

Forelesninger

over

MATFORSYNING

ved

Knut Breirem

Institutt for Husdyrernæring og Fôringslære, NLH

Sept.-Okt. 1976

Forelesninger over  
MATFORSYNING

<u>Innhold:</u>	<u>side</u>
1. Innledning	1
1.1. Matforsyning	1
1.2. Vekstfysiologiske prinsipper	1
1.3. Økonomisk vekst	3
1.4. Problemer ved redusert økonomisk vekst	5
2. Befolkningsutviklingen	7
2.1. Innledning	7
2.2. Den globale befolkningstilvekst	7
2.3. Rater for befolkningstilveksten	7
2.4. Periodemessige oppsving i verdens befolkning	8
2.5. Befolkningstilveksten i ulike regioner i tidligere perioder	9
2.6. Befolkningstilveksten i I-land og U-land	10
2.7. Demografisk transisjon	10
2.8. Befolkningsstabilisering	12
2.9. Befolkningsutviklingen i I-landene	15
2.10. Migrasjon	16
2.11. THOMAS ROBERT MALTHUS	17
2.12. Ny-Malthusianisme	20
2.13. Fødselskontroll	20
2.14. Henvisninger	21
3. Utviklingen av kostholdet for mennesker	22
3.1. Trekk av menneskehetens forhistorie . Den første jordbruksrevolusjon	22
3.2. Kostholdet for mennesker før første jordbruksrevolusjon	23
3.3. Kostholdet etter første jordbruksrevolusjon	24
4. Kostholdet i nyere tid	27
4.1. Ulikhet mellom I-land og U-land	27
4.2. Dyrisk protein som indikator på kostens kvalitet	27
4.3. Ulikhet mellom regioner	28

	2)
	<u>side</u>
4.4. Ulikhet innen U-land	29
4.5. Utbredelse av underernæring og ernæringsmangler	30
4.6. Utviklingen av kostholdet i I-landene	31
4.7. Kosthold og økonomisk utvikling	32
4.8. Fettinnholdet i kosten i de vestlige I-land	34
4.9. Oljefrø som fettkilde i kosten	35
5. Korn som indikator på matforsyning	37
5.1. Innledning	37
5.2. Verdens kornproduksjon	37
5.3. Produksjon og forbruk av korn i I-land og U-land	37
5.4. Bruk av korn til mat og kraftfôr	38
5.5. Forbruk av matmel og kraftfôr i Norge	40
5.6. Prognoser for det globale kornbehov 1980-90	41
5.7. Mathjelp til U-landene	42
5.8. Befolkingstilvekst og matproduksjon	43
5.9. Verdenshandelen med korn	44
6. Ressurser for matproduksjonen i jordbruket	46
6.1. Ressursbegrepet	46
6.1.1. Definisjon av ressurser	46
6.1.2. Reserver og ressurser	46
6.1.3. Substitusjon	47
6.1.4. Gjenvinning	47
6.1.5. Kritiske ressurser	48
6.1.6. Ressurser for matproduksjonen i jordbruket	48
6.2. Jord	48
6.2.1. Jordbruksareal pr. person	48
6.2.2. Jordbruksareal og dyrket jord	50
6.2.3. Jordkvalitet	50
6.3. Klima	51
6.3.1. Innledning	51
6.3.2. Klimautviklingen	51
6.3.3. Klimautviklingen i Island	53
6.3.4. Klimacykler	54
6.3.5. Forutsigelse av klima	54
6.3.6. Vekslinger i nedbør	55

	<u>side</u>
6.3.7. Sirkulasjonen (Luftstrømninger)	55
6.3.8. Variabelt klima	56
6.3.9. Utjevning av klima	57
6.3.10. Menneskelig påvirkning av klimaet	57
6.3.11. Klima- og jordbrukssoner	58
6.3.12. Klima og matproduksjon	59
6.3.13. Vanning	60
6.4. Jordbruksteknologi	62
6.4.1. Vitenskap og teknologi	62
6.4.2. Annen og tredje jordbruksrevolusjon	63
6.4.3. Grenser for økning i produktivitet	65
6.4.4. Jordbruksteknologi for U-landene	63
6.5. Gjødsel	70
6.5.1. Innledning	70
6.5.2. Reserver av fosfater og kalisalter	70
6.5.3. Nitrogengjødsel	70
6.5.4. Tilgang på kunstgjødsel	71
6.6. Energi	71
6.6.1. Solenergi og fotosyntese	71
6.6.2. Hjelpeenergi	72
6.6.3. Energiforbruket i jordbruket og hele matsektoren	73
6.6.4. Industrisamfunnets energiforbruk	74
6.6.5. Energiutbyttet i mat pr. enhet hjelpeenergi ved bruk av moderne jordbruksteknologi	76
6.6.6. Energiforbruket i ulike erverv	78
6.6.7. Energiforbruket i jordbruket og matsektoren i U-landene	78
6.6.8. Energiforbruket i jordbruket ved ulikt befolkningspress og kosthold	79
6.6.9. Ulikhet i energiforbruk mellom land og regioner	80
6.6.10. Sparing av energi. Generelt	82
6.6.11. Sparing av energi i jordbruket	82
6.6.12. Fossilt brensel	83
6.6.13. Kjernekraft	84
6.6.14. Andre energikilder	86
6.6.15. Amerikansk energipolitikk	87
6.6.16. Slutningsbemerkinger	88
7. Henvisninger	90
8. Fortegnelse over lysbilder	96

## Fire forelesninger over

### MATFORSYNING

#### 1. Innledning

##### 1.1. Matforsyning

Forf. er innbudt til å holde fire forelesninger over matforsyning fra globalt synspunkt.

Forf.'s egentlige fag er husdyrernæring, men forf. er også interessert i menneskeernæring. Interessen for menneskeernæring forklares delvis ved at av forf.'s seks viktigste lærere i ernæring, var tre human-medisinere.

Hovedgrunnen til at forf. gjennom en menneskealder har hatt matforsyning som hobby, er imidlertid de sterke inntrykk fra Annen Verdenskrig da forf. var konsulent for Landbruksdepartementets produksjonsdirektorat (L.S. SPILDO) og Forsyningsdepartementets provianterings- og rasjo-neringsdirektorat (N. SCHEI).

Som disiplin omfatter matforsyning de forhold som gjelder produksjon og konsum av matvarer (næringsmidler). Forf. foreslo i 1960 ernæringsøkonomi som betegnelse på "en disiplin som omfatter de biologiske og økonomiske forhold ved matforsyningen, d.v.s. konsumet og produksjonen av næringsmidler" (1, s.4). Denne disiplin skulle ha som oppgave "å koordinere de mange fag som har tilknytning til matforsyningen". Forf. foretrekker nå å bruke matforsyning som betegnelse for denne disiplin. Som disiplin er matforsyning av utpreget tverrvidenskape- lig karakter. Matforsyning hører naturlig inn under landbruksstudiet.

##### 1.2. Vekstfysiologiske prinsipper

Det er i nyere tid mye tale om vekst. I sept. 1935 forsvarte forf. for dr.graden en avhandling om bioenergetiske forhold ved vekst. Interesse for vekstfysiologi førte senere til kontakt med fysiologen SAMUEL BRODY (lysbilde 1), kanskje den kunnskapsrikste mann forf. har møtt. BRODY var litauisk jøde og kom til USA før

første verdenskrig. I en menneskelader, 1920-1950-årene arbeidet han ved Missouri University med de bioenergetiske forhold ved vekst, bl.a. beskrivelse av veksten (2, s. 484-550).

I følge BRODY har man i vekstperioden hos et dyr to faser, en tiltagende eller selvakselerende fase og en Lysbilde 2 avtagende eller selvbegrensende fase. Det blir her vist (B & M 1974) et par ligninger som illustrerer proporsjonalitetsforholdene (lysbylde 2).

I den første fase er veksthastigheten = veksten i øyeblikket (tilsvarende avlesningen på et speedometer) proporsjonal med størrelsen. I denne fase tiltar altså veksthastigheten, tilsvarende at man får mer renter jo mere penger man har i banken.

I den annen fase er veksthastigheten proporsjonal med differansen mellom sluttstørrelsen og oppnådd størrelse. Veksthastigheten avtar følgelig i denne fase, og mer jo nærmere man kommer sluttstørrelsen hvor veksthastigheten er null.

Overgangen mellom første og annen fase betegnes som infleksjons- eller avbøyningspunktet.

Lysbylde 3 (nytt) Det blir ikke her funnet grunn til å gå nærmere inn på det matematiske grunnlag for BRODY's vekstteori. I lysbylde 4 er vist en ligning som etter BRODY beskriver veksten, til sammenligning med noen nyere ligninger (3). Disse som for øvrig viser stor likhet med BRODY's ligning, er noe mer kompliserte, men dette gir ikke større problemer når det kan disponeres datamaskiner.

Lysbylde 4 (B & M 1974) Det er enklere å beskrive veksten grafisk enn ved å bruke formler. I følge BRODY's og andre vekstfunksjoner vil veksten følge en S-formet s.k. sigmoid kurve (2,4). Den avtagende fase går gradvis over i en stasjonær fase eller likevektstilstand. Dette er vist ved den prikkede linje (lysbylde 4).

Den helt trukne linje representerer en eksponensiell kurve som stiger stadig raskere og som viser ubegrenset vekst. Det er av interesse at en eksponensiell kurve

til å begynne med kan falle sammen med den tiltagende fase på en sigmoid kurve slik som vist (lysbilde 4).

Lysbilde 5  
(V. 24) BRODY foretok en sammenligning av veksten hos dyr og mennesker. Når åtte dyrearter, hvorav fire er tatt med (lysbilde 4), ble overført på sammenlignbar skala, hadde alle en tofasert sigmoid vekstkurve i overensstemmelse med BRODY's teori. Mennesker skiller seg sterkt fra dyr ved å ha en bisigmoid vekstkurve. Dette forklares ved at mennesker har en lang barndomsperiode, 3-13 år, etter avvenningen. Denne periode er på den ene side karakterisert ved hjelpeløshet og avhengighet av foreldre, på den annen side ved store muligheter for den åndelige utvikling som skiller mennesker fra dyrene.

Når det gjelder mennesker har det vært fremholdt, at man i den sigmoide kurve ikke får med senilitetsfasen da det er nedgang. Forsåvidt er en stasjonær fase det beste man kan håpe på fra vekstfysiologisk synspunkt (4).

### 1.3. Økonomisk vekst

BRODY mente at ikke bare veksten av individer, men også veksten av populasjoner og økonomisk vekst, ja overhodet all vekst, vil følge sigmoide kurver som ender i en stasjonær fase eller likevektstilstand. Analogt med sensilitetsfasen hos mennesker, kan man imidlertid ikke utelukke nedgang f.eks. i økonomisk vekst og levestandard.

Etterkrigsperioden 1950-70 var karakterisert ved sterk tro på økonomisk vekst. Man antok at jo mere man brukte av de naturlige ressurser jo raskere ble økonomien bygget opp (5). Det var også vanlig å regne med eksponensielle vekstrater. For perioder av begrenset lengde og ved lågt utgangsnivå, er det neppe noe å innvende mot dette. At man ved lange perioder kommer til meningsløse resultater ved å forutsette eksponensiell

vekst illustreres med følgende tall (e. DAHLE, 6):

<u>% årlig vekst</u>	<u>Antall ganger økning i 100 år</u>
1	2,7
3	19
5	132
8	2190

Publikasjonen av "Limits to Growth" (7) i mars 1972 førte til stor diskusjon. Det ble rettet mange godt begrunnede innvendinger mot argumentasjonen i denne bok. Tiltross for dette gjenstår bokens hovedbudskap, nemlig at ubegrenset eksponensiell vekst ikke er mulig (4).

Lysbilde 6  
(M. & R.  
1975)

Ved et møte i World Future Society i juni 1975 fremla FORRESTER en figur som illustrerer økonomisk vekst i USA vist ved produksjonen (8). Etter en enorm økning (16 ganger) fra 1890 til 1970, blir det i 1970-årene regnet med en overgangsperiode med infleksjonspunktet på den sigmoide vekstkurve (lysbylde 6). Det blir antydnet at man omkring 2030 vil ha nådd en stasjonær fase i USA. Undertiden blir det talt om "null-vekst" som er et uheldig slagordspreget uttrykk. Det er nemlig ikke tale om øyeblikkelig null-vekst som et program, men om gradvis reduserte vekstrater.

At man for økonomisk vekst må regne med en attagende fase i likhet med biologisk vekst, skyldes begrensende faktorer. Av slike kan nevnes knappe ressurser, samt forurensninger. Videre kan ulikhet i økonomisk utvikling mellom I-landene og U-landene tale for at I-landene bør redusere ratene for økonomisk vekst til fordel for U-landene.



#### 1.4. Problemer ved redusert økonomisk vekst

BOULDING som har fremsatt oppfatningen om jorden som et rumskip , har sagt at vi eldre kan være glade for at vi kan overlate til våre etterkommere de problemer som følger med stasjonær økonomi (4, 9, s. 151). Det dreier seg særlig om fordelingsproblemene. Mens man ved økonomisk vekst kan løse disse ved at stadig flere blir velstående, må man ved stasjonær økonomi regne med at de "rike må bli fattigere". FORRESTER har fremholdt, at når man etter overgangsstadiet fra omkring 1980 (Lysbilde 6), vil oppleve at den ventede automatiske velstandsutvikling uteblir, vil dette føre til skuffelser. Disse vil bli en ytterligere belastning for allerede hårdt belastede myndigheter og organisasjoner (8).

Det er av interesse at de klassiske økonomer ADAM SMITH, MALTHUS, RICARDO og STUART MILL alle var av den oppfatning at økonomisk vekst vil bli avsluttet med et stasjonært stadium (8, 10). Omkring 1930 var også KEYNES inne på at det ville bli en gradvis overgang til et stasjonært stadium, men at dette ville bli nådd først om hundre år, altså 2030, d.v.s. samme tid som antydnet at FORRESTER. KEYNES tok da bl.a. hensyn til den belastning av ressursene som følger av befolkningstilveksten. Den store arbeidsløshet i forbindelse med verdenskrisen i første halvdel av 1930-årene, førte imidlertid til at KEYNES senere la større vekt på økonomisk vekst. Han skrev i 1937 (10, s. 145) "at man ved siden av MALTHUS's djevel, befolkningstilveksten, har en annen like fryktelig djevel, arbeidsløsheten, som slipper løs når det effektive behov bryter sammen".

At overgangen til et stasjonært stadium vil by på problemer, er fremholdt av økonomen SCHUMPETER (6, 8, 10, s. 149-150). Det kan bli tale om gradvis byråkratisering, men også om sosial uro. I denne forbindelse peker SCHUMPETER på at økonomisk vekst har medført

stor ekspansjon av den høyere undervisning. Overgang til likevektsøkonomi kan da føre til arbeidsløshet blandt universitets- og høyskolekandidater, med uro som følge.

For forf. som var ung i årene omkring 1930, er det av hensyn til de unge, et tankekors, at det synes nødvendig at utviklingen må gå mot stasjonær økonomi. Man må håpe at menneskene ved sin intelligens vil finne brukbare løsninger. Det viktigste blir kanskje å få befolkningen i I-landene til å akseptere, at ubegrenset økonomisk vekst er utopi, samtidig som U-landene får den økonomiske vekst som er en forutsetning for å oppnå en rimelig levestandard.

Skal det bli mulig å finne brukbare løsninger, er det innlysende at det trengs et overgangsstadium med reduserte økonomiske vekstrater før man når likevekts-tilstanden. Øyeblikkelig null-vekst kan føre til kaos.

Som antydnet ovenfor, vil fordelingsproblemer bli viktige når utviklingen går mot stasjonær økonomi. Jevn fordeling vil imidlertid gi mindre enn mange radikale tror. Finansdepartementet har for Norge i 1975 bereget at hvis all inntekt utover 55.000 kr. pr. inntektstaker, 1½ gang lønnen for industriarbeidere, ble inndratt, vil det ikke gi mer enn kr. 400,- i disponibel realinntekt pr. år for den som ligger under denne grense (11).

## 2. Befolkningsutviklingen

### 2.1. Innledning

Når det er tale om global matforsyning, er befolkningsutviklingen av sentral betydning. Det er nemlig uten videre klart at behovet for mat er bestemt av det antall munnar som skal mettes.

### 2.2. Den globale befolkningstilvekst

Det blir antatt at det levet 5-10 mill. mennesker for 8-10 000 år siden, ved innledningen til den neolittiske steinalder da man begynte å drive jordbruk. Antall mennesker i verden ved tidspunktet for Kristi fødsel er anslått til 200-300 mill. (4, 12).

#### Lysbilde 7

(B & M 1974)

Den første milliard mennesker ble nådd i 1830. Milliard nr. 2 ble nådd i 1930, nr. 3 i 1960 og nr. 4 tidlig i 1976. Mens det tok 1-2 mill. år å nå den første milliard, tok det bare henholdsvis 100, 30 og 16 år å nå milliard nr. 2, nr. 3 og nr. 4. De to neste milliarder ventes å komme etter henholdsvis bare 11 og 9 år, slik at det ved århundreskiftet vil komme til å leve minst 6 milliarder mennesker (Lysbilde 7). Det er denne enorme befolkningstilvekst som har ført til at det blir talt om befolkningseksplasjon som av mange blir regnet som vår tids største globale problem (4).

Kurven for verdens befolkning stiger eksponensielt uten tegn til den avflating som man skulle vente når det er tale om biologisk vekst (Lysbilde 4). Man befinner seg altså fremdeles i den tiltagende fase på den signoide vekstkurve.

### 2.3. Rater for befolkningstilveksten

#### Lysbilde 8

(B & M 1974)

Ratene for befolkningstilveksten var meget små før 1650-1700, mens de senere har øket sterkt (Lysbilde 8). I 1970-75 ble det regnet med 2% tilvekst pr. år for hele verden. Ved eksponensiell vekst svarer det til for-

fordobling hvert 35. år ( $\frac{70}{2}$ ). Ved fortsatt 2% tilvekst pr. år og fordoblingsperiode 35 år, vil man komme opp i 8 milliarder i 2010 (4 milliarder nå), 16 milliarder i 2045 o.s.v. Det er den geometriske progresjon som gjør seg gjeldende. I denne forbindelse kan nevnes at regnet fra en hypotetisk Eva og Adam, er verdens befolkning til nå fordoblet bare 31 ganger (4, 13, s. 43).

Fra den paleolittiske steinalder til 1650-1700 var befolkningstilveksten bare 0,002% pr. år, 1/1000 av tilvekstraten nå, og fordoblingsperioden var 35 000 år. Mellom Kristi fødsel og 1650-1700 var befolkningstilveksten også liten, 0,04% pr. år. Sannsynligvis har det i perioder vært større tilvekst, men dette er kompensert ved at det i andre perioder har vært nedgang.

#### 2.4. Periodemessige oppsving i verdens befolkning

Lysbilde 9 For å mestre tall av den størrelsesorden det er tale om når det gjelder tid og antall, er det gjort (B & M 1974) forsøk på å illustrere logaritmisk befolkningstilveksten i siste million år (14, s. 514).

Når det blir regnet med tallene direkte (Lysbilde 9, til venstre), får man det samme bilde som vist før (Lysbilde 7), altså en sterk eksponensiell stigning i de siste 100-200 år. I følge den logaritmiske fremstilling (Lysbilde 9, til høyre) har det vært tale om tre store oppsving i befolkning. Det første oppsving var for omkring en million år siden da menneskenes forgjengere, nær mennesker og apemennesker, ved hender og intelligens hadde lært å bruke redskaper for å hevde seg i konkurransen. Det annet oppsving, det største, var i den neolittiske steinalder da menneskene under den første jordbruksrevolusjon lærte å dyrke korn, og da den samtidige klimabedring etter siste store istid gjorde det mulig å ta flere områder i besittelse. Den tredje og siste oppsving har vært i de siste 300-400 år, i forbindelse med de

store geografiske oppdagelser, den industrielle revolusjon og den <sup>og tredje</sup> annen jordbruksrevolusjon. Den logaritmiske fremstilling synes således å illustrere at bedre nærings-tilgang virker til å stimulere befolkningstilveksten slik som man skulle vente fra biologisk synspunkt.

#### 2.5. Befolkningstilveksten i ulike regioner i tidligere perioder

Lysbilde 10  
(B & M 1974)

En undersøkelse over befolkningstilveksten i ulike regioner i perioden 1000-1850 (Lysbilde 10) viser at Europa og India har fulgt den globale utvikling som er nevnt tidligere (Lysbilde 7), <sup>at befolkningstilveksten var</sup> d.v.s. <sup>meget liten</sup> før 1650-1700 (4). Amerika hadde derimot betydelig befolkningstilvekst i perioden 1000-1500. Dette reflekterer sannsynligvis blomstringen av de gamle kulturer i Sentral- og Sør-Amerika (Azteker-, Maya- og Inka-). Den europeiske invasjon førte til stor nedgang i den amerikanske befolkning fra 1500, delvis p.g.a. overføring av europeiske sykdommer bl.a. kopper.

Størst interesse har utviklingen i Japan når det er tale om relasjonen mellom befolkningsutvikling og matforsyning. I dette land øket befolkningen ca. 7 ganger fra år 1000 til år 1750, ikke langt fra tre ganger fordobling. Japan synes i denne periode å ha blitt høgt utviklet med stigende urbanisering. Omkring 1750 førte befolkningspress muligens i forbindelse med uheldig klimautvikling, til at det ble problemer med å skaffe nok mat. Det ble da gjennomført utleggelse av nyfødte pikebarn. Befolkningen ble holdt stasjonær i perioden fra 1750 til 1850 da isolasjonen av Japan opphørte (4).

Den særegne befolkningsutvikling i Japan, med stor befolkningstilvekst på et tidlig tidspunkt, forklarer at Japan er det tettest befolkede land i verden, i forhold til jordbruksarealet. Stort sett synes det å være i land med gammel kultur at befolkningspress gjør seg sterkest gjeldende (se senere).

## 2.6. Befolkningsstilveksten i I-land og U-land

U-landene (utviklingslandene) har større befolkning enn I-landene (industrielandene) og forskjellen mellom de Lysbilde 11 to grupper land øker raskt p.g.a. stor befolkningstilvekst i U-landene (Lysbilde 11, I-land = svart, U-land = rødt. 4, 13, s. 152). Fordelingen av verdens befolkning mellom de to grupper land går fram av følgende tall (4):

	<u>I-land</u>	<u>U-land</u>
1850	27%	73%
1950	34%	66%
1975	27%	73%

I-landene hadde stor befolkningstilvekst fra 1850 til 1950, mens U-landene har hatt stor tilvekst etter 1950. For perioden 1975-2000 er det projisert en befolkningstilvekst på ca. 2000 mill. i U-landene og ca. 200 mill. i I-landene. Av den samlede befolkningsøkning innen år 2000 skulle altså ca. 90% komme i U-landene og ca. 10% i I-landene (4, 13). Disse tall viser at befolkningspress er et alvorlig problem for U-landene. For hele verden blir det i 1970-75 regnet med 2% befolkningstilvekst pr. år som før nevnt (avsn. 2.3.). For U-landene som gruppe er befolkningsstilveksten 2,5% pr. år (4, 13), men en del U-land, bl.a. i Latin-Amerika, har 3-3,5% tilvekst. I-landene som gruppe har 0,3% befolkningstilvekst pr. år, for øvrig med tendens til fall (se senere).

## 2.7. Demografisk transisjon

Når man vil forklare forskjellen i befolkningstilvekst mellom I-land og U-land er begrepet demografisk transisjon (overgang) av interesse.

Går vi tilbake i tiden, før 1800 i I-landene og før 1950 i U-landene, var både fødsels- og dødelighets- Lysbilde 12 rater høge (Lysbilde 12, fødselsraten = rød, dødelighetsraten = svart, 13, s. 49,4). Når disse som vanlig (B & M 1974)

blir angitt pr. 1000 personer, lå de gjerne begge i området 30-40. Da dødelighetsraten var nesten like høg som fødselsraten, ble det liten befolkningstilvekst. Fra omkring 1800 i I-landene og fra omkring 1950 i U-landene, gikk dødeligheten ned p.g.a. flere forhold, bl.a. fremskritt i forebyggende medisin, sosial og økonomisk utvikling, <sup>samt</sup> bedre mattilgang. Da fødselsraten holdt seg oppe, fikk man i en periode stor befolkningstilvekst slik som i Europa i forrige århundre og i enda sterkere grad i U-landene etter 1950. På grunn av den raske nedgang i dødelighet i U-landene fra 1950-årene, fikk disse land større befolkningstilvekst enn Europa i det 19. århundre. Hertil kom at U-landene hadde høge fødselsrater, omkring 40, mens f.eks. Norge i perioden 1770-1900 hadde fødselsrater på ca. 30 (12).

Det neste stadium i den demografiske transisjon er nedgangen i fruktbarhet målt ved fødselsraten. I I-landene begynte nedgangen i fødselsraten å gjøre seg gjeldende i dette århundre, i enkelte land for øvrig noe tidligere. Fødselsraten i I-landene er nå kommet så langt ned at befolkningstilveksten er liten. I U-landene er det dessverre få tegn til nedgang i fruktbarhet. En viss sosio-økonomisk utvikling med sikkerhet for arbeide, opplysning, helsevesen og bedret kvinnelig status synes nødvendig som motivering til å nedsette fruktbarheten. Ved motivering kan nedgangen i fruktbarhet kanskje gå raskere enn ventet. Det kan her pekes på den uventet store nedgang i fruktbarhet i I-landene fra midten av 1960-årene (4).

Familieplanlegging er av ny dato i U-landene. I noen få U-land, bl.a. China, Sri-Lanka (Ceylon), Sør-Korea og Taiwan, er det oppnådd lovende resultater med reduksjon av fødselsraten fra 35-40 til 25-30 (4).

Lysbilde 13 (27/11-75) Ulikheten i befolkningstilvekst mellom I-land og U-land henger altså sammen med at den demografiske transisjon med overgang til lågere fødselsrater, går mot avslutning i I-landene, mens nedsettelse av fødselsraten i U-landene knapt nok er begynt (Lysbilde 13, 14, s. 515).

## 2.8. Befolkningsstabilisering

De alvorlige perspektiver for den globale befolkningstilvekst har ført til interesse for begrepet befolkningsstabilisering. Det er stort sett enighet om at det må tas sikte på stabilisering av verdens befolkning i neste århundre. En stabil befolkning betyr at det er likevekt mellom fødselsrate og dødelighetsrate, likevekt mellom natalitet og mortalitet. Stabilisering oppnås ved avsluttet demografisk transisjon (Lysbilde 13, til venstre). Ved forutsatt stabilisering av Norges befolkning i neste århundre er beregnet at både fødselsrate og dødelighetsrate vil bli 13,5 (BRUNBORG, 4, 12).

Betingelsen for stabilisering er at man kommer ned i en netto-reproduksjonsrate (NNR) = 1,0, d.v.s. at en generasjon kvinner blir avløst av en <sup>like</sup> stor generasjon. Ved den levealder som kvinner har i flere I-land (ca. 75 år), vil dette svare til at det må fødes i gj.sn. 2,1 barn pr. kvinne (samlet fruktbarhet). I U-landene hvor levealderen er beregnet til 53 år, må det fødes 2,7 barn i gj.sn. pr. kvinne for å få en befolkning i likevekt (4, 13, s. 44-45).

Det er viktig å være oppmerksom på, at det går 60-70 år fra oppnådd NRR = 1,0, til befolkningen er stabilisert. Dette beror på at ved stor fruktbarhet tidligere, vil det være mange unge i fruktbar alder (4, 12).

Et viktig bidrag til belysning av begrepet befolkningsstabilisering ble levert i mars 1972 av U.S. Commission on Population Growth and American



Future (15). Det ble sammenlignet to alternativer, henholdsvis to og tre barn pr. familie.

Lysbilde 14 (B & M 1974) For to-barn-alternativet, ble beregnet at befolkningen i USA vil stabiliseres på omkring 350 mill. i neste århundre (Lysbilde 14). Når det ble regnet med tre-barn-alternativet, fant man at befolkningen i USA vil komme opp i nesten en milliard i 2070. Ved dette alternativ er den årlige vekstrate for befolkningen 1,5% (4), ca. halvparten av vekstraten i en del latin-amerikanske land.

Med støtte i inngående undersøkelser fant kommisjonen at stabiliseringsalternativet, med to barn, var å foretrekke bedømt etter en rekke kriterier, f.eks. inntekter pr. person, ressursforbruk, forurensinger og prosent personer i yrkesaktiv alder.

Når det gjelder U-landene er det beregnet at reduksjon av fruktbarheten er nødvendig for å få fremgang i levestandard (COALE & HOOVER). Et alvorlig problem ved stor befolkningstilvekst er at den fører til stor arbeidsløshet, i mange U-land 20-30% med stigende tendens. Det er neppe mulig å få så rask økonomisk vekst, at man kan unngå arbeidsløshet når befolkningen øker med 2,5-3,5% pr. år (4).

Lysbilde 15 (B & M 1974) Demografen FREJKA anga i 1973 fem alternativer (prosjeksjoner) for befolkningsstabilisering hvorav tre blir nevnt her (Lysbilde 15, 4, 12, 15). Hvis man ifølge projeksjon 1, straks kan oppnå og vedlikeholde  $NRR = 1,0$ , ville det være mulig å stabilisere verdens befolkning på 5,7 milliarder omkring 2040, mens befolkningen i år 2000 ville bli 4,7 milliarder.

Dette alternativ blir imidlertid ikke ansett som realiserbart i motsetning til alternativ 3 som forutsetter at  $NRR = 1,0$  blir oppnådd i løpet av en generasjon (30 år), innen år 2000-2005. I følge denne projeksjon vil verdens befolkning nå 5,9 milliarder i år 2000 og 8,4 milliarder ved stabilisering omkring

2070. Alternativ 5 viser at hvis NRR = 1,0 blir nådd om 70 år, må det regnes med 6,7 milliarder mennesker i år 2000 og 15 milliarder eller stabilisering omkring år 2100.

De fleste demografer regner i likhet med FREJKA at verdens befolkning vil komme opp i minst 8, eller 8-10 milliarder før stabilisering er mulig (4).

Det kan være grunn til tvil om det er riktig å diskutere befolkningsstabilisering ved å bygge på FREJKA's globale gjennomsnittsberegninger, når det er stor ulikhet i fruktbarhet mellom I-land og U-land.

Lysbilde 16  
(3/5, 1976)

Et U-land som Mexico hadde i 1972 vel 54 mill. innbyggere og 3,3% årlig befolkningstilvekst. Ved denne vekstrate, vil befolkningen komme opp i 180 mill. i år 2004 (Lysbilde 16, rød linje, 17). Hvis NRR = 1,0 blir oppnådd i år 2000, vil man få en stabilisering på 160-170 mill. i år 2060 (Lysbilde 16, øverste blå linje), altså først ved tre ganger befolkningen i 1972. Hvis NRR = 1,0 blir oppnådd litt før 1985, vil stabilisering derimot kunne nås i 2040 ved knapt 110 mill. mennesker (Lysbilde 16, nederste blå linje), altså ved to ganger befolkningen i 1972. Dette er samme økning som FREJKA kom til etter alternativ 3 i sin globale vurdering (Lysbilde 15).

Det synes etter dette neppe forsvarlig å regne med at U-landene kan vente 30 år for å komme ned i NRR = 1,0. Det tettest befolkede U-land bør sannsynligvis nå dette mål i løpet av 10 år for å unngå katastrofe.

I denne forbindelse kan nevnes at LESTER BROWN har pekt på at det fra økologiske, økonomiske og sosiale synspunkter er urealistisk å regne med at verdens befolkning skal komme opp i nesten 10 milliarder før stabilisering (4, 18, 19). Han har som et program antydnet at U-landene bør ta sikte på å senke fødselsraten til 25 pr. 1000 i 1935. Fram til år 2015 skulle befolkningstilveksten kunne komme ned i null ved å følge mønsteret fra I-landene. Verdens befolkning

Lysbilde 17  
(B & M 1974)

skulle da kunne stabiliseres på knappt 6 milliarder (Lysbilde 17).

Fra demografisk synspunkt kan det ytres tvil om dette program kan gjennomføres. Programmet synes imidlertid å være påtrengende nødvendig. Selv om det blir gjennomført, vil befolkningen innen 2015 øke med 70-90% i en del folkerike U-land (Lysbilde 17). En del av disse land har begrensede jord-ressurser (se senere).

### 2.9. Befolkningsutviklingen i I-landene

Det er fremholdt at også I-landene bør ta sikte på befolkningsstabilisering, bl.a. for å gi eksempler for U-landene.

Fra midten av 1960-årene har det vært sterkt fall i fruktbarheten i de fleste I-land. NRR = 1,0 er til dels underskredet, og samlet fruktbarhet er kommet under 2,1 barn i gj.sn. pr. kvinne, altså den fruktbarhet som trengs for stabil befolkning. Denne fruktbarhet blir undertiden kalt reproduksjonsnivået.

Nedgangen i fruktbarheten i I-landene synes å ha en viss sammenheng med kvinnelig utdanning og yrkesaktivitet. Yrkesaktive gifte kvinner er interessert i å begrense barnetallet bl.a. fordi de har betydelig lengre arbeidstid enn andre. I denne forbindelse kan nevnes Finland hvor fruktbarheten, målt ved barn født i gj.sn. pr. kvinne, falt fra 2,71 i 1960 til 1,68 i 1973 (e. BRUNBORG, 4). Finland har høyere kvinnelig yrkesaktivitet utenfor jordbruket enn noe annet I-land (13, s. 138). Finske kvinner som giftet seg omkring 1950, ventet å få fire barn, mens de som ble gift omkring 1970, ventet å få to barn (13, s. 113).

Da noen kvinner ikke får barn og noen får bare ett barn, er det ikke tilstrekkelig med to barn pr. familie for å opprettholde en samlet fruktbarhet på 2,1 barn i gj.sn. pr. kvinne, altså reproduksjons-

nivået. Forskere ved Statistisk Sentralbyrå er kommet til at det i nesten halvparten av norske ekteskaper må være flere enn to barn hvis det skal bli mulig å opprettholde en stabil befolkning.

Utviklingen i I-landene tyder på at det i disse land kan bli aktuelt å stimulere befolkningstilveksten hvis befolkningen skal holdes stabil. Små svingninger omkring reproduksjonsnivået er neppe uheldige, mens store trekkspillignende svingninger bør unngåes. De kan nemlig føre til problemer bl.a. når det gjelder skolevesenet og behovet for arbeidskraft (4).

Når det gjelder befolkningsutviklingen, synes det således lite tilfredsstillende å bygge på globale gjennomsnittsvurderinger. Det kan bidra til å skjule at det er en grunnleggende ulikhet mellom I-land og U-land når det gjelder den befolkningspolitikk som bør følges, selv om begge grupper land bør ta sikte på befolkningsstabilisering.

## 2.10. Migrasjon

Migrasjon betegner folkeflytning. Immigrasjon er innflytning og emigrasjon utflytning. De tynt befolkede områder i nord-Amerika muliggjorde en betydelig emigrasjon fra Europa i det 19. århundre. Norge hadde i enkelte år utvandring på 10-15 pr. 1000, men mer vanlig lå utvandringen på 2-8. Fødselsraten var ca. 30 og dødelighetsraten 15-17. Grovt regnet kan man si at den norske befolkning i perioden 1850-1920 øket med ca. 1% pr. år, mens økningen uten emigrasjon ville ha blitt ca. 1,4% pr. år.

Det er nå ikke noen tynt befolkede områder som kan gi plass for immigrasjon. U-landene kan altså ikke løse sine befolkningsproblemer ved emigrasjon. Det er beregnet at I-landene måtte motta 53 mill. mennesker pr. år fra U-landene - tilsvarende 5,2% økning pr. år av I-landenes befolkning (KINGSLEY DAVIS), hvis U-landenes

overskuddstilvekst skulle emigrere.

### 2.11. THOMAS ROBERT MALTHUS (1766-1834)

Den britiske økonom MALTHUS har fått sitt navn uløselig knyttet til spørsmålet befolkningstilvekst og matforsyning. MALTHUS var teolog av utdannelse med utmerkelse i matematikk (Cambridge). Han ble i 1805 Storbritannias første professor i politisk økonomi. Om MALTHUS har det vært sagt at han er mer omtalt enn lest (14, s. 510, 20, s. 221). For å imøtegå et par utopiske fremstillinger som fulgte i kjølvannet til den franske revolusjon, publiserte han anonymt i 1898 et arbeide, nærmest en pamflett, med tittel "An essay on the Principle of Population" (20). Skriftet vakte stor oppsikt og MALTHUS ble straks berømt og beryktet, beundret og forhatt henholdsvis av konservative og radikale. Et nytt arbeide med samme tittel, undertiden kalt Second Essay, ble publisert i fem utgaver 1803-1826. Hertil kom et Summary View i 1830 (20).

I pakt med tiden og sin matematiske innstilling la MALTHUS vekt på deduksjon ut fra teser som hadde karakter av aksiomer. Hans hovedtese var at befolkningen øker raskere enn det er mulig å skaffe utkomme. ("The power of population is indefinitely greater than the power in the earth to produce subsistence for man".) Uten kontroll (when unchecked) vil befolkningen øke i geometrisk progresjon (1, 2, 4, 8, 16, 32, o.s.v.) av en slik natur at befolkningen fordobler seg hvert 25. år ( $\frac{70}{25} = 2,8\%$  tilvekst pr. år). Utkommet, d.v.s. matproduksjonen, ble derimot antatt å øke i aritmetisk progresjon (1, 2, 3, 4, 5, 6 o.s.v.). Det beste man kunne håpe på i et begrenset område er altså at man hvert 25. år kan øke matproduksjonen med den mengde man hadde til å begynne med. I løpet av to hundre år vil dette bli 8 ganger økning i matproduksjonen (Summary View).

Til sammenligning kan nevnes, at 3% årlig vekst av befolkningen gir 19 ganger økning i ett hundre år (avsn. 1.3.).

For å få likevekt mellom befolkning og matproduksjon regnet MALTHUS med at det måtte være kontrollerende krefter (checks). Han skilte mellom "preventive checks" med redusert fødselsrate og "positive checks" med øket dødelighetsrate. Som preventive checks godtok MALTHUS bare moralsk tilbakeholdenhet (moral restraint), sene ekteskaper og avholdenhet innen ekteskapet. Han ble selv gift da han var 38 år og hadde tre barn, det antall som ved datidens dødelighet svarte noenlunde til reproduksjonsnivået. En av familiens to døtre døde da hun var 17 år.

Uten "preventive checks" antok MALTHUS at "positive checks" ville bidra til å holde befolkningen i likevekt med muligheten for å skaffe utkomme. Som "positive checks" regnet han hunger, pest, dødelige epidemier og krig. MALTHUS la stor vekt på "misery and vice", (elendighet og laster). I følge MALTHUS skulle "misery and vice" kunne unngås ved reduksjon av fødselsraten ved "preventive checks" (forebyggende kontroll), altså ved moralsk tilbakeholdenhet (se ovenfor).

Det som gjorde MALTHUS berømt og forhatt var særlig at han tok avstand fra fattiglovene "Poor Laws" med den begrunnelse at de ved å bidra til øket befolkningstilvekst gjorde situasjonen verre. Denne uheldige påstand ble misbrukt av reaksjonære som støtte for undertrykkelse av fattige. Hans lære var for øvrig en trøst for de herskende klasser som var blitt skremt av den franske revolusjon.

Det blir gjerne forbisett at MALTHUS fremholdt at tilskudd som øket kjøpekraften, ville føre til prisstigning hvis ikke matproduksjonen ble øket. Han var i det hele tatt en sterk talsmann for jordbruket, for

jordeneierne og for jord som produksjonsfaktor.

I denne forbindelse fremholdt MALTHUS sterkt betydningen av privat eiendomsrett, en oppfatning som er i strid med kommunismen, som derfor tok avstand fra MALTHUS. Han fremholdt at beskatning er en modifikasjon av eiendomsretten, men at det må være grenser for beskatning (A right of property... cannot exist together ... with the consession of a right to full support to all that might be born) (Summary View, 20, s. 269).

MALTHUS fremholdt også at de vanskeligheter og utfordringer som menneskene blir stillet ovenfor, kan fremme utviklingen og bidra til å muliggjøre en øket befolkning (20, s. 206).

Som nevnt var - og er - MALTHUS en omstridt person. Han ble sterkt utskjeldt bl.a. for å være en betalt og slesk advokat for de herskende klasser (KARL MARX, 20, s. 52). MARX's beskyldning om at MALTHUS's Essay var plagiat (21) har forf. ennå ikke rukket å ta stilling til.

Det har vært fremholdt at utviklingen i I-landene i det 19. og 20. århundre med sterkt øket mattilgang samtidig med stor befolkningsøkning, har gått mot MALTHUS's oppfatning, og at denne derfor måtte være uriktig (4). Man så da bort fra den utvikling som samtidig foregikk i Asia og som støttet MALTHUS's oppfatning (22, I, s. 10-11).

MALTHUS fikk ikke bare motstand, men også anerkjennelse, således fra økonomene RICARDO, STUART MILL, MARSHALL og KEYNES (10, 20, s. 15-16). Ved utformingen av utviklingslæren ga både A.R. WALLACE og CHARLES DARWIN uttrykk for at de var blitt stimulert av MALTHUS når det gjaldt læren om naturlig utvalg (20, s. 49).

## 2.12. Ny\_Malthusianisme

Etter Annen Verdenskrig ble MALTHUS igjen aktuell. Det blir talt om NY-MALTHUS-IANISME. I denne forbindelse har det vært sagt at MALTHUS var to hundre år forut for sin tid.

At man nå setter befolkningsstabilisering som et mål, synes å være i pakt med MALTHUS's hovedteser. Spørsmålet er imidlertid om U-landene oppnår stabilisering tidsnok. I 12-20 land i Sahel-området i Afrika og det tett befolkede Sør-Asia ble det i 1973-74 konstatert øket dødelighet (23), altså det som MALTHUS kalte "positive checks".

Også kommunistene som har gått sterkt mot MALTHUS's lære godtar nå begrensning av fruktbarheten. I China blir således tilrådet sene ekteskaper (tidligst 28 år for menn og 26 år for kvinner), og det har endog vært tale om å tilstå jord bare for ektefeller og to barn.

Det kan merkes at selv om det nå er mye tale om ~~anti-natalisme - fruktbarhets-~~begrensende tiltak - kan pro-natalisme - fruktbarhetsfremmende tiltak - bli aktuell hvis fruktbarheten faller under reproduksjonsnivået (se avsn. 2.9.) PRESSAT har diskutert befolkningspolitikk (24, s. 111).

## 2.13. Fødselskontroll

Den viktigste del av MALTHUS's lære er at man for å unngå elendighet, må redusere fødselsraten. Som eneste middel til å oppnå dette tilrådet MALTHUS moralsk tilbakeholdenhet som før nevnt (avsn. 2.11.). Han var teolog, men nærmest liberal, idet han tok avstand fra doktrinen om evig fortapelse (20, s. 215). Stort sett har kirken også i nyere tid vært på linje med MALTHUS når det gjelder fødselskontroll. Det gjelder særlig den katolske kirke som bare tilråder bruk av de s.k. ufruktbare perioder som fruktbarhets-hindrende tiltak. Den anglikanske kirke har imidler-

(2, 5)



tid ved deklarasjoner fra de s.k. Lambeth Conferences i 1930 og 1958 gitt godkjennelse av prevensjon (23, s. 58-59). Den siste deklarasjon gjengis her, oversatt: "Ansvaret for å bestemme antallet og hyppigheten av barn har Gud lagt på foreldrenes samvittighet overalt. Slik planleggelse, på en måte som er gjensidig akseptabel for mann og hustru, etter kristen samvittighet er en riktig og viktig faktor i et kristent familieliv. - Kristne har en hver rett til å bruke vitenskapens gaver til et sømmelig formål.

Reduksjon av fødselsraten for å oppnå ønsket barnetall, blir kalt fødselskontroll eller familieplanleggelse og blir tildels regnet som Ny-MALTHUS-IANISMEN (24, s. 56-57). Denne ble, ved Coitus Interruptus for øvrig praktisert i Frankrike i siste halvdel av det 18. århundre, altså før MALTHUS's First Essay ble publisert (24, s. 60-61). FRANCIS PLACE (1771-1854), Storbritannia, blir imidlertid regnet som grunnleggeren av fødselskontroll (24, s. 56).

#### 2.14. Henvisninger

Det er i dette avsnitt i første rekke henvist til (4) hvor det bl.a. er med en del av tabell- og figurmateriale som er brukt som lysbilder. Av hensyn til dokumentasjonen er det tatt med noen henvisninger til (12-25), bl.a. med henblikk på videre lesning.

### 3. Utviklingen av kostholdet for mennesker

#### 3.1. Trekk av menneskehetens forhistorie.

##### Den første jordbruksrevolusjon

Det blir regnet at menneskene stammer fra Afrika og Sør-Asia. For to millioner år siden levet det i Sør- og Øst-Afrika og Java menneskelignende vesener (nær-mennesker - Australopithecinae) som visstnok var istand til å bruke primitive redskaper (26, s. 288). Homo Erectus - det oppreiste menneske - og Homo Sapiens - det nålevende "vise" menneske går sannsynligvis 400 000 og 300 000 år tilbake i tiden. Sikre rester av Homo Sapiens er imidlertid konstatert bare 35 000 år tilbake (27).

I det tidsrum det her er tale om, brukte menneskene redskaper laget av stein. Man taler om den eldre eller paleolittiske steinalder som begynte for ca. 600 000 år siden og varte til etter siste store istid (28). Den yngre eller neolittiske steinalder begynte for 8000 - 10 000 år siden i Midt-Østen og Middelhavslandene og for 5000 år siden i Danmark, d.v.s. 3000 år f.Kr. I Danmark regnes bronsealderen mellom 1500 og 500 år f.Kr. og jernalderen mellom 500 år f.Kr. og 800 år e. Kr. (8).

Under den yngre steinalder begynte man å drive jordbruk med dyrking av korn. Det er den viktigste begivenhet i menneskehetens historie når det gjelder matforsyning. Man taler om den første jordbruksrevolusjon, også kalt den neolittiske revolusjon. Den ble fulgt av betydelig oppsving i verdens befolkning (avsn. 2.4.).

Det er bemerkelsesverdig at jordbruk og hele vår øvrige kultur er knyttet til en geologisk sett meget kortvarig periode på 8000 - 10 000 år, den varme, s.k. interglaciale periode etter siste store istid. Med henblikk på utviklingen av kostholdet for mennesker, er det av interesse at den periode det har vært drevet jordbruk, utgjør bare ca.  $\frac{1}{2}\%$  av de to mill. år det har levet nærmennesker, apemennesker og mennesker (27).

### 3.2. Kostholdet for mennesker før første jordbruks- revolusjon

Før det ble begynt med jordbruk, var menneskene Lysbilde 18 samlere, jegerer og fiskere. De levet altså av inn- (M & R 1975) samlede ville matplanter (frø, nøtter, frukt, bær, røtter, knoller, blad, skudd, bark) og av dyr og fisk. Dette er vist ved to piler som fører til mennesket, fra henholdsvis planter og dyr (Lysbilde 18, e. LESTER BROWN, 8). Mye tyder på at det var kvinnenenes oppgave å samle planter, mens mennene sto for jakt og fiske.

Tilgangen på mat vekslet sterkt, mellom knapphet, tildels hunger, og overflod. Kostholdet var imidlertid varierte og kvalitetsmessig godt. Man regner at mennesket er alteter med en tannbygning som passer best for plante-kost. Det er imidlertid viktig å merke seg, at mens kjøttetere (rovdyr) bruker tennene både til å gripe, drepe og dele opp byttet, har menneskene i flere hundre tusen år kunnet bruke våpen og redskaper, samt ild til tilberedelse av maten. Mennesker har derfor ikke samme krav til tannbygning som kjøttetere for å oppta dyrisk kost. Det er iallfall sikkert at dyriske matvarer var et viktig innslag i kostholdet i den gamle steinalder. Man hadde imidlertid store vekslinger både innen og mellom områder. Perioder med overflod innen områder falt sannsynligvis sammen med godt utbytte fra jakt og fiske. Videre er det sannsynlig at andelen av dyriske matvarer steg i nordlige regioner med lite av matplanter (8).

Dyriske matvarer har stort innhold av protein og fett. I en del områder var også kostens plantedel rik på protein og fett. Dette var særlig tilfelle i tropene men også i andre områder (8). I Danmark hadde således hassel nøtter stor betydning mellom 7000 og 500 år f.Kr., altså også etter at man for omkring 3000 år f.Kr. hadde begynt å drive jordbruk (avsn. 2.1.).

Kostholdsmessig er det viktig at menneskene under den overveiende del av sin utvikling i forhistorisk tid har hatt forholdsvis fettrik og dermed også energirik kost. Den britiske fysiolog STARLING fremholdt i 1918, at den menneskelige fordøyelseskanal er utviklet for en kost hvor 20-25% av energien stammer fra fett. Dette blir da nærmest et minimumskrav til fettinnholdet i kosten. STARLING sa, at hvis energien i fett skulle skaffes i karbohydrater, måtte fordøyelseskanalen være mye større. De viktigste matplanter i nordlige områder, korn og poteter, inneholder under 5% fettenergi. Svin kan klare seg utmerket med så lite som 5% fettenergi, men denne dyreart har mer rummelig fordøyelseskanal enn mennesker. Ved samme vekt er de ulike seksjoner av fordøyelseskanalen 2-4 ganger større enn hos mennesker. Hos svin på 20-90 kg måler således tyntarmen 15-20 m, mot 4-5 m hos et menneske på 70 kg (8).

Utviklingsmessig synes det således godt begrunnet å fremholde at dyriske matvarer er skikket til å supplere protein og fettfattige plantematvarer.

### 3.3. Kostholdet etter første jordbruksrevolusjon

Etter den første jordbruksrevolusjon ved inngangen Lysbilde 19 til den neolittiske steinalder (avsn. 3.1.), fikk (M & R 1975) menneskene i stigende utstrekning stivelsesrike matplanter som korn og knoller (poteter, Cassava ) til disposisjon. Økende befolkningspress medførte at det i mange områder, særlig i sørlige tørre områder, ble mindre tilgang på dyriske matvarer fra jakt og fiske, uten at dette kunne kompenseres ved husdyrhold. Det mest karakteristiske ved innførelsen av jordbruk, var at man fikk korn fra den dyrkede jord (Lysbilde 19, pil mot høyre fra mørkeblått (e. LESTER BROWN, 8). I mange områder, særlig i sør, gikk det gradvis mot et monotont kosthold hvor 70-75% av energien i kosten stammet fra korn eller stivelsesrike knoller. Et slikt kosthold er vanlig i

mange U-land. Kosten er da både protein- og fett-fattig. Ved siden av knapp tilgang på korn, er det låge fettinnhold i kosten, omkring 10% fettenergi, årsak til at energiopptaket er lågt i U-landene, ved eller under 2000 kcal (8400 kJ) pr. person og dag, mens behovet er 2300-2400 kcal (9600-10000 kJ). Selv når det er nok korn, er fettfattig kost så fyllende, at det er vanskelig å oppta nok til å dekke energibehovet. Dette skyldes låg energikonsentrasjon også kalt energitetthet. Tilvenning kan imidlertid hjelpe noe.

I tilknytning til jordbruk begynte man også med husdyrbruk. Det første fôrgrunnlag var foruten beite, skogsprodukter som lauv, bark og nøtter. Fra jernalderen fikk man med ljàen muligheter for å høste gras som ble tørket til høy (8).

I mange områder særlig fjell- og kystområder med rikelig og jevnt fordelt nedbør, er det gode betingelser for grasvekst. Det gjelder bl.a. nordvest-Europa. Beiter og eng, oftest utenfor den dyrkede jord, ga da grunnlag for et betydelig husdyrhold, særlig drøvtyggere. Dyriske matvarer var da fortsatt viktige i kostholdet (Lysbilde 19, pil fra lyseblå område over storfe til menneske).

Ved den teknologiske fremgang i kornproduksjonen som fant sted i I-landene i forbindelse med annen og tredje jordbruksrevolusjon (se senere), blir det produsert langt mer korn enn det trengs til mat. Dette overskuddskorn har som kraftfôr gitt grunnlag for en sterkt øket husdyrproduksjon og dermed for det store konsum av dyriske matvarer i I-landene (Lysbilde 19, pil fra korn til husdyr og videre til menneske). Det har vært fremholdt at denne utvikling har ført til at I-landene, iallfall foreløpig, har fått et kosthold som m.h.t. innslag av dyriske matvarer, kan minne om det kosthold menneskene hadde i den gamle steinalder (YUDKIN, 8).

Den overveiende del av maten stammer nå fra jordbruket med tilknyttet husdyrbruk. Det kommer imidlertid fremdeles noe mat fra andre kilder enn jordbruket. De viktigste er fiskeriene. På global basis skaffer fisk imidlertid ikke mer enn 1% av kostens energi, 4% av totalprotein og 11% av dyrisk protein. I Norge stammer 2% av kostens energi fra fisk. Hertil kommer 10% av kostens energi fra matfett av sjødyr (12).

#### 4. Kostholdet i nyere tid

##### 4.1. Ulikhet mellom I-land og U-land

Deler man landene i to grupper, I-land og U-land, Lysbilde 20 finner man stor ulikhet i kosthold slik som det går fram (M & R 1975) av en sammenstilling av FAO for årene 1960-62 (Lysbilde 20, 8). Det er regnet med tilgjengelig mat på detaljistledd pr. person og dag. Angitt på denne måte blir konsumet antatt å ligge 15 (10-15)% over det som blir opp-tatt. Dette svinn tenderer til å stige ved rikelig tilgang på matvarer.

I følge sammenstillingen har I-landene rikelig ernæring med et energiforbruk som ligger 18% over behovet, mens U-landene ligger 6% under behovet. Det er ellers i forbruket av protein, særlig dyrisk protein, og fett at det er størst ulikhet mellom de to grupper land. I I-landene blir det konsumert  $4\frac{1}{2}$  ganger mer dyrisk protein og vel 3 ganger mer fett enn i U-landene.

I sammenstillingen (Lysbilde 20 lengst til høyre) er vist de mål for kostholdet <sup>i U-landene</sup> som er satt av FAO for år 2000. Energikonsumet skal komme opp i 2420 kcal (10100 kJ). Det er videre regnet at konsumet av dyrisk protein skal økes fra 10 til 20 g pr. dag og at fettmengden skal økes så mye at fett skaffer 20% av kostens energi, altså det som tidligere er antydnet som minimumskrav for fettinnholdet i kosten (avsn. 3.2.).

##### 4.2. Dyrisk protein som indikator på kostens kvalitet

FAO har i lang tid brukt g dyrisk protein pr. person og dag som en indikator på kostens kvalitet. For U-landene er 20 g gjerne satt som mål som allerede nevnt (avsn. 4.1.). De dyriske matvarer blir regnet som godt skikket til å supplere plantematvarer m.h.t. protein (aminosyrer), vitaminer og mineralstoffer.

Hvorvidt det trengs dyrisk protein i kosten kan diskuteres. Forsøk med raskt voksende svin og kyllinger har vist at varmebehandlet soyaprotein gir nesten like

stor tilvekst som dyrisk protein, iallfall når soya-protein blir supplert med aminosyrer og B<sub>12</sub>-vitamin (29).

Når det er tale om kosthold, kommer også matpreferanse inn i bildet. Dyriske matvarer bidrar til å gjøre kosten mer akseptabel både ved sin smakelighet og sitt fettinnhold. Som nevnt før er de viktigste europeiske matplanter, korn og poteter, utpreget fettfattige og må suppleres med fett for å komme opp i 20-25% fett, altså det før nevnte minimumskrav til fett (avsn. 3.2.). I områder med dårlige betingelser for dyrking av oljefrø, er dyriske matvarer en naturlig fettkilde når det tas sikte på selvforsyning. Dyriske matvarer, særlig egg og melk, er videre ideelle i kost for småbarn og syke (29).

At dyriske matvarer er smakelige og attraktive, kan imidlertid føre til stort konsum på bekostning av andre matvarer, f.eks. brød og poteter. En viss moderasjon i konsumet av dyriske matvarer og matfett må tilrådes selv når tilgang og priser muliggjør stort konsum.. Det blir tilrådd at fett ikke skal skaffe mer enn 30-35% av kostens energi, 100-110 g fett pr. person og dag. Det må altså regnes med både en nedre og øvre grense for fettinnholdet i kosten (8).

Med dette forbehold synes det berettiget å bruke g dyrisk protein pr. person og dag som en indikator på kostens kvalitet, slik som gjennomført av FAO.

#### 4.3. Ulikhet mellom regioner

Det er stor ulikhet mellom regioner i kosthold både når det gjelder I-land og U-land. En sammenstilling av USDA (Forente staters landbruksdepartement) fra slutten av 1950-årene (Lysbilde 21, 30) viser at de vestlige I-land, representert ved USA og Vest-Europa, har rikelig ernæring, nærmest overernæring. Mengden av dyrisk protein er stor, og fettmengden overstiger

Lysbilde 21  
(U. 15)



100-110 g pr. person og dag, den før nevnte øvre grense for fettmengden (avsn. 4.2.).

Middelhavslandene, Sovjetunionen og Øst-Europa har også et rikelig og godt kosthold, men med moderate fettmengder.

Dårligst er det i Sør- og Øst-Asia, hvor det er underskudd på energi, lite dyrisk protein og for lite fett til å få en kost med tilstrekkelig energikonsentrasjon.

Det er ellers grunn til å merke seg at det er stor ulikhet mellom land innen regioner. I Latin-Amerika som region skaffer kosten nok energi. Allikevel er det en rekke land med energiunderskudd og med lite protein og fett i kosten. Peru er tatt med som eksempel på et av disse land.

I Afrika er situasjonen den samme. Beregnet for hele kontinentet inneholder kosten nok energi. Allikevel er det 9 av 21 Afrikanske land som har utilstrekkelig energi i kosten. Tunis er tatt med som eksempel. Flere Afrikanske land har videre proteinfattig kost. Kongo er her representant. Det låge proteininnhold i kosten i dette og andre land sør for Sahara, beror på at det brukes mye cassava (manioka)-knoller som er stivelsesrike, men proteinfattige.

#### 4.4. Ulikhet innen U-land

Statistikkeren SUKHATME i FAO har oppgitt resultater Lysbilde 22 fra en omfattende kostholdsundersøkelse i India (Lysbilde 22, 30). Denne viser at det innen U-land kan være stor ulikhet. 19% fikk mindre enn 1750 kcal (7300 kJ) i kosten pr. forbruksenhet og led således av underernæring. På den annen side var det 26% som fikk over 2750 kcal (11500 kJ) pr. forbruksenhet, og de hadde da rikelig ernæring. Dette illustrerer at det kan være stor sosial ulikhet i U-landene.

I I-landene har man praktisk talt samme energitilførsel i kosten i alle samfunnsklasser, selv om det kan være noe ulikhet i forbruket av dyrere matvarer. Går man 100-200 år tilbake i tiden, hadde man også i I-landene sosial ulikhet når det gjaldt kosthold (se senere).

#### 4.5. Utbredelse av underernæring og ernæringsmangler

Underernæring betegner utilstrekkelig energitilførsel i kosten. Ved alvorlig underernæring er det tale om hunger. Ernæringsmangler betegner mangel på livsviktige (essensielle) næringsstoffer.

Lysbilde 23  
(U. 20)

SUKHATME kom til at i U-landene er det 1/5 som lider av underernæring (30), delvis basert på den før nevnte indiske kostholdsundersøkelse (avsn. 4.4., Lysbilde 22).

For hele verden ble antatt at 300-500 mill. mennesker, 10-15% av verdens befolkning, lider av underernæring.

Når det gjaldt ernæringsmangler, regnet SUKHATME med at disse var mer utbredte enn underernæring. 1000-1200 mill. mennesker eller 1/3 av U-landenes befolkning, ble anslått å lide av ernæringsmangler. Slår man sammen underernæring og ernæringsmangler under betegnelsen utilstrekkelig ernæring, var det 1/3-1/2 av verdens befolkning eller 50-60% av U-landenes befolkning som kom under denne kategori (30).

Denne vurdering ble revidert av FAO i 1974 (31), bl.a. fordi det fra 1973 blir regnet med lågere normer for proteinbehovet hos voksne mennesker. Hovedvekten blir nå lagt på energibehovet. Forutsatt<sup>at</sup> energibehovet er dekket, blir proteinmangel ansett lite sannsynlig hos voksne, samt eldre barn, muligens unntatt regioner med proteinfattige matvarer, f.eks. cassava (31, s. 56).

For 1969-71 ble beregnet følgende tilgang på energi og protein pr. person og dag (31, s. 57):

	<u>Energi</u>		protein
	<u>kcal</u>	<u>kJ</u>	<u>g</u>
I-land	3100	13000	96
U-land	2200	9200	58

Disse tall stemmer godt med dem som tidligere er angitt for 1960-62 (Lysbilde 20).

Som lågeste verdi for tilstrekkelig energitilførsel regner FAO vedlikeholdsbehovet, 1,5 ganger basalstoffskiftet, 1900 kcal (8000 kJ) pr. dag for unge voksne menn i Asia og 2000 kcal (8400 kJ) i andre regioner med større kroppsvekt (57, s. 66).

Kommer man under disse verdier er det stor risiko for nedsatt aktivitet eller vekttap, samt nedsatt vekst når det gjelder barn.

Med støtte i denne vurdering kom FAO til at det i hele verden var 460 mill. mennesker som hadde utilstrekkelig protein/energi-tilførsel hvorav 300 mill. i sør-øst Asia. De mest utsatte land var (31, s. 67):

Asia: Bangladesh, India, Indonesia, Filippinene, Afghanistan, Saudi-Arabia, Yemen.

Afrika: Angola, Somalia, Tanzania og en del land i Sahelområdet.

Latin-Amerika: Bolivia, El Salvador og Haiti.

Beregningene gjelder gjennomsnittsår, ikke uår p.g.a. tørke eller andre forstyrrelser.

Mangel på vitaminer og mineralstoffer er mye utbredt og er årsak til mangelsykdommer uten at FAO tar stilling til antall mennesker som er rammet (31, s. 67-69).

#### 4.6. Utviklingen av kostholdet i I-landene

Såvidt det kan bedømmes ut fra foreliggende materiale, hadde befolkningen i I-landene for 100-200 år siden, inntil 1750-1850, et kosthold som ikke avvek stort fra det som er vanlig i U-landene nå, bortsett fra at det ble brukt mer dyriske matvarer, iallfall i nordlige land.

Lysbilde 24  
(M. 1973)

En murerfamilie på fem medlemmer i Berlin brukte 73% av sine inntekter til mat i 1800 og 44% til brød alene (Lysbilde 24, 29). Det kan illustrere det MALTHUS kalte misery (elendighet, avsn. 2.11.). Ved den daværende store <sup>sosiale</sup> ulikhet kan det antydes at befolkningen i Preussen den gang brukte rundt 60% av inntektene til mat i gj.snitt.

Lysbilde 25  
(M. 1973)

LESTER BROWN grupperte ulike land etter inntekter pr. person omkring 1960. I en del U-land med under \$ 200 pr. person i årlig inntekter, f.eks. Taiwan og Ghana, utgjorde matutgiftene 50-55% av de totale utgifter altså på linje med Preussen i 1800. I I-land med over \$ 800 i inntekter pr. person, var det bare 20-30% av de totale utgifter som gikk til mat (Lysbilde 25, 29). Dette illustrerer ENGELS' lov som sier at ved låge inntekter blir en større del av disse brukt til mat.

Det foreligger en undersøkelse som tyder på at Frankrike i 1785 hadde en mattilgang på linje med de dårligst stilte U-land nå.

Lysbilde 26  
(M. 1973)

For Tyskland er angitt at kjøttkonsumet pr. person og år steg fra 14 kg i 1816 til 54 kg i 1913, altså fire ganger stigning. Senere har kjøttforbruket steget ytterligere. Kjøttkonsumet i 1816 på 14 kg ligger nær den kjøttproduksjon som U-landene hadde som gruppe omkring 1970, nemlig 11 kg pr. person og år (29).

#### 4.7. Kosthold og økonomisk utvikling

Den utvikling mot mer rikelig kosthold som har foregått i I-landene har flere årsaker, bl.a.:

1. Fødselskontroll som ved nedgang i fødselsratene har minsket befolkningspresset målt ved jordareal pr. person.
2. Ved fremgang i jordbruksteknologi i forbindelse med annen og tredje jordbruksrevolusjon parallelt med den industrielle revolusjon (se senere), har

det vært betydelig fremgang i matproduksjonen. Det har vært stor økning i produktivitet i jordbruket målt ved avlinger pr. arealenhet eller ytelse pr. dyr.

Disse to punkter synes å være viktige å merke seg når man tar sikte på å bedre kostholdet i U-landene.

Det må også pekes på betydningen av en alminnelig sosial og økonomisk utvikling.

Lysbilde 27  
(NJF,1974)

En slående demonstrasjon av hvorledes økonomisk utvikling påvirker kostholdet har man i Japan. Etter 1950 har dette land hatt enorm økonomisk vekst. Japan hadde i 1948-50 tradisjonelt plantekosthold med innslag av litt fisk, men ubetydelig av husdyrprodukter. I løpet av 1950- og 1960-årene har mengden av dyrisk protein pr. person og dag øket nesten fire ganger, først ved å øke konsumet av fisk, i de senere år ved også å øke konsumet av husdyrprodukter. Eggkonsumet pr. person i Japan er høgere enn i noen av de nordiske land. Baksiden ved denne utvikling er, at den krever stor import av korn og oljefrø som vesentlig går til kraftfôr.

Økning i forbruket av husdyrprodukter har man hatt også i Sovjet-Unionen som i likhet med Japan er blitt stor-importør av korn.

Det er altså påtakelig at industrialisering og økonomisk utvikling medfører øket etterspørsel etter husdyrprodukter, særlig kjøtt. I Polen har prisstigning på kjøtt ført til arbeideruroligheter både i 1970 og 1976.

Lysbilde 28  
(NJF, 1974)

I gj.sn. for OECD-landene øket kjøttkonsumet fra 58,8 kg pr. person i 1959 til 79,1 kg i 1972, altså med 35%. Norge har et moderat kjøttforbruk. Av OECD-landene var det i 1972 bare Spania, Portugal og Japan som lå lågere. Kjøttsubsidier bidrar til å øke kjøttforbruket. I gj.sn. for OECD-landene syntes kjøttforbruket for øvrig å kuliminere i 1971-72 (8).

Det er lite sannsynlig at det i fremtiden vil bli mulig å opprettholde så høgt kjøttforbruk som i 1971-72. Den store økning av kjøttforbruket i 1960-årene var betinget både av stor kjøpekraft og av rikelig tilgang på billig kraftfôr som gjorde det mulig å produsere kjøtt til rimelige priser. Det er mye som tyder på at 1960-årene var "menneskehetens gullalder".

Som eksempel på hvorledes økonomisk utvikling og kjøpekraft virker på kostholdet, kan nevnes en norsk undersøkelse over arbeidsløse i 1930-årene (EVANG & GALTUNG HANSEN, 8).

Lysbilde 29  
(M. 1974)

Arbeidsløse i Oslo hadde ca.  $\frac{1}{2}$  og arbeidsløse i en landsbygd på Østlandet ca.  $\frac{1}{4}$  så stort kjøttforbruk som selvforsørgende arbeidere i Oslo (Lysbilde 29, 29). For egg var reduksjonen i forbruket av samme størrelsesorden, for fløte og smør enda større. Det er bemerkelsesverdig, at arbeidsløse i Norge i 1930-årene hadde et energikonsum på linje med det som er vanlig i U-landene nå, 1900-2000 kcal (8000-8400 kJ) pr. person og dag.

Dette synes å bekrefte, at det er riktig når det blir fremholdt, at det i U-landene ikke er nok å produsere mer mat, men at det også kreves økonomisk utvikling som vil gi større kjøpekraft.

Den elendighet (misery, se avsn. 2.11.) som EVANG & GALTUNG HANSEN's undersøkelse avslører, forklarer at de som opplevet arbeidsløsheten som unge i 1930-årene, i kanskje overdreven grad gikk inn for økonomisk vekst etter krigen da de fikk den politiske styring (se avsn. 1.3. og 1.4.).

#### 4.8. Fettinnholdet i kosten i de vestlige I-land

Lysbilde 30  
(M & R 1975)

Oppgaver fra FAO for ni vestlige I-land (Lysbilde 30, 8), viser at fett skaffer 38-46% av kostens energi, mens det blir tilrådet maksimum 35% (4.2.). De daglige fettmengder pr. person er 126-159 g, mot tilrådet 100-110 g.

Rundt 90% av fettmengden i kosten i disse land stammer fra tre kilder, nemlig:

- kjøtt
- melk og ost
- matfett (smør, margarin, annet matfett).

Vest-Tyskland og USA får mye fett fra kjøttvarer. Med unntagelse av Finland og Norge får de andre ni land mer fett fra kjøtt enn fra melk og ost.

For samtlige ni land er matfett den største fettkilde. I gj.sn. for disse land skaffer matfett 47% av samlet fettmengde, fra 41% i USA til 59% i Nederland (8).

Av matfett dominerer margarin og annet fett. Smør utgjør således <sup>i Norge</sup> bare knapt 1/5 av et samlet matfettforbruk på 30 kg pr. person og år (8).

#### 4.9. Oljefrø som fettkilde i kosten

Stigningen i fettinnholdet i kosten i de vestlige land siden 1920-årene kan i det vesentlige tilskrives øket forbruk av margarin og annet matfett fremstilt av fettherdingsindustrien med overveiende oljefrø som råstoff (8). Fettmengden i husdyrprodukter pr. person (M & R 1975) har vært nærmest konstant siden 1900-1910, slik som vist for Norge (Lysbilde 31, 8).

Oljefrø er en av verdens mest skjevt fordelte ressurser. Inntil 1960 var Vest-Europa praktisk talt den eneste nettoimportør. Siden er bl.a. Japan kommet inn i bildet som importør.

At I-landene som gruppe har moderat fettinnhold i kosten, mens de vestlige I-land ligger svært høgt, beror på lågt konsum av matfett i øst-Europa og Sovjet-Unionen, 10-16 kg pr. person og år, unntatt DDR og Ungarn (25 og 21 kg). Det låge matfettforbruk skyldes begrenset tilgang på oljefrø. Unntatt DDR har disse land en kost med bare 20-30% fettenergi (se også avsn. 4.3., Lysbilde 21).

Lysbilde 32 Hvis man med støtte i FAO- data, sammenligner kostholdet i Norge og Sovjetunionen (Lysbilde 32, 8), ser man at konsumet av brød og poteter er stort i Sovjetunionen. Energiopptaket pr. person og dag er fullt så høgt som i Norge, sannsynligvis et uttrykk for stor aktivitet.

Konsumet av husdyrprodukter er betydelig, men Sovjetunionen tar i sine planer likevel sikte på en økning som vil bringe landet på vestlig nivå hvis disse planer kan realiseres.



## 5. Korn som indeks på matforsyning

### 5.1. Innledning

Basert på at inntrykk fra Annen Verdenskrig viste at korn har sentral betydning i matforsyningen, fremholdt forf. i 1960 (1, s. 85-86) og 1964 (32, s. 14-15) at kornproduksjonen pr. person (innbygger) kan brukes som indeks på matforsyning. Man kan regne med produksjonen (brutto) eller forbruket (netto), d.v.s. produksjonen fratrukket 15% (12,5-15%) for såkorn og svinn. Brutto- og nettotall blir dessverre brukt om hverandre.

At kornproduksjonen pr. person er en god indikator både for matproduksjon og kosthold ble fremholdt av LESTER BROWN i 1963 (33). Han hevdet at korn skaffer hovedmengden av energien i kosten, enten korn blir konsumert direkte, f.eks. som brød, eller indirekte etter foredling til husdyrprodukter. 70% av jordens åkerareal blir brukt til korn (19, s. 29).

Det er nå vanlig godtatt å bruke kg korn pr. person som uttrykk for mattilgang.

### 5.2. Verdens kornproduksjon

Det har vært betydelig økning i verdens kornproduksjon fra 1930-årene til 1970-73 (Lysbilde 33, 12, Lysbilde 33 (R. nye 1976)s. 140), fra 650 til 1320 mill. tonn (bruttotall) pr. år. Produksjonen har tilsynelatende økt eksponensielt uten tegn til avflating. Det har også vært økning i kornproduksjonen pr. person, fra 310 til 350 kg. Kornproduksjonen har altså øket raskere enn befolkningen. Den forbigående nedgang fra 1930-årene til 1948-50 skyldes Annen Verdenskrig.

### 5.3. Produksjon og forbruk av korn i I-land og U-land

Etter oppgaver fra FAO våren 1974 (Lysbilde 34, Lysbilde 34 nederst, 4, 12) produserer I-landene 618 kg korn pr. (B & M 1974) person og bruker 550 kg. U-landene produserer 164 (180) kg korn pr. person og bruker 181 (200) kg (12,

s. 139). Tallene i parentes som er ca. 10% høgere, er visstnok mer realistiske.

At U-landene bruker mer enn de produserer, beror på overførsler fra I-landene som bruker mindre enn det blir produsert (differens mellom 618 og 550).

Det er videre av betydelig interesse at det beregningsmessig trengs 250 kg korn pr. person for å realisere det kosthold som FAO har satt som mål for U-landene i år 2000. Også LESTER BROWN (19, s. 119) angir at det kan gjennomføres en tilstrekkelig ernæring med 250 kg tilgjengelig korn pr. person. Tallene gjelder pr. år.

#### 5.4. Bruk av korn til mat og kraftfôr

Som nevnt før (avsn. 33) har fremgang i jordbruks-teknologi i I-landene ført til betydelig overskudd av korn utover det som trengs til mat. Dette overskuddskorn er som kraftfôr brukt til ekspansjon av husdyrproduksjonen. Det har muliggjort den store økning i konsumet av husdyrprodukter i I-landene.

I følge LESTER BROWN (avsn. 5.1.) vil dette si at Lysbilde 35 mer korn blir konsumert indirekte, altså etter foredling (nytt) til husdyrprodukter. Høgt utviklede I-land bruker mer korn til husdyrfôr enn til mat, mens et U-land som India har svært lite korn disponibelt til fôr for husdyr (Lysbilde 25, 19, s. 30). Det store forbruk av korn til husdyr henger sammen med ønske om å få mer kjøtt (avsn. 4.7.), et uttrykk for overflod (affluence, 19).

Ved produksjonen av husdyrprodukter får man i husdyrproduktene igjen bare en del av energi og protein tilført i fôret. Av denne grunn blir det ofte betegnet som sløsing å bruke korn til fôr for husdyr.

Det er klart at korn til mat, herunder også nødhjelp til U-land, må prioriteres. Imidlertid er det betydelige mengder korn som ikke er skikket til mat, men som med fordel kan brukes til husdyrfôr. Det samme gjelder for poteter. Hertil kommer biprodukter (kli og avfall av

s. 139). Tallene i parentes som er ca. 10% høgere, er visstnok mer realistiske.

At U-landene bruker mer enn de produserer, beror på overførslar fra I-landene som bruker mindre enn det blir produsert (differens mellom 618 og 550).

Det er vidare av betydelig interesse at det beregningsmessig trengs 250 kg korn pr. person for å realisere det ksthold som FAO har satt som mål for U-landene i år 2000. Også LESTER BROWN (19, s. 119) angir at det kan gjennomføres en tilstrekkelig ernæring med 250 kg tilgjengelig korn pr. person. Tallene gjelder pr. år.

#### 5.4. Bruk av korn til mat og kraftfôr

Som nevnt før (avsn. 33) har fremgang i jordbruks-teknologi i I-landene ført til betydelig overskudd av korn utover det som trengs til mat. Dette overskuddskorn er som kraftfôr brukt til ekspansjon av husdyrproduksjonen. Det har muliggjort den store økning i konsumet av husdyrprodukter i I-landene.

I følge LESTER BROWN (avsn. 5.1.) vil dette si at Lysbilde 35 mer korn blir konsumert indirekte, altså etter foredling (nytt) til husdyrprodukter. Høgt utviklede I-land bruker mer korn til husdyrfôr enn til mat, mens et U-land som India har svært lite korn disponibelt til fôr for husdyr (Lysbilde 25, 19, s. 30). Det store forbruk av korn til husdyr henger sammen med ønske om å få mer kjøtt (avsn. 4.7.), et uttrykk for overflod (affluence, 19).

Ved produksjonen av husdyrprodukter får man i husdyrproduktene igjen bare en del av energi og protein tilført i fôret. Av denne grunn blir det ofte betegnet som sløsing å bruke korn til fôr for husdyr.

Det er klart at korn til mat, herunder også nødhjelp til U-land, må prioriteres. Imidlertid er det betydelige mengder korn som ikke er skikket til mat, men som med fordel kan brukes til husdyrfôr. Det samme gjelder for poteter. Hertil kommer biprodukter (kli og avfall av

sukkerbeter, poteter, fisk m.m.), som kan brukes til fôr. Fører man drøvtyggere med grovfôr (gras, surfôr, høy, rotvekster, halm), og gir kraftfôr i tillegg som kraftfôr, er utnyttelsen høy (partial-utnyttelse, 12, s. 138, 29). Dette betyr at tapene i husdyrