



UDGIVET AF  
INGENIØRFORENINGEN I DANMARK  
MAJ 2003

Ingeniørhuset  
Kalvebod Brygge 31-33  
1780 København V  
Telefon 33 18 48 48  
Fax 33 18 48 99  
E-mail [ida@ida.dk](mailto:ida@ida.dk)

[www.ida.dk](http://www.ida.dk)


Tak til Forskningscentret Risø for lån af location.

Design: sylvester-hvid & partners as.

Oplag: 1.500 stk.  
Papirkvalitet: CyclusPrint 150 g.  
Papirforbrug: 259 kg brutto og 225 kg netto.  
Papirspild: 34 kg til kontrolleret genbrugs-  
virksomhed.  
Trykfarve: 2,4 kg 100% vegetabilsk trykfarve.  
Afvaskningsmiddel: 0,5 liter.  
Spildevand: der udledes intet procesvand til kloak.  
Prepress og tryk: Kerteminde Tryk.  
Fotos: Jeppe Gudmundsen-Holmgreen.  
ISBN 87-91369-00-2

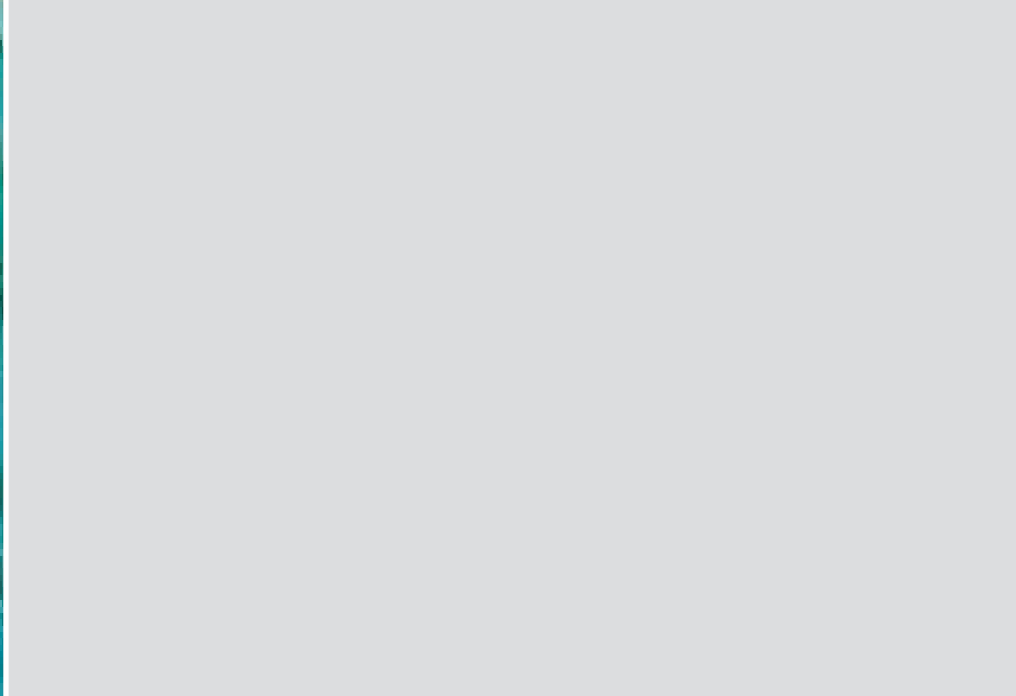
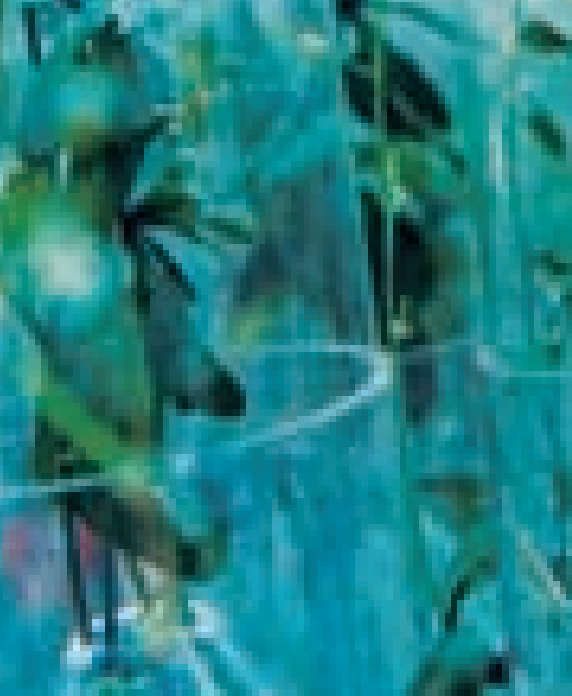
# Bioteknologi i miljøets tjeneste

- et debatoplæg om bio- og genteknologiens muligheder i det danske samfund



Denne publikation er baseret på udredningsrapporten  
"Bioteknologi – mellem drøm og dilemma", IDA 2001.

- 4 Bioteknologi i miljøets tjeneste.
- 7 Bioteknologi i et moderne samfund.
- 8 Bioteknologi kræver omtanke.
- 12 Sundhed og medicin - et område i vækst.
- 14 Fødevarer – tvivl om mulighederne.
- 16 Miljø og energi - gode muligheder.
- 19 Bio- og genteknologien baner vej for renere teknologi.
- 22 Behov for nye kompetencer.
- 24 Fra drøm til dilemma – risici skal tages alvorligt.
- 29 Det danske råderum – forslag til handling.



## Bioteknologi i miljøets tjeneste

Bioteknologi – og især den moderne genteknologi - tilbyder væsentlige gevinster for miljø, velfærd, erhvervsudvikling og beskæftigelse. Det danske samfund har gode muligheder for at høste gevinsterne, men det skal ske uden at sætte miljø og sundhed på spil.

Denne holdning indebærer ikke nødvendigvis en modsætning, for den moderne bioteknologi er i mange tilfælde en hjælp til at gøre miljøet renere. Hvis vi vil. Bioteknologien kan være et godt alternativ, når det handler om at rense jord, vand og luft, og mange forurenende kemikalier kan udskiftes med biologiske alternativer – også i de tilfælde, hvor bioteknologien er baseret på genmodificerede organismer.

Den bioteknologiske satsning bør styres af en samlet national handlingsplan for en bæredygtig udvikling og brug af bioteknologi i Danmark. Det skal være handlingsplanens mål, at bioteknologien bliver brugt i miljøets og sundhedens tjeneste. Handlingsplanen skal samtidig sikre sam-

menhæng mellem den vifte af tiltag, som er nødvendige for at realisere bioteknologiens positive muligheder. Det er tiltag som forsknings- og udviklingsprogrammer, demonstrationsprojekter, offentlige indkøb samt udvikling af nye kompetenceklynger.

### ET KLART GRØNT FOKUS

Inden for genmodificerede fødevarer anbefaler IDA, at tiltagene får et klart grønt fokus, så genteknologien støtter en fødevarerproduktion, der både er bæredygtig og tilgodeser miljøet. På den måde kan genteknologien være med til at fremme fødevarer, der smager bedre, er sundere og lever op til ernæringskravene.

Genteknologien skal også sikre en produktion af fødevarer i de mængder og i den kvalitet, som borgere i et moderne samfund efterspørger. Og endelig skal genteknologien hjælpe landbrug og industri til at mindske brugen af kemikalier, når der produceres fødevarer.

Danmark råder over særlige kompetencer på udvalgte nicheområder inden for miljøindustri, alternativer til kemikalier og fødevarerområdet. Når disse kompetencemiljøer arbejder med et klart grønt perspektiv, kan de skabe en både positiv og bred accept i befolkningen for bio- og genteknologi.

Samtidig kan kompetencemiljøerne skabe grobund for at udvikle nye, konkurrencedygtige industrigrene i stil med det, danske virksomheder har opnået inden for høreapparater og vindmøller. Derfor anbefaler IDA, at både ingeniører og andre uddannelsesgrupper styrker deres kompetencer inden for bioteknologi, så Danmark opnår et videnniveau, der er højt nok til at udnytte mulighederne på området.

### AFVEJNING AF MULIGHEDER OG RISICI

IDA er opmærksom på, at genteknologi også kan indebære risici, og at mange borgere betragter genteknologien med

skepsis. Disse to forbehold skal imidlertid ikke forhindre, at mulighederne for at bruge bio- og genteknologi bliver undersøgt og prøvet af. Risici skal naturligvis vurderes og tages alvorligt, men de skal ses i forhold til de gevinster, samfundet kan nå.

Afvejningen skal således baseres på viden om teknologiens muligheder for at opfylde vores behov og skabe nye erhvervs muligheder - og viden om teknologiens skyggesider og begrænsninger. Med udredningsrapporten "Bioteknologi – mellem drøm og dilemma" fra 2001 har IDA bidraget til en del af den viden. Rapporten fokuserer på bioteknologiens muligheder og risici, og IDA har især analyseret bioteknologiens miljømæssige muligheder.

Denne pjece præsenterer rapportens hovedpunkter. IDA håber, at pjecen kan aflive nogle af myterne om bio- og genteknologi og erstatte dem med saglig viden. Det vil være et godt udgangspunkt

for den nødvendige debat om bioteknologiens fremtid i Danmark.

I pjecen kommer IDA med anbefalinger til en national handlingsplan for Danmarks udvikling af bio- og genteknologi. Planen skal omfatte aktører i det offentlige, blandt private virksomheder og blandt brugerne. Den væsentligste anbefaling er at fastholde et klart grønt perspektiv i udviklingen af bio- og genteknologien. Det er forudsætningen for at opnå en bred accept i befolkningen og for at opnå klare fordele for alle.

Maj 2003.

Per Ole Front  
formand for  
Ingeniørforeningen i Danmark.

# Bioteknologi i et moderne samfund

Bioteknologien har gennem anden halvdel af det 20. århundrede vundet stor indpas i det moderne samfund og benyttes i stadig flere produktionsprocesser i industrien og landbruget.

Historisk set har bioteknologien været brugt helt tilbage i oldtiden, men den moderne bioteknologi blev først grundlagt i 1950'erne, da DNA-molekylets struktur - dobbeltspiralen - blev opdaget. De første egentlige forsøg med gensplejsning fandt sted i 1970'erne, hvor menneskegener blev splejset ind i bakterier for at designe bakterier, der enkelt og billigt kunne masseproducere blandt andet hormoner og medicin.

I 1982 kom de første gensplejsede produkter på markedet i form af human insulin, interferon til behandling af herpes og en vaccine mod diarré hos dyr. Siden er gensplejsede mikroorganismer blevet vidt udbredt og benyttes i dag til at fremstille en lang række lægemidler som væksthormon, antibiotika, vacciner mv. samt industrielle enzymer til brug i eksempelvis vaskemidler, fødevarer og procesindustri.

Fra slutningen af 1980'erne blev forskningen i gensplejsede planter mere intensiv. Målet var at skabe afgrøder med et højt udbytte og et mindre forbrug af kunstgødning. I 1995 blev dyrkningen af den første gensplejsede soja og majs indledt i USA, og blot fem år senere var op mod 50 millioner hektar tilplantet med genmodificerede afgrøder<sup>1</sup>.

## DESIGNEDE EGENSKABER

Bioteknologien har medført store fremskridt i industri og landbrug, fordi den kan bruges til at finde og designe organismer med særlige egenskaber, som gør dem velegnede til at fremstille helt bestemte produkter.

Nogle organismer har fra naturens hånd særlige egenskaber, så de kan benyttes direkte til blandt andet industrielle processer.

Med gensplejsning og andre lignende teknikker kan man designe mikroorganismer til at have særlige egenskaber. Mikroorganismene bruges derefter til at fremstille produkter til helt bestemte formål. For eksempel et lægemiddel som insulin, et osteløbeenzym (chymosin) til mejerierne eller et enzym til vaskepulverindustrien.

Bioteknologien benyttes således i mange forskellige erhvervsområder. Det åbner muligheder for at overflytte kompetencer fra et erhvervsområde til et andet eksempelvis kan viden og erfaringer, der er opbygget inden for medicinalindustrien, benyttes i fødevarerindustrien.

## BIOTEKNOLOGIEN

### I KORTE TRÆK

Bioteknologi er fællesnævner for en række biologiske processer og teknikker, der benyttes inden for forskning og industriproduktion. Bioteknologi kan opdeles i den traditionelle bioteknologi og den moderne bioteknologi.

Den traditionelle bioteknologi omfatter først og fremmest de klassiske gæringer (fermenteringer), som kendes fra produktion af øl og vin samt brødbagning. Gæringen udføres af bakterier, gærceller, planteceller og enzymer – eller med et andet ord: Biokatalysatorer.

Desuden omfatter den traditionelle bioteknologi det traditionelle avlsarbejde, hvor man gennem et længere forløb fremleder en bestemt egenskab inden for en art. På den måde kan der udveksles gener mellem nærtbeslægtede arter af planter eller dyr.

## GENTEKNOLOGIEN

### I KORTE TRÆK

Den moderne bioteknologi kendes bedre som genteknologi. Den omfatter teknikker, hvor man med gensplejsning modificerer arveanlæg i celler. Med gensplejsningen kan man overføre genetisk information på tværs af arter mellem organismer, der ikke er beslægtede.

Genteknologien indgår i mange og vidt forskellige processer – for eksempel genmodificering af levende organismer, kunstig befrugtning, forskning i stamceller, udvikling af medicin, kloning, fjernelse af gener, xenotransplantation, genetiske test, forskning i sygdomme og genterapi på mennesker.

De mange muligheder for at bruge genteknologi har medført mange krav om at regulere området og vurdere risici.

<sup>1</sup> De historiske data om bioteknologi stammer fra NOAH: 'Pandoras Madkasse. Genteknologiens vidunderlige verden'. NOAHs Forlag, marts 2001.

# Bioteknologi kræver omtanke

Bioteknologien rummer en stor mangfoldighed af forskellige teknologier. På den ene side kan der skelnes mellem genteknologi og bioteknologi i bred forstand. På den anden side kan der skelnes mellem brug af teknologierne i naturen og brug i lukkede, kontrollerede systemer uden kontakt med naturen.

Genteknologien indgår ikke i den traditionelle bioteknologi, mens den er central i den moderne bioteknologi. I denne folder er betegnelsen "den moderne bioteknologi" identisk med genteknologi.

Tabellen på side 9 viser nogle eksempler på de forskellige måder at benytte organismer inden for gen- og bioteknologien.

## USIKKERHED OM GENTEKNOLOGI

Den største usikkerhed om genteknologien opstår, når de genmodificerede organismer bliver udsat og brugt direkte i naturen. Det skyldes, at vi fortsat kun har begrænset kendskab til virkningerne på både kort og langt sigt. Desuden er befolkningens skepsis ved bioteknologien størst i denne sammenhæng, og det er især kommet til udtryk som modstand mod genmodificerede fødevarer.

Der er en risiko for, at forbrugernes modstand mod genmodificerede fødevarer bliver udbredt til en generel modstand mod bioteknologi og især gensplejsning. Modstanden kan overføres til fødevarer ingredienser, der er fremstillet ved hjælp af genteknologi, selvom det sker i lukkede systemer. Den modstand er desværre baseret på manglende viden. For ingredienserne er fremstillet med en procesteknologi, der hverken medfører udslip af genmanipulerede organismer i naturen eller i fødevarerne. Teknologien giver derimod et renere produkt og belaster miljøet mindre.

>>



**IDA mener:**

Politikerne bør indtil videre forhindre, at der udsættes og bruges genmanipulerede planter, dyr mv. i naturen. Dermed vil fødevarer, der er baseret på genmanipulerede afgrøder eller husdyr, forsvinde fra butikshylderne. Politikerne må samtidig nedtone den generelle satsning på bioteknologi og i stedet målrette indsatsen mod områder, der både rummer kommercielle muligheder, byder på danske kompetencemiljøer og har en accept i den brede befolkning. Det gælder inden for områder som sundhed/sygdomme, miljørensning, renere teknologi samt sunde og miljøvenlige fødevarer.

## MULIGHEDER FOR DANSK INDUSTRI

Bioteknologien har et meget stort potentiale inden for en række vigtige erhvervsområder. Danske virksomheder med aktiviteter inden for bioteknologisk forskning og produktion tegnede sig i 1999 for en omsætning på mindst 70 milliarder kroner. Det er især virksomheder inden for medicin og sundhed, fødevarer og teknisk kemi/enzymer.

Bioteknologiens betydning i dansk erhvervsliv overstiger langt betydningen i andre lande i EU og OECD, som vi normalt sammenligner os med. Vi kan derfor se frem til betydelige vækstrater i de kommende år, hvis vi skaber betingelserne for det.

Det er afgørende at få del i den bioteknologiske udvikling. Hvis danske virksomheder ikke opnår det nødvendige fodfæste på området, må man forvente, at de taber markedsandele eller i bedste fald blot fastholder den nuværende omsætning. Virksomheder i andre lande vil naturligvis også satse på området.

Bio- og genteknologi vil derfor blive endnu mere udbredt i de kommende år, uanset om Danmark bidrager til området gennem forskning eller gennem danske virksomheders aktiviteter. Med en målrettet indsats står det danske samfund over for store muligheder på området, og vi kan både præge teknologien og de områder, den skal bruges på.

## BEHOV FOR MÅLRETTET INDSATS

For at sætte præg på udviklingen må Danmark prioritere bevillingerne til at udvikle især genteknologien. Det vil samtidig have afgørende betydning for vores muligheder for at etablere nye arbejdspladser, som kan bidrage til at opretholde velfærdssamfundet samt finansiere innovation, rent miljø og uddannelse.

Set i lyset af usikkerheden om genteknologiens virksomheder, skal vi i første omgang sætte fokus på genteknologiens brug i lukkede systemer. Når vi kender mere til de eventuelle risici, kan det måske igen komme på tale at udsætte organismene i naturen under kontrollerede former.

Det gælder den indesluttede brug af genteknologi på både fødeveområdet og miljøområdet. På sundhedsområdet – det vil først og fremmest sige menneskers sygdomme – er der allerede i dag en vis accept af genterapi. Men kun når der ikke overføres arvemateriale fra et menneske til et andet. Denne indsats og indsatsen i øvrigt på medicinalområdet bør fortsat udvikles.

Der kan også gøres en indsats for at målrette den danske forskning, så bioteknologien i større omfang bruges til at udvikle renere teknologier og produkter. Også på dette område skal det foregå i lukkede systemer. Det kan eksempelvis være produktion af genmodificerede enzymer og genmodificeret produktion af kendte produkter som alkohol til brændstof, biogas, specialkemikalier og alternative plast- eller biopolymerer, der er baseret på bioteknologi.

## GEN- OG BIOTEKNOLOGI I PRAKSIS

Organismer	Indesluttet brug i lukkede produktionssystemer		Udsætning og brug i naturen	
	Genteknologi	Bioteknologi uden brug af genteknologi	Genteknologi	Bioteknologi uden brug af genteknologi
<b>Dyr</b>	Øget ydeevne (mælk) eller produktion af nye stoffer (lægemidler) bundet til det enkelte individ. Ikke arvelige egenskaber.	Kunstig befrugtning, reproduktionsmetoder mv.	Øget ydeevne (mælk) eller produktion af nye stoffer (lægemidler). Arveligt bundet.	Traditionel avl.
<b>Planter og plantecellekulturer</b>	Dyrkning af planter med specifikke GMO-egenskaber i lukkede drivhuse mv.	Dyrkning af plantecellekulturer meristemforening <sup>2</sup> , DNA-markør-teknologi.	Dyrkning af planter med specifikke GMO-egenskaber på åben mark.	Dyrkning af planter med specifikke egenskaber på åben mark.
<b>Mikroorganismer: Svampe, bakterier og vira</b>	Produktion i tanke af lægemidler, enzymer mv., samt til rensningsformål.	Produktion i tanke af lægemidler, enzymer mv. samt til rensningsformål.	Brug af GMO til rensningsformål, som bekæmpelsesmidler mv.	Brug af naturligt forekommende mikroorganismer.

<sup>2</sup> Formering af hele planter ud fra en moderplantes meristem (knospids).

Kilde: Bioteknologi - mellem drøm og dilemma, Ingeniørforeningen, 2001

# Sundhed og medico – et område i vækst

På sundheds- og medicinalområdet har genteknologien store udviklingsmuligheder. Dansk erhvervsliv har en stærk position på området, og efterspørgslen efter nye produkter og behandlingsformer vil vokse fremover. Teknologien er allerede accepteret som legitim, nyttig og nødvendig for den enkelte borger og for samfundet. Nogle produkter kan ganske enkelt ikke fremstilles uden genteknologien, og dermed er det muligt at behandle lidelser, som ikke kunne behandles tidligere.

Det har også stor betydning for accepten af genteknologien, at de videnskabetiske råd og Sundhedsstyrelsen på troværdig vis varetager den almene interesse, når nye lægemidler skal godkendes.

Der er et godt samarbejde mellem virksomheder og universiteter, og det betyder, at forskningen på universiteterne i vid udstrækning kommer erhvervslivet til gode. Desuden fungerer myndighedernes godkendelse af produkter og produktionsprocesser godt og troværdigt. Det gælder både kravene til at gennemføre de kliniske afprøvninger af lægemidler og kra-

vene til at indrette produktion, der er baseret på bioteknologi.

## ØGET AKTIVITET

Der er en voksende produktion af bioteknologisk medicin, og en række banebrydende tendenser inden for genteknologien gør, at man kan forvente en øget aktivitet på området fremover.

Først og fremmest er en række forskningsprojekter på vej ind i fasen med kliniske afprøvninger, hvor der er behov for store investeringer. Ydermere giver kortlægningen af det humane genom gode muligheder for at identificere mange nye lægemidler i de kommende år.

Desuden vokser antallet af ældre markant i de næste årtier, og da mange af dem har en stor opsparing, vil de efterspørge medicin og sundhedsydelse af høj kvalitet og i langt større omfang end hidtil.

## RESURSER TIL RÅDIGHED

Disse udviklingsmuligheder øger interessen for at tilbyde sektoren risikovillig kapital. Det offentlige bidrager til finansie-

ringen med blandt andet Vækstfonden, og en række private venture- og investeringselskaber er målrettet medicinal- og sundhedsområdet.

Den farmaceutiske industri har tradition for at investere store summer i forskning og udvikling. Virksomhederne opbygger faglige kompetencer om de biologiske teknikker og indgår i et tæt samarbejde med den offentlige forskning og hospitalsvæsenet.

Universiteterne udfører en betydelig forskning i bio- og genteknologi og uddanner kandidater og forskere, der har gode muligheder for at gøre karriere i både den offentlige forskning, i administrationen og i den private sektor. Der er således store ressourcer til rådighed for forskning og produktudvikling med bioteknologi inden for sundheds- og medicoområdet.

## POLITISK BEVÅGENHED

Gennem de seneste 15 år er der etableret mange nye bioteknologiske iværksættervirksomheder, som typisk specialiserer

sig i at udvikle og patentere teknologier til at fremstille nye lægemidler. I det hele taget er det danske medicinal- og sundhedsområde præget af innovation, høj værditilvækst og en betydelig international styrkeposition.

Fra erhvervspolitisk side er der stor interesse i at udbygge Øresundsregionens biomedicinske kompetencemiljøer, blandt andet gennem institutionen Medicon Valley. Der er også et rimeligt udbud af risikovillig kapital, og den erhvervspolitiske indsats bør fortsættes og udvikles gennem de eksisterende initiativer.

### IDA mener:

Der er kun et begrænset udbud af nye kandidater med ingeniørfaglige, lægefaglige og farmaceutiske kompetencer på det biomedicinske område. Det er især et problem i den nuværende situation, hvor flere internationale virksomheder ønsker at placere sig i Danmark. Den primære udfordring er derfor at øge de unges interesse for området, så der kan uddannes flere kandidater. Desuden skal der gøres en indsats for at udnytte kompetencerne hos kandidater med en anden uddannelsesbaggrund – eksempelvis kemi- eller biotekningeniører, som allerede i dag bidrager til udviklingen på det biomedicinske område. Endelig er der behov for at styrke den forskningsbaserede videreuddannelse og efteruddannelse.



# Fødevarer – tvivl om mulighederne

Forbrugernes modstand mod genmodificerede fødevarer er fødevarerområdets største udfordring. Det er en udbredt opfattelse, at genmodificerede produkter kun bliver udviklet for at sikre producenternes indtjening, mens genteknologien hverken gør forbrugerne eller samfundet gavn.

På den måde er de genmodificerede fødevarer blevet modpol til sunde, ernæringsrigtige og velsmagende fødevarer af høj kvalitet, som efter forbrugernes opfattelse oven i købet bliver produceret med hensyn til miljøet og på et bæredygtigt grundlag. Forbrugernes modvilje hænger også sammen med den manglende regulering af genteknologien på fødevarerområdet. Det har været katastrofalt for fødevarerindustriens brug af genteknologien.

På den baggrund er indsatsen på området blevet nedjusteret både i Europa og Danmark. Og især inden for genteknologi på planteområdet og andre afgrænsede fødevarerområder er initiativerne for at opbygge et lovende innovativt miljø strandet.

Trods usikkerheden om forbrugernes accept og de markedsrelevante muligheder foregår der dog stadig mange aktiviteter omkring genteknologi på ingrediensområdet.

## UAFKLARET LOVGIVNING

Forskningen i genteknologi på fødevarerområdet har dog ikke været lige så bred og omfangsrig som inden for medicinal- og sundhedsområdet. Dog har der været

en stærk offentlig forskningsindsats inden for områder som husdyrgenetik, plantebioteknologi, mælkesyrebakterier og andre fødevarer ingredienser.

Den manglende politiske og lovmæssige styring af genteknologien på fødevarerområdet har imidlertid skabt stor usikkerhed om teknologiens fremtidige muligheder i sektoren. Det er vanskeligt at få godkendelse af nye fødevarer og planter, der er baseret på genteknologi, hvilket hindrer nye produkter og processers vej til markedet.

Inden for de traditionelle fødevarerhverv har forskningsindsatsen været meget beskednen med ringe nyudvikling. Det skyldes først og fremmest de traditionelle erhvervs stærke fokus på produktivitet og priskonkurrence.

Uden for det generelle billede af fødevarerområdet er der imidlertid en række specifikke områder, hvor danske virksomheder gennem en stærk international position har vundet betydelige andele af verdensmarkedet. Det er især virksomheder inden for ingredienser til fødevarer og forædling af frø og planter. Disse virksomheder har både kompetence, resurser og risikovillighed til at samarbejde med den offentlige forskning på deres kerneområder. Trods den uafklarede lovgivning og de vanskelige procedurer for godkendelse af genteknologi på fødevarerområdet har flere af disse virksomheder satset på teknologien og investeret store summer i den.

## AFHÆNGIG AF FORBRUGERNES TILLID

Inden for land- og skovbrugssektoren er brug af sprøjtemidler og udledningen af kvælstof og andre miljøgifte et alvorligt problem for samfundet.

På dette område kan planter, der er forædlet med bio- eller genteknologi, nedsætte behovet for at sprøjte mod skadedyr og forbedre udnyttelsen af kvælstof. Sprøjtemidler, der er baseret på mikrobiologi, kan ligeledes erstatte kemiske sprøjtemidler og skabe en større biologisk mangfoldighed i landbruget.

Udledning af fosfor fra husdyrbrug er ligeledes et stort problem, men ved hjælp af genteknologien kan der udvikles enzymer, som forbedrer husdyrenes udnyttelse af foderet og dermed mindsker udledningen.

Ulempen er imidlertid, at de bioteknologiske løsninger indebærer en risiko for at overføre uønskede egenskaber til andre planter. Desuden kan de genmodificerede planter blive værter eller mål for helt andre skadevoldere. Og indtil der findes en løsning på disse problemer, er der ingen fremtid i at udvikle bioteknologiske løsninger.

Der skal med andre ord gennemføres et langvarigt udviklingsarbejde, der kan skabe klarhed om genteknologiens muligheder i forbindelse med fødevarer.

Landbrug og skovbrug skal først og fremmest fokusere på at udvikle produkter,

som forbrugerne finder attraktive. Desuden er sektoren afhængig af en politisk styring, der kan være med til at opbygge forbrugernes tillid til genteknologien.

## KVALITET I PRODUKTUDVIKLINGEN

For IDA er der ikke nødvendigvis en modsætning mellem ønsket om at udvikle bio- og genteknologien og kravet om miljømæssigt forsvarlige og bæredygtige løsninger.

Bioteknologien beskæftiger sig faktisk med at finde løsninger, der kan mindske brugen af kemikalier og gødning i det traditionelle landbrug. Det sker ved at forme og designe organiske processer, som erstatter kemikalierne og giver os renere og sundere fødevarer.

Især genteknologien kan blive et vigtigt værktøj for landbruget og skovbruget. Den kan give mulighed for at levere varer i de mængder, i den kvalitet og til den pris, som både imødekommer forbrugernes ønsker om hensyn til miljøet og producenternes krav om et økonomisk bæredygtigt grundlag.

Sygdomsresistente plantearter er et væsentligt element i denne udvikling. Samtidig skal produktudviklingen have fokus på at fremstille sundere og bedre fødevarer. Forskningen i bio- og genteknologi kan således være med til at bremse den øgede brug af kemikalier i landbrug og skovbrug og bane vej for en miljømæssigt bæredygtig og sundere produktion af fødevarer.



## IDA mener:

Både den offentlige og den private forskning i genteknologi inden for fødevarer fremstilling skal have et klart grønt perspektiv. Den skal fremme sundere produkter og en miljømæssigt bæredygtig produktion. Der er behov for en bred dialog med alle interessenter blandt forbrugere, producenter og forskning for at skabe enighed om denne forsknings- og udviklingsstrategi. Strategien skal efterfølgende gøres konkret gennem en målrettet indsats.



# Miljø og energi - gode muligheder

Brugen af bio- og genteknologi inden for miljø- og energisektoren er indtil videre beskeden, men teknologien vil med den rette offentlige påvirkning og styring have gode muligheder på området.

Bio- og genteknologi kan bruges til at rense vand, jord og luft med traditionelle mikroorganismer eller med mikroorganismer, der er genetisk modificerede.

Hidtil har det offentlige forskningsindsats på området været begrænset, og den politiske styring har været præget af samme usikkerhed som på fødevarerområdet.

Stort set ingen virksomheder gør i dag en indsats for at udvikle bio- og genteknologi på miljø- og energiområdet. Dog benytter nogle virksomheder inden for vand- og jordrensning mikrobielle systemer, men disse virksomheder har kun ringe betydning for at udvikle den danske miljøsektors brug af moderne bioteknologi.

## UDVIKLING I BEGRÆNSET OMFANG

De skærpede miljøkrav, håndteringen af affald og oprensning efter forurening gør den offentlige sektor til miljøområdets største efterspørger af teknologiske løsninger. Det offentlige ønsker især løsninger til at fjerne kvælstof og fosfor fra spildevandet og til at nedbryde olieforurening i jorden.

På den baggrund er der opbygget en bred kompetence inden for mikroorganismer, men kompetencen er imidlertid ikke vide-

reudviklet inden for genetisk modificeret bioteknologi.

I et vist omfang bliver genteknologien dog benyttet til at udvikle planter og mikroorganismer, der kan rense forurenede jord. Udviklingen har først og fremmest fokuseret på at forbedre egenskaberne til at omsætte organiske forbindelser i bakterier. På planteområdet har man koncentreret sig om at øge mængden af proteiner og peptider, der kan binde metal.

De plantebaserede teknikker er især rentable til at rense store arealer, som er forurenede med giftstoffer, der er svære at nedbryde.

## MILJØPROBLEMER SKAL LØSES

Der er rigeligt med opgaver at tage fat på. Danmark har omkring 14.000 giftgrunde, hvor jorden skal renses. Der er et stort behov for at mindske udvaskningen af fosfor, pesticider og kvælstof, som gør stor skade på havvand, ferskvand og grundvand. Desuden skal forureningen med drivhusgasser, HSO<sub>2</sub>, HNO<sub>x</sub> og andre stoffer nedbringes betydeligt.

Især genteknologien tilbyder løsninger, som er en genvej til at få bugt med en række af disse problemer. Men trods de gode muligheder for at bekæmpe forureningen, har de genetisk modificerede organismer endnu ikke fået et kommercielt gennembrud på miljøområdet.

Flere danske virksomheder arbejder med mikroorganismer, men uden at forske og udvikle de grundlæggende mikrobiologi-

ske processer. Det skyldes, at priserne på ren jord, vand og luft ikke kan dække de nødvendige udgifter til forskning og udvikling i genmanipulerede mikroorganismer i privat regi. Der er heller intet samarbejde med den offentlige forskning på området.

## DET OFFENTLIGE SKAL STYRE UDVIKLINGEN

Selv om det er oplagt at benytte bioteknologien til at løse samfundets udfordringer på miljøområdet, vil det først ske, når det offentlige styrker sin indsats. Det kan ske gennem miljøafgifter og ved at etablere forskning og opbygge viden på området.

Set i lyset af de mange miljøproblemer, må der være et stort offentligt marked, som kan trække udviklingen i gang. Dels gennem forskningsprogrammer, og dels ved at skabe en efterspørgsel, som motiverer virksomhederne til at satse på området.

Den offentlige forskning skal i første omgang skabe det nødvendige grundlag i form af viden om mikrobielle processer - først og fremmes i jord. Derefter skal der arbejdes på at optimere de traditionelle mikrobielle systemer. Og siden hen skal indsatsen rettes mod at identificere områder, hvor brugen af genetisk modificerede organismer vil være særlig relevant - eksempelvis nedbrydning af klorerede opløsningsmidler.

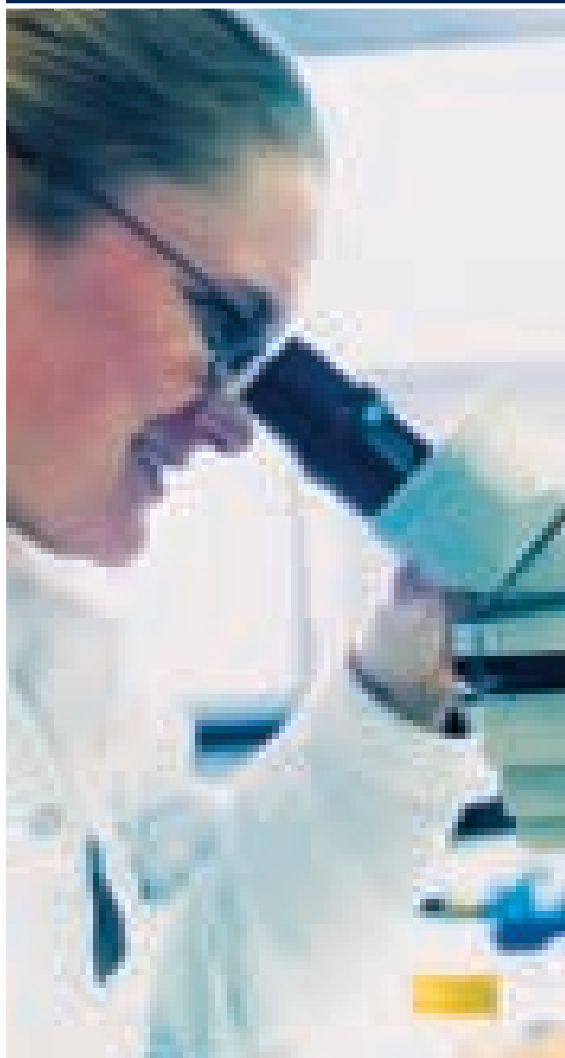


### IDA mener:

Der bør igangsættes et integreret forskningsprogram, som identificerer mulighederne for bio- og genteknologi på miljøområdet. I løbet af ti år skal der skabes løsninger, som fører til en udbredt brug af denne teknologi.

Det skal være attraktivt og lønsomt for virksomheder at udvikle bio- og genteknologiske løsninger til miljøsektoren. Her spiller det offentlige en stor rolle som efterspørger af løsninger til blandt andet jordrensning.

Gennem forskningsprogrammer skal der skabes ny viden på området, og det offentlige indkøbere skal opfordres til at bruge miljørensning, der er baseret på genteknologi. Samarbejde mellem det offentlige og erhvervslivet, udviklingskontrakter, centerkontrakter med mere er virkemidler, der kan fremme udviklingen.



# Bio- og genteknologien baner vej for renere teknologi

Bio- og genteknologien kan hjælpe til at gøre vores hverdag på arbejdet, i hjemmet og i fritiden mindre belastet af miljøskadelige, kemiske stoffer. Derfor er bio- og genteknologien som renere teknologi et nyt og spændende område, der er værd at satse på.

I fremstillingsprocesser kan teknologien erstatte de kemiske processer, og i de færdige varer kan kemikalierne erstattes af ingredienser, der er fremstillet med bio- og genteknologi.

Desuden er betingelserne for at producere med bio- og genteknologi mildere end betingelserne for de traditionelle kemiske processer. Og derudover er restprodukterne fra de traditionelle kemiske processer fremmede i naturen, hvilket ikke er tilfældet med restprodukterne fra de biologiske processer.

Bio- og genteknologien er således de traditionelle kemiske processer og kemikalierne overlegen på en række områder.

## BIOTEKNOLOGIEN SKÅNER MILJØET

De kemiske processer kan grundlæggende erstattes af to typer af genmodificerede teknologier. Den ene teknologi er baseret på fermentering (eksempelvis gæring i forbindelse med ølbrygning), den anden teknologi er baseret på katalyse med enzymer (eksempelvis enzymer i vaske-midler).

Begge teknologier indebærer væsentlige gevinster for både miljø og arbejdsmiljø, fordi processerne med genmodificerede organismer giver disse fordele:

- > Lavere temperatur.
- > Neutral pH.
- > Lavere tryk.
- > Lavere energiforbrug.
- > Råmaterialer.
- > Mindre vandforbrug.
- > Restprodukter, der ikke er fremmede i naturen.

Disse faktorer har naturligvis afgørende betydning for, om de biologiske processer er mere skånsomme for miljø og arbejdsmiljø end kemiske processer<sup>3</sup>.

## RENERE PRODUKTER

Bio- og genteknologien har især mange fordele i forbindelse med fremstilling af enzymer, visse organiske syrer og bestemte vitaminer. Der er eksempler på, at man kan spare op mod 50 procent af produktionsomkostningerne ved at bruge genetisk berigede gæringsprocesser i forhold til traditionelle gæringsprocesser. Desuden kan investeringerne i produktionsanlæg reduceres ganske betydeligt.

I løbet af de kommende ti år kan produkter, der er baseret på bio- og genteknologi, konkurrere på både pris og kvalitet med 30 procent af det samlede marked for kemikalier, lyder et skøn<sup>4</sup>.

Samtidig kan fremstillingen af enzymer og kemikalier erstattes af biologiske organismer, der kan nedbrydes. På den måde kan man opnå renere og mere effektive enzymer og nedbrydelige kemiske forbindelser, samt enklere produktion og bedre virkeevne.

Det får betydning for kvaliteten af vores mad, fordi vi får renere ingredienser i fødevarer, der fremstilles industrielt. Det betyder også, at vi kan erstatte produkter, som i dag er mistænkt for at være skadelige.

For eksempel polymerer, der fremstilles med phtalater, som mistænkes for at påvirke mænds forplantningsevne. Desuden vil der være behov for langt mindre energi til at fremstille ingredienserne, der vil generelt være færre affaldsprodukter fra produktionen, og affaldet kan i højere grad nedbrydes biologisk.

## ERSTATTER SKADELIGE STOFFER

Bioteknologien er allerede veludviklet, når det gælder fremstilling af kemikalier og tilsætningsstoffer, der benyttes til at producere afgrøder, tekstiler, fødevarer og nogle tilsætningsstoffer til plastic. Desuden er der udviklingsprojekter, som sigter på at fremstille plastprodukter på basis af planter i stedet for olie.

<sup>3</sup> Nogle bioteknologiske processer rummer ikke alle de nævnte fordele, og der er tale om relative fordele i forhold til kemiske processer.

<sup>4</sup> R. Bachmann, E. Bastianelli, J. Riese, W. SchlenzkaMcKinsey Quarterly, vol 2, 2000.

>>



#### **IDA mener:**

Enzym- og fermenteringsteknologier indebærer så store fordele for miljøet og samfundet, at det er berettiget at stimulere udviklingen.

Aktiv brug af miljøregulering i form af krav om at udfase bestemte produkter kan forbedre bioteknologiens konkurrenceevne yderligere i forhold til traditionelle kemiske forbindelser.

Det første skridt er at identificere de stofområder og produktgrupper, som er uacceptable i forhold til miljøet, og som bioteknologi kan erstatte. Dermed er vejen banet for en generel satsning på at benytte bioteknologi som erstatning for traditionel kemi.

Satsningen kan ske gennem en kombination af forskningsmidler, demonstrationsprojekter, partnerskaber mellem offentlige indkøbere og produktudviklende virksomheder samt en regulering, der udfaser uønskede kemiske forbindelser og giver incitament til de renere bioteknologier.



Forskningen er også langt fremme med at udvikle nye drivmidler til transport og finde erstatninger for de stoffer, der bliver tilsat benzin. Eksempelvis MTBE, som har været genstand for en del debat, fordi stoffet kan forurene grundvandet.

Forskere på DTU's Bioteknologisk Institut har således i samarbejde med Forskningscenter Risø udviklet et alternativ til MTBE – et tilsætningsstof, der er baseret på ethanol og produceret på halm.

#### **NYE EGENSKABER**

Bio- og genteknologien medfører tilsyneladende en række fordele i form af lavere produktionsomkostninger, mindre energiforbrug og bedre muligheder for biologisk nedbrydning. I fremtiden vil vi formentlig se materialer med helt nye egenskaber.

Blandt andet arbejder forskere på at udvikle biologiske polymerer med stor mekanisk styrke og smidighed. Materialet kan muligvis bruges til at fremstille kunstige organer.

Biostål er et andet spændende eksempel. Stålet består af et bundt aminosyrer, der kan udvindes af edderkoppespind, hvilket gør biostålet smidigt og stærkere end almindeligt stål<sup>5</sup>.

#### **USIKKERHED OM LANGTIDSVIRKNINGER**

Det kan muligvis indebære risici at benytte de bioteknologiske processer i stedet for traditionelle kemikalier. Fordelen er imidlertid, at processerne kan foregå i indesluttede tanke, så de genetisk modificerede organismer ikke spredes til naturen.

De traditionelle kemikalier rummer også risici. Ingen kunne overskue, hvad det 20. århundredes kemiske industri og det enorme forbrug af kemikalier ville føre med sig. Men i dag ved vi, at forureninngen forringer vores forplantningsevne, den fremkalder allergi og bliver ophobet i fødekæden og er årsag til alvorlige sygdomme.

Ingen kan i dag overskue bioteknologiens konsekvenser. Men den rummer et bud på et samfund med færre kemikalier. Derfor bør teknologien prøves af, selvom den kan indebære risici, som naturligvis skal afdækkes.

#### **GODE MULIGHEDER I DANMARK**

Bio- og genteknologi som renere teknologi og som erstatning for den traditionelle kemiske syntese vil have stor interesse for erhvervslivet. Området kan blive bredt og velfungerende i Danmark, hvis det bliver

drevet frem af virksomheder, der både har international gennemslagskraft og samtidig ønsker at gøre en stor indsats inden for forskning og udvikling. Nogle virksomheder er i gang, men der er basis for langt flere.

I universitetsregi er der allerede et godt forskningsmiljø, og der er virksomheder, som i kraft af deres betydelige resurser og stærke internationale positioner kan omsætte forskernes resultater til praktisk brug. Det gælder især inden for enzymer, men fermentering er også et område med muligheder.

En aktiv miljøpolitik kan i nogle sammenhænge være et middel til at skubbe virksomhederne i gang. Eksempelvis gennem frivillige aftaler om mindre forbrug af kemikalier. Alternativt må politikerne fastsætte skærpede krav til forbruget af kemikalier.

På den måde kan man sikre, at virksomhedernes ønsker om effektiv drift og lønsom produktion går i samme retning som hensynet til miljøet. Dermed kan uønskede produkter og processer fjernes og erstattes af produkter, der er baseret på bio- og genteknologi.



<sup>5</sup> Se R. Bachmann m.fl.

# Behov for nye kompetencer

Der er behov for at opbygge stærke kompetencer inden for bio- og genteknologi, før danske virksomheder kan udvikle nye og lønsomme muligheder på området. Kompetencerne kan opbygges i form af stærke forskningsmiljøer, et bredt udbud af kandidater samt de strategisk rigtige kompetencer hos kandidaterne.

I udredningen om bioteknologi har IDA undersøgt den bioteknologiske sektors behov for kompetencer og vurderet, hvilke af disse behov ingeniører kan dække. Samtidig har IDA afdækket fremtidens ønsker og behov inden for bio- og genteknologien.

Udredningen viser, at biotekningeniører i dag først og fremmest benytter de tekniske og faglige kernekompetencer. Disse kompetencer omfatter den grundlæggende viden om det biologiske område med særlig vægt på discipliner som protein-kemi, molekylærbiologi samt nye områder som bioinformatik.

Disse kompetencer vil fortsat udgøre det naturvidenskabelige fundament for biotekningeniørernes arbejde. Desuden vil de kombinere dem med traditionelle ingeniørkompetencer som processtyring, projektering og konkret problemløsning sammen med tværgående og personlige kompetencer som ledelse, samarbejde, kommunikation og sprog.

## TIDLIG SPECIALISERING

Ifølge udredningen er der en tendens til, at både ingeniører og virksomheder ønsker en tidligere specialisering end det er tilfældet i dag. Udredningen påpeger, at specialiseringen ikke må gå ud over de grundlæggende fag som matematik, fysik og kemi.

Det er således ikke indlysende, at ingeniørerne skal specialisere sig tidligt inden for bio- og genteknologi. Udviklingen af viden og informationer på området går så stærkt, at ingeniørerne hurtigt risikerer at stå med en forældet uddannelse. Derfor kan der være behov for at udvikle to typer af uddannelser for nye biotekningeniører – den ene med vægt på forskning og den anden med et stærkere fokus på processer.

Udredningen giver imidlertid ikke et tilstrækkeligt grundlag til at drage en entydig konklusion, så der er behov for en yderligere indsats, som kan kortlægge problemstillingerne.

## INDSATS PÅ FLERE OMRÅDER

Det er meget lovende at integrere molekylærbiologi og mikrobiologi med den klassiske ingeniørkundskab. Integrationen skal ske ved at styrke biologien og samtidig forbedre mulighederne for, at ingeniører kan deltage i forsknings- og udviklingsprocesser på et tidligere tidspunkt, end det er tilfældet i dag.

På den måde bliver ingeniørerne hurtigere i stand til at arbejde i den bioteknologiske industri, og det vil desuden styrke industriens konkurrenceevne. Men det er vigtigt at fastholde ingeniørernes særlige kompetencer inden for det teknisk-videnskabelige og den praktiske brug af produkter og processer.

På den måde fastholder man ingeniørernes styrker, så biotekningeniørernes uddannelse fortsat adskiller sig fra de rene naturvidenskabelige uddannelser som biologer og kemikere.

Det er også vigtigt at sammensætte uddannelser med moduler fra forskellige institutioner. Det er sket som led i samarbejdet mellem KVL og DTU om uddannelserne inden for levnedsmidler, og den slags initiativer bør have en større udbredelse.

Det kan dog ikke anbefales, at uddannelserne samles i én institution, så der skabes et egentligt bioteknologisk universitet. Det er tværtimod vigtigt, at kompetencerne inden for bio- og genteknologi integreres i andre uddannelser, så industrien fortsat kan rekruttere medarbejderne fra et bredt udvalg af uddannelser. Det giver bedre muligheder for at inddrage bioteknologien i mange forskellige sammenhænge.

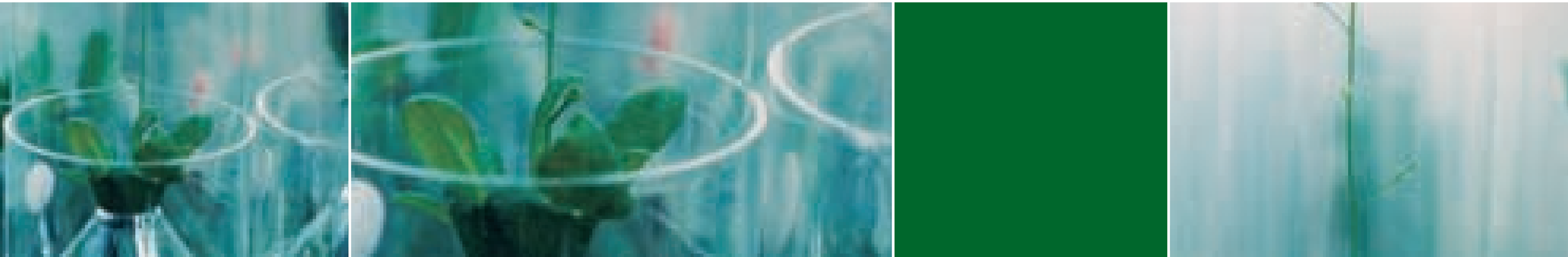


### IDA mener:

Det er vigtigt at få fastlagt de kompetencer og kvalifikationer, som ingeniører kan tilføre bio- og genteknologien. Det vil sikre flere ingeniører i de nye biotekvirksomheder, og det vil give ingeniører mulighed for at etablere virksomheder på området.

Derfor er det vigtigt at udvikle ingeniøruddannelserne. Samtidig skal samarbejdet mellem forskellige uddannelsesinstitutioner styrkes, så kandidaterne kan udstyres med nye spidskompetencer. Det kan blandt andet ske ved at tilbyde moduler på tværs af uddannelsesinstitutionerne.





## Fra drøm til dilemma – risici skal tages alvorligt

Bioteknologien har fået en hastigt voksende betydning, siden de første vellykkede forsøg med gensplejsning blev gennemført for 25-30 år siden. Forsøgene gav forhåbninger om, at bioteknologien kunne bruges som værktøj til at designe organismer og systemer til både kendte og nye formål.

Tidligere måtte man gennem et langstrakt avlsarbejde for at krydse sig frem til bestemte resultater inden for produktion med planter og husdyr. Med den moderne bioteknologis gensplejsning er det muligt at gå langt hurtigere og mere målrettet til værks.

I dag er bio- og genteknologien også blevet kommercielt interessant, og derfor ofres der store ressourcer på forskning og produktudvikling inden for især medicinal- og fødevarerområdet.

Den moderne bioteknologi benyttes i en lang række produkter og processer, som rykker stadig tættere på forbrugerne. Det sker i form af lægemidler som insulin og

hormonpræparater, og basisfødevarer som majs, soja og roer avles ligeledes i stigende omfang ved hjælp af genmodificerede organismer.

Den brede befolkning er imidlertid stadig meget forbeholden over for bioteknologien på en række områder – især når det drejer sig om fødevarer. Der er bekymring for vores sundhed og de langsigtede konsekvenser for mennesker, dyr og miljø. Dertil kommer de etiske forbehold.

Tvivlen er især til stede på de områder, hvor det er vanskeligt at få øje på genteknologiens nyttevirkninger for mennesker og samfund. Mange tvivler på, om teknologien overhovedet er til nytte for forbrugerne. De oplever i stedet for en øget risiko for forbrugernes og naturens helbred. Bio- og genteknologien rummer således både en drøm og et dilemma.

### **FORVENTNINGER OG VISIONER**

Drømmen om bio- og genteknologien rummer store forventninger og visioner.

Nogle spår, at de bioteknologiske landvindinger bliver grundlaget for en ny vækstbølge i det 21. århundrede – på samme måde som informationsteknologien har været et vigtigt element i den økonomiske udvikling siden midten af det 20. århundrede.

Forventningerne er store på disse områder:

- > Sundhed: Nye revolutionerende behandlingsformer, bedre metoder til at diagnosticere sygdomme, nye lægemidler og vacciner til mennesker og dyr.
- > Planter: Mere effektiv forædling, så planterne kan give et større udbytte, bedre modstandskraft mod sygdomme og nye egenskaber som overlevelse trods tørke og evne til at binde kvælstof.
- > Fødevarer: Større produktion og bedre produkter.
- > Miljø: Nye og renere bioteknologiske processer til at producere kemikalier og bedre rensning af forurenede jord, vand og luft.

Drømmen om disse og mange andre muligheder har tilskyndet til betydelige offentlige og private investeringer i forskning og udvikling inden for bio- og genteknologien.

### **MARERIDTET**

Drømmen om bioteknologiens mange muligheder rummer også et dilemma. Teknologien risikerer at udvikle sig til et mareridt, fordi vi endnu ikke kender alle dens konsekvenser. Vi ved, at der er risici forbundet med gensplejsning, men vi har intet overblik over alle virkninger på det molekylære niveau.

Genteknologien ændrer cellers arveanlæg (generne), og det anses af mange for at være manipulation med livets byggeklodser og dermed en indgriben i selve livets grundlag.

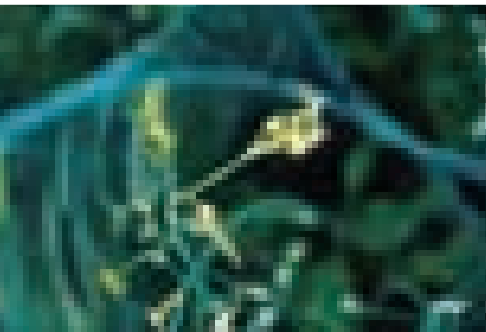
Når arveanlæg bliver overført på tværs af arter, og ikke kun på tværs af sorter, nedbryder vi arternes barrierer – det var tomoflen et eksempel på. Det giver næring til frygten for at kreere skabnin-

ger, som vi ellers kun kender fra den græske mytologi: Pegasus, hesten med vinger, og det sammensatte dyr, Apistyren.

Overførelsen af gener på tværs af arter skaber også frygt for at sprede nye sygdomme, som kan få uoverskuelige følger.

Når gensplejsede planter plantes ud i naturen, skaber det frygt for, at de nye planter griber ind i naturens orden. Det kan få uoverskuelige konsekvenser for flora og fauna, hvis modstandskraft mod sprøjtemidler bliver overført fra afgrøder til vilde planter. Kloningen af dyr er et skridt på vejen til at klonе mennesker, og det skaber frygt for at misbruge teknologien til at udføre racehygiejne.

>>



#### FORBEHOLD

Gennem de seneste år har debatten i medierne været præget af synspunkter om ulemperne ved at bruge gensplejsning til at producere nye fødevarer. Blandt andet har gensplejset soja, majs og tomater fra USA og gensplejsede foder- og sukkerroer fra Danmark givet anledning til kritik fra forbrugerne.

Forbeholdet over for bioteknologi blev yderligere næret, da den amerikanske Monsanto-koncern lancerede kulturplanter, der var genmanipuleret til at være modstandsdygtige over for Monsanto's sprøjtemiddel Round-Up. Round-Up kan mindske det samlede forbrug af kemikalier og formentlig medvirke til at belaste miljøet mindre, men alligevel er der fundet rester af Round-Up i grundvandet.

Derimod er det endnu ikke lykkedes at tilføje planterne egenskaber som bedre smag og større ernæringsværdi gennem gensplejsning. Derfor står mange forbrugere tilbage med det indtryk, at genmanipulerede planter alene tjener til at øge salget af sprøjtemidler og sænke landbrugets produktionsomkostninger.

Monsantos pakkedesign har således tændt alle advarselsslamper: Gensplejsning tilsidesætter hensyn til naturen, samfundet, det enkelte individ og miljøet.

#### BEHOV FOR LØSNINGER

Mens forbrugerne ikke støtter brugen af bioteknologi inden for fødevarer, så er der til gengæld større forståelse for at benytte bio- og genteknologi inden for medicinalområdet.

Her drejer det sig om at udvikle nye lægemidler og fremstille de kendte lægemidler billigere. Her er det til at gennemskue nytten for mange mennesker – både for at forebygge og behandle sygdomme.

Imidlertid nager tvivlen også inden for sundhedsområdet. Mulighederne for at krydse arter, klone, opbygge lagre af organer som reservedele og på længere sigt designe menneskelige egenskaber rummer både store etiske dilemmaer og ukendte risici.

Livet er i fare for at blive en genetisk kode eller en gensekvens, der kan gøres til en vare, som man kan tage patent på og handle med. Livet er ikke længere ukrænkeligt, fordi teknologien giver muligheden for at manipulere og sortere mennesker. Vil vi være med til det? Og kan vi styre det?

I takt med at bioteknologien har fundet fodfæste i medicinal- og fødevarerindustrien, er brugen af den stødt på et minefelt af forbehold inden for etik, sundhed og miljø. Alle forbehold henviser til teknologiens mange ukendte risici. De skal løses på en troværdig måde.



#### IDA mener:

Der er ingen tvivl om, at de forskellige risici skal tages alvorligt for at realisere drømmene om bioteknologiens muligheder. Uden opbakning og accept fra forbrugerne har bio- og genteknologien ingen reel fremtid i industrien.

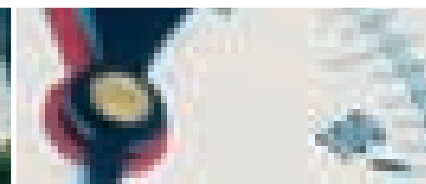
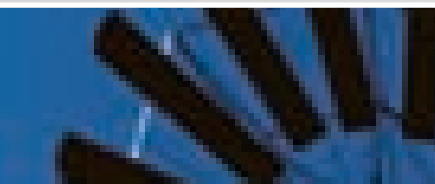
Bio- og genteknologi skal dog ikke bare afvises samlet. Tværtimod skal brugen af den og dens risici vurderes konkret fra situation til situation, fordi teknologien rummer store muligheder for samfundet. Derfor er der brug for et skarpt fokus på de mulige risici i processen med at forske i og udvikle teknologien. Det vil skabe grundlag for nye innovationer og anvendelser, hvor risici på forhånd er klart afdækket og håndteret.

Dette fokus er nødvendigt for at skabe et dynamisk samspil mellem de regulerende myndigheder, videninstitutioner, offentlige indkøbere og private virksomheder. Disse interessenter skal skabe troværdighed og tryghed i den brede befolkning.

Desuden er der brug for troværdige godkendelsesprocedurer og institutioner, så teknologiens risici nøje kan afvejes i forhold til nytteværdien for samfundet og for den enkelte borger.

En instans i stil med Etisk Råd, som vi kender fra den medicinske forskning, kan bidrage til at sikre den nødvendige tryghed og accept om brugen af bio- og genteknologi på miljøområdet og fødevarerområdet.





## Det danske råderum – forslag til handling

Bioteknologien er kommet for at blive. Selvom vi i Danmark beslutter at fravælge genteknologi, så bliver den fortsat udviklet, og den vil komme til os udefra, fordi de internationale handelsregler forhindrer tiltag for at holde den ude.

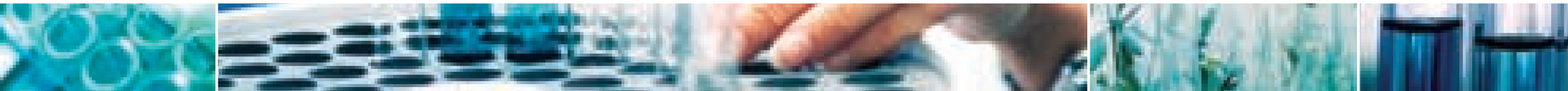
Danske virksomheder skal være med i udviklingen for at klare sig i den internationale konkurrence. Samtidig er det hævet over enhver tvivl, at bioteknologi tilbyder løsninger, som er langt renere og kan spare resurser i forhold til de kemikalier, der bruges til at fremstille fødevarer og andre produkter.

Bioteknologien er om noget et udtryk for fremskridtets pris. Bioteknologien rummer både en gevinst, som vi kan vinde ved at udnytte de teknologiske fremskridt, og en omkostning, som vi må betale for at gøre brug af mulighederne.

Vi skal foretage en afvejning – en afvejning som det danske samfund må tage del i for at realisere bioteknologiens betydelige gevinster for miljø, sundhed og udvikling i samfund og erhvervsliv.

>>





### BEHOV FOR EN SAMLET POLITISK INDSATS

Danmark må træffe en række valg for at påvirke brugen af bioteknologi. Den skal bruges på de rette betingelser, til formål, der er fornuftige for hele samfundet, og med behørig respekt for de risici og bekymringer, som bioteknologien giver anledning til. Danmark skal fokusere på at udnytte de særlige muligheder og kompetenceklynger, som bioteknologien giver anledning til her i landet.

Det gælder især inden for miljø og energi, renere teknologi og produktion af fødevarer med et klart grønt perspektiv. Medicinalområdet er allerede godt i gang med at udnytte teknologien, så her er en indsats fra det offentlige knap så påkrævet.



#### IDA mener:

I første omgang skal der sættes på at opbygge viden og kompetencer. Det drejer sig både om at uddanne fremtidens bioteknologiske kandidater og om at etablere et system til at godkende og regulere bioteknologien, så befolkningen kan føle sig tryk ved den.

Samtidig skal danske myndigheder føre en restriktiv linje, der er baseret på princippet om forsigtighed, når de tager stilling til udsætning af genmanipulerede organismer eller planter i den åbne natur. Det overordnede sigte er at minimere risici.

Dette kan skabe et acceptabelt udgangspunkt for en balanceret udvikling af bioteknologien i Danmark inden for de relevante områder. Dermed kan vi forhindre, at drømmen bliver til et mareridt.

### MÅLRETTEDE FORSKNINGSPROGRAMMER

Bioteknologien skal styrkes med forsknings- og udviklingsprogrammer i stil med de tidligere bioteknologiske programmer som BIOTEK I og BIOTEK II. Sådanne programmer er velegnede til at fokusere og stimulere forskningen og udviklingen, så vi opnår den nødvendige dynamik.

Indsatsen skal især rette sig mod teknologiens brug inden for miljøområdet og til renere teknologi. Det vil også være relevant at styrke forskningen i fødevarer med et klart miljømæssigt og bæredygtigt perspektiv. Desuden skal en målrettet indsats inden for programforskning have risikovurdering højt på dagsordenen.



#### IDA mener:

IDA anbefaler, at der arbejdes videre med at konkretisere et forslag om et sammenhængende udviklingsprogram inden for bioteknologi. Programmet skal have fokus på disse emner:

- > Den miljømæssige brug af bioteknologi, eventuelt med fokus på jordrensning.
- > Udvikling af en miljømæssigt bæredygtig bioteknologi på planteområdet.
- > Udvikling af metoder til at gennemføre en helhedsorienteret risikovurdering af de bioteknologiske produkter og processer.
- > Brug af bioteknologi i stedet for traditionel kemi.

### UDDANNELSESINITIATIVER

Ingeniøruddannelserne skal styrkes ved at tilpasse dem yderligere til de behov, der er skitseret i IDAs udredningsrapport. Desuden skal der etableres et bedre samarbejde mellem de universiteter, som har et relevant udbud af uddannelser på det bioteknologiske område.

Ifølge rapporten er der tilstrækkeligt med uddannelses tilbud, men der er behov for at kombinere de kompetencer, som kandidaterne kan få på forskellige uddannelsessteder. Derfor skal det være muligt at sammensætte en uddannelse på tværs af de eksisterende institutioner.



#### IDA mener:

Uddannelsesindsatsen kan styrkes gennem en række initiativer:

- > På basis af IDAs udredningsrapport "Bioteknologi – mellem drøm og dilemma" skal der indledes et analysearbejde om de fremtidige kompetencebehov på det bioteknologiske område.
- > Efter inspiration fra samarbejdet mellem DTU og KVL under Levnedsmiddelcenteret skal der arbejdes videre med initiativer, der gør det muligt at sammensætte bioteknologiske uddannelser på tværs af universiteter.
- > Der skal arbejdes videre med at konkretisere behovet for en systematisk efter- og videreuddannelse inden for forskellige bioteknologiske fagområder og de tværgående områder.

### REGULERING OG ETIK

Usikkerheden om lovgivningens rammer og systemet med godkendelse af bioteknologiske tiltag har især inden for fødevarerområdet og miljøområdet bremset mulighederne for at realisere bioteknologiens potentialer.

Regeringen bør derfor følge positivt op på den foregående regerings initiativer på det bioteknologiske område:

- > De etiske hensyn skal spille en større og mere fremtrædende rolle, når ansøgninger om forskning og markedsføring behandles.
- > Der skal arbejdes målrettet på at indføje etiske kriterier på alle relevante niveauer i reguleringen af bioteknologien i EU.



#### IDA mener:

IDA kan kun anbefale, at arbejdet med regulering og etik styrkes. En troværdig godkendelsesprocedure og en reel afdækning af risici er en forudsætning for, at bioteknologien overhovedet får en chance som dansk kompetence på andre erhvervsområder end medicinalområdet.