. 26–28. Available at: https://doi.org/10.1038/d41586-023-02096-5.

Kang, D.-H. *et al.* (2021) 'Engineered whole cut meat-like tissue by the assembly of cell fibers using tendon-gel integrated bioprinting', *Nature Communications*, 12(1), p. 5059. Available at: https://doi.org/10.1038/s41467-021-25236-9.

Khangura, R. *et al.* (2023) 'Regenerative Agriculture—A Literature Review on the Practices and Mechanisms Used to Improve Soil Health', *Sustainability*, 15(3), p. 2338. Available at: https://doi.org/10.3390/su15032338.

Kornum, N. (2022) *Regenerativt landbrug kan skære en femtedel af jordbrugets samlede årlige CO2-udledning*, *Økologisk - nyt om udviklingen*. Available at: https://okonu.dk/mennesker-og-meninger/regenerativt-landbrug-kan-skaere-en-femtedel-af-jordbrugets-samlede-arlige-co-less-than-sub-greater-than-2-less-than-sub-greater-than-udledning.

Kristensen, C.K. (2023) *Flere vender ryggen til klimavenlig mad | Madkulturen*. Available at: https://via.ritzau.dk/pressemeddelelse/13759181/flere-vender-ryggen-til-klimavenlig-mad?publisherId=13559186.

Kristensen, T., Aaes, O. and Weisbjerg, M.R. (2015) 'Production and environmental impact of dairy cattle production in Denmark 1900–2010', *Livestock Science*, 178, pp. 306–312. Available at: https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.06.012.

Kustar, A. and Patino-Echeverri, D. (2021) 'A Review of Environmental Life Cycle Assessments of Diets: Plant-Based Solutions Are Truly Sustainable, even in the Form of Fast Foods', *Sustainability*, 13(17), p. 9926. Available at: https://doi.org/10.3390/su13179926.

Lähteenmäki-Uutela, A., Rahikainen, M., Lonkila, A., *et al.* (2021) 'Alternative proteins and EU food law', *Food Control*, 130, p. 108336. Available at: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108336.

Lähteenmäki-Uutela, A., Rahikainen, M., Camarena-Gómez, M.T., *et al.* (2021) 'European Union legislation on macroalgae products', *Aquaculture International*, 29(2), pp. 487–509. Available at: https://doi.org/10.1007/s10499-020-00633-x.

Lähteenmäki-Uutela, A. and Grmelová, N. (2016) 'European law on insects in food and feed', 11, pp. 2–8. Available at: https://www.researchgate.net/publication/311796026_European_law_on_insects_in_food_and_feed

Le Campion, A. *et al.* (2020) 'Conventional versus organic farming systems: dissecting comparisons to improve cereal organic breeding strategies', *Organic Agriculture*, 10(1), pp. 63–74. Available at: https://doi.org/10.1007/s13165-019-00249-3.

Luttikholt, L. (2007) 'Principles of organic agriculture as formulated by the International Federation of Organic Agriculture Movements', *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 54, pp. 347–360. Available at: https://doi.org/10.1016/S1573-5214(07)80008-X.

Lyubomirova, T. (2022) *Remilk: 'We are on a mission to transform the entire industry'*, *dairyreporter.com*. Available at: https://www.dairyreporter.com/Article/2022/09/26/Remilk-We-are-on-a-mission-to-transform-the-entire-industry.

Madsen, D.B. *et al.* (2022) 'Markedsdata for den Plantebaserede Fødevaresektor i Danmark'. Available at: https://plantebaseretvidenscenter.dk/media/xtdj4mpg/markedsdata-for-den-plantebaserede-foedevaresektor-i-danmark-2022.pdf

Madsen, P. (2023) *Supermarkeder har fået færre plantebaserede varer på hylderne*. Available at: https://watchmedier.dk/nyheder/klima/article16578879.ece.

Matassa, S. *et al.* (2016) 'Microbial protein: future sustainable food supply route with low environmental footprint', *Microbial Biotechnology*, 9(5), pp. 568–575. Available at: https://doi.org/10.1111/1751-7915.12369.

Mavrommatis, A. *et al.* (2023) 'Microalgae as a Sustainable Source of Antioxidants in Animal Nutrition, Health and Livestock Development', *Antioxidants*, 12(10), p. 1882. Available at: https://doi.org/10.3390/antiox12101882.

Michalak, I. *et al.* (2022) 'Antioxidant effects of seaweeds and their active compounds on animal health and production – a review', *Veterinary Quarterly*, 42(1), pp. 48–67. Available at: https://doi.org/10.1080/01652176.2022.2061744.

Modahl, I.S. and Brekke, A. (2022) 'Environmental performance of insect protein: a case of LCA results for fish feed produced in Norway', *SN Applied Sciences*, 4(6), p. 183. Available at: https://doi.org/10.1007/s42452-022-05065-1.

Monteiro, C.A. *et al.* (2019) 'Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system.' Available at: https://www.fao.org/3/ca5644en/ca5644en.pdf.

Morrison, O. (2023a) *EU novel foods regulation 'hindering innovation' in meat alternatives sector*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2023/07/04/EU-novel-foods-regulation-hindering-innovation-in-meat-alternatives-sector.

Morrison, O. (2023b) *First application for cultivated meat approval in Europe submitted*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2023/07/26/First-application-for-cultivated-meat-approval-in-Europe-submitted.

Mridul, A. (2023a) 'How Climate-Friendly is Animal-Free Dairy? Comparing Precision Fermentation LCAs', *Green Queen*, 18 September. Available at: https://www.greenqueen.com.hk/environment-sustainable-precision-fermentation-life-cycle-assessment-lca-scientific-research/.

Mridul, A. (2023b) 'Mass Impact & Adoption: Q&A with Animal-Free Egg Leader The EVERY Co', *Green Queen*, 2 November. Available at: https://www.greenqueen.com.hk/the-every-co-nutresa-pietran-zenu-precision-fermentation-egg-qa/.

Naureen, I. (2023a) *Food color overhaul: Scientists unlock innovative fermentation process to formulate betanin from yeast*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/ADhhSrk PEs=

Naureen, I. (2023) *Replacing Fetal Bovine Serum: Omeat unveils "humane" alternative to unlock price parity for cultivated meat*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/9gv5C7uzm4A=.

Naureen, I. (2023c) *Researchers reveal lab-grown coffee recipe to create cellular agriculture-based brews*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/cS 5H4rp90U=.

Nikolova, M. (2023) *Angel Yeast responds to the UNEP COP28 call for animal-free protein with microbial fermentation*, *.nutritioninsight.com/*. Available at: https://ni.cnsmedia.com/a/ry79ognaYGk=

NOAH (2023) *Food Sovereignty*. Available at: https://noah.dk/english/our-work/food-sovereignty.

Olsen, M.F.L. (2023) *Mikroalger kan blive din klimavenlige livret*. Københavns Universitet. Available at: https://food.ku.dk/nyheder/2023/mikroalger-kan-blive-din-klimavenlige-livret/.

Papier, K. and Clark, M. (2023) *Vegan diet has just 30% of the environmental impact of a high-meat diet, major study finds*, *The Conversation*. Available at: http://theconversation.com/vegan-diet-has-just-30-of-the-environmental-impact-of-a-high-meat-diet-major-study-finds-210152.

Perro, M. (2019) 'Rat Feeding Study Suggests the Impossible Burger May Not Be Safe to Eat', 25 June. Available at: https://gmoscience.org/2019/06/25/rat-feeding-studies-suggest-the-impossible-burger-may-not-be-safe-to-eat/.

Persson, E. (2016) 'What are the core ideas behind the Precautionary Principle?', *Science of The Total Environment*, 557–558, pp. 134–141. Available at: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.034.

Poore, J. and Nemecek, T. (2018) 'Reducing food's environmental impacts through producers and consumers', *Science*, 360(6392), pp. 987–992. Available at: https://doi.org/10.1126/science.aaq0216.

Quantis *et al.* (2019) 'Comparative Environmental LCA of the Impossible Burger with Conventional Ground Beef Burger'. https://assets.ctfassets.net/hhv516v5f7sj/4exF7Ex74UoYku640WSF3t/cc213b148ee80fa2d8062e430012ec56/Impossible_foods_comparative_LCA.pdf.

Reddy, M. *et al.* (2021) 'Overview of Bacterial and Yeast Systems for Protein Expression', *Journal of Pharmaceutical Research International*, pp. 113–118. Available at: https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i32A31722.

Ritzau (2016) *Millionprojekt skal erstatte bøf med græshopper og orme*. Available at: https://fodevarewatch.dk/Fodevarer/article9172904.ece.

Rockström, J. *et al.* (2020) 'Planet-proofing the global food system', *Nature Food*, 1(1), pp. 3–5. Available at: https://doi.org/10.1038/s43016-019-0010-4.

Rockström, J. *et al.* (2023) 'Safe and just Earth system boundaries', *Nature*, pp. 1–10. Available at: https://doi.org/10.1038/s41586-023-06083-8.

Rudbeck, J. (2022) *Dagrofa bliver første dagligvaremedlem i plantebaseret organisation*. Available at: https://fodevarewatch.dk/Fodevarer/article13745811.ece.

Scarborough, P. *et al.* (2023) 'Vegans, vegetarians, fish-eaters and meat-eaters in the UK show discrepant environmental impacts', *Nature Food*, 4(7), pp. 565–574. Available at: https://doi.org/10.1038/s43016-023-00795-w.

Scheuer-Hansen, S. (2023) *Dyrenes Beskyttelse udvider klage over MSC*. Available at: https://fodevarewatch.dk/Landbrug_Fiskeri/article16516193.ece.

Schupak, A. (2022) 'Climate-friendly diets can make a huge difference – even if you don't go all-out vegan'. Available at: https://amp-theguardian-com.cdn.ampproject.org/c/s/amp.theguardian.com/environment/2022/jun/04/meat-diets-climate-emissions-plant-based-vegan.

Searby, L. (2023) *Science stacks up for microalgae as feed additives; can cost obstacle be overcome?*, *dairyreporter.com*. Available at: https://www.dairyreporter.com/Article/2023/11/08/research-on-microalgae-as-feed-additives.

Selby, G. and Cervera, M. (2023) *Change is brewing? Animal-free products backed by precision fermentation poised to disrupt conventional dairy*, *.foodingredientsfirst.com/*. Available at: https://fif.cnsmedia.com/a/AIM8J38bw8I=.

SFA, S.F.S. (2019) *The 30% self-sufficient in food by 2030.* Available at: https://www.ourfoodfuture.gov.sg/30by30/.

Sillman, J. *et al.* (2019) 'Bacterial protein for food and feed generated via renewable energy and direct air capture of CO2: Can it reduce land and water use?', *Global Food Security*, 22, pp. 25–32. Available at: https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.09.007.

Sinke, P. *et al.* (2023) 'Ex-ante life cycle assessment of commercial-scale cultivated meat production in 2030', *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 28(3), pp. 234–254. Available at: https://doi.org/10.1007/s11367-022-02128-8.

Skrivergaard, S. *et al.* (2023) 'A simple and robust serum-free media for the proliferation of muscle cells', *Food Research International*, 172, p. 113194. Available at: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113194.

Smetana, S., Bhatia, A., *et al.* (2023) 'Environmental impact potential of insect production chains for food and feed in Europe', *Animal Frontiers*, 13(4), pp. 112–120. Available at: https://doi.org/10.1093/af/vfad033.

Smetana, S., Ristic, D., *et al.* (2023) 'Meat substitutes: Resource demands and environmental footprints', *Resources, Conservation and Recycling*, 190, p. 106831. Available at: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106831.

Snekmose, L. (2017) *Er melorme dine næste husdyr?* Available at: https://www.sagro.dk/nyhedsarkiv/er-melorme-dine-naeste-husdyr.

Soclof, A. *et al.* (2023) *Report: Impossible Foods Business Breakdown & Founding Story*, *Contrary Research*. Available at: https://research.contrary.com/reports/impossible-foods.

Southey, F. (2022a) *Dairy grown in lettuce? Meet the start-up triggering protein, pigment, and aroma production in a greenhouse*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2022/08/23/Pigmentum-Meet-the-start-up-producing-dairy-proteins-in-lettuce.

Southey, F. (2022b) *Nutritionally charged lettuce developed with CRISPR/Cas gene editing tech*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2022/01/04/Nutritionally-charged-lettuce-developed-with-CRISPR-Cas-gene-editing-tech.

Southey, F. (2022c) *Plant-based cheese made with microalgae protein in development for global market*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2022/10/26/plant-based-cheese-made-with-microalgae-protein-in-development-for-global-market.

Southey, F. (2022d) *What's meat's beef with vegan burgers? The case against 'meaty' names for plant-based substitutes*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2022/09/07/the-case-against-meaty-names-for-plant-based-substitutes.

Southey, F. (2023a) *Alt protein innovation in eastern Europe: Meet the new start-ups mimicking meat and seafood with fungi, plants*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2023/01/03/alt-protein-innovation-in-eastern-europe-meet-the-new-start-ups-mimicking-meat-and-seafood-with-fungi-plants

Southey, F. (2023b) *Fungi-based butter: Mycoprotein maker develops 'first prototype' for alt dairy applications*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2022/07/08/mycorena-makes-mycoprotein-butter-prototype-for-alt-dairy-applications.

Southey, F. (2023c) *Microalgae strain from volcanic hot springs has 'protein-rich food' potential*, *foodnavigator.com*. Available at: https://www.foodnavigator.com/Article/2023/05/08/microalgae-strain-from-volcanic-hot-springs-has-protein-rich-food-potential.

Springmann, M. *et al.* (2016) 'Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(15), pp. 4146–4151. Available at: https://doi.org/10.1073/pnas.1523119113.

Spurrier, J. (2018) 'This Spirulina is Straight from the Farm and Ready for Your Smoothies', *Modern Farmer*, 31 December. Available at: https://modernfarmer.com/2018/12/this-spirulina-is-straight-from-the-farm-and-ready-for-your-smoothies/.

Stavnsbjerg, J. and Nielsen, J.O. (2023) *Insektfabrik åbner: Stifter tror på insekter som menneskeføde*. Available at: https://fodevarewatch.dk/Fodevarer/article16662228.ece.

Stephens, N. *et al.* (2018) 'Bringing cultured meat to market: Technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture', *Trends in Food Science & Technology*, 78, pp. 155–166. Available at: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.04.010.

Stockholm Resilience Centre (2023) *Planetary boundaries*. Available at: https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html.

Stubbendorff, A. *et al.* (2021) 'Development of an EAT-Lancet index and its relation to mortality in a Swedish population', *The American Journal of Clinical Nutrition*, p. nqab369. Available at: https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab369.

Takacs, B. *et al.* (2022) 'Comparison of environmental impacts of individual meals - Does it really make a difference to choose plant-based meals instead of meat-based ones?', *Journal of Cleaner Production*, 379, p. 134782. Available at: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134782.

Thermo Fischer Scientific (2023) *The Basics of Fetal Bovine Serum Use - DK*. Available at: https://www.thermofisher.com/uk/en/home/references/gibco-cell-culture-basics/cell-culture-environment/culture-media/fbs-basics.html

Trinidad, K.R. *et al.* (2023) 'Environmental life cycle assessment of recombinant growth factor production for cultivated meat applications', *Journal of Cleaner Production*, 419, p. 138153. Available at: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138153

UN, U.N. (1992) *Rio Declaration on Environment and Development*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Available at: https://www.cbd.int/doc/ref/rio-declaration.shtml.

US FDA (2023) *GRAS Notice Inventory*, *FDA*. FDA. Available at: https://www.fda.gov/food/generally-recognized-safe-gras/gras-notice-inventory.

Watson, E. (2023a) *'A truly historic moment…' UPSIDE Foods and GOOD Meat clear final hurdles to launch cultivated meat in the US*, *AFN*. Available at: https://agfundernews.com/upside-foods-and-good-meat-clear-final-hurdles-to-launch-cultivated-meat-in-the-us

Watson, E. (2023b) *Danone invests in animal-free dairy startup Imagindairy via corporate ventures arm, plans 'strategic collaboration'*, *AgFunderNews*. Available at: https://agfundernews.com/danone-invests-in-animal-free-dairy-startup-imagindairy.

Wihlander, B. (2022) *Microalgae in focus: Nutrient-packed ingredient holds untapped potential while driving circular economy*, *.nutritioninsight.com/*. Available at: https://ni.cnsmedia.com/a/eHt0ETVpcKc=

Willett, W. *et al.* (2019) 'Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems', *The Lancet*, 393(10170), pp. 447–492. Available at: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4.

Wittman, H. (2011) 'Food Sovereignty: A New Rights Framework for Food and Nature?', *Environment and Society: Advances in Research*, 2, pp. 87–105. Available at: https://doi.org/10.3167/ares.2011.020106.

Xu, X. *et al.* (2021) 'Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods', *Nature Food*, pp. 1–9. Available at: https://doi.org/10.1038/s43016-021-00358-x.

Bilag 1 Sammenstilling af metoders miljøaftryk mv.

4. Impossible Foods

Jordens bæreevne					Livscyklusvurdering	Forsigtighedsprincip	Fødevaresuverænitet			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Konventionel soja	GMO	Patent	GMO	Inputs	UFF

5.1 Økologiske planteproteiner

Jordens bæreevne					Livscyklusvurdering	Forsigtighedsprincip	Fødevaresuverænitet			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Ingen kritiske	Intet kritisk	Patent	GMO	Inputs	UFF

5.2. Alternative planteproteiner – de mikrobiologiske

Mikrobiologisk - Jordens bæreevne					Livscyklusvurdering	Forsigtighedsprincip	Fødevaresuverænitet			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Ingen kritiske	Diverst felt	Patent	GMO	Inputs	UFF

5.2. Alternative planteproteiner – mycelier og makroalger

Jordens bæreevne					Livscyklusvurdering	Forsigtighedsprincip	Fødevaresuverænitet			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Kystnære områder	Dyrkningsmedie	Patent	GMO	Inputs	UFF

5.3. Alternative kødproteiner

Jordens bæreevne					Livscyklusvurdering	Forsigtighedsprincip	Fødevaresuverænitet			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Havmiljø	Nye fødevarer	Patent	GMO	Inputs	UFF

5.4. Præcisionsfermentering

Jordens bæreevne					Livscyklusvurdering	Forsigtighedsprincip	Fødevaresuverænitet			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Ingen kritiske	Ny teknologi	Patent	GMO	Inputs	UFF

5.5. Laboratoriekød

Jordens bæreevne					Livscyklusvurdering	Forsigtighedsprincip	Fødevaresuverænitet			
Biodiv.	Klima	Land	Vand	N&P	Ukendt teknologi	Ukendt teknologi	Patent	GMO	Inputs	UFF

Impossible Burger og andre Kødalternativer - en holostisk analyse

Af Klaus Sall, Sall&Sall Rådgivning.

1. udgave, juni 2024

(kontaktperson i NOAH: June Rebekka Bresson)

Forsidebillede: Frederikke Becher
Fotos og illustrationer i teksten: Referencer illustrationer anvendt i teksten findes under illustrationen.

ISBN 978-87-87497-10-7 (digital udgave, pdf)
Udgivet af NOAHs forlag, juni 2024 som internetpublikation

Denne rapport er medfinansieret af

Formidlet af: NOAH - Friends of the Earth Denmark

Marin Community Foundation

https://www.marincf.org/

NOAH - Friends of the Earth Danmark

https://www.noah.dk/

Publikationen må gerne citeres – med kildeangivelse. Publikationen bør citeres på følgende måde:
Sall, Klaus K. Impossible burger og andre kødalternativer – en holistisk analyse. NOAH, København 2024

Kopiering fra denne publikation må kun finde sted på institutioner eller virksomheder, der har indgået aftale med Copydan, og kun inden for de rammer, der er nævnt i aftalen

Forfatteren kan kontaktes via NOAHs Sekretariat

Miljøbevægelsen NOAH Friends of the Earth Denmark
Sekretariatet
Studiestræde 24
1455 København K
Telefon: 35 36 12 12
Giro: 5 56 00 39
E-mail: noah@noah.dk
Hjemmeside: www.noah.dk
Facebook: www.facebook.com/miljoeretfaerdighed
Twitter: @noah.dk

Publikationen kan downloades gratis i pdf-format fra NOAHs hjemmeside.
Publikationens internetadresse: https://noah.dk/materialer/rapport-impossible-burger

Om NOAH:
Grænserne for Jordens bæreevne er allerede væsentligt overskredet. Det globale Nord bruger og har historisk brugt flest ressourcer og bærer hovedansvaret for miljøødelæggelserne og den globale opvarmning. En bæredygtig omstilling af lokale og globale produktions-, transport- og forbrugsmønstre er nødvendig, hvis alle nutidige og fremtidige generationer skal have lige adgang til Jordens ressourcer, uden at miljøet overbelastes. NOAH kæmper for en retfærdig og bæredygtig verden, hvor beslutningerne bliver taget demokratisk. Vi kæmper for miljøretfærdighed. NOAH er det danske medlem af det største internationale netværk af miljøorganisationer, Friends of the Earth.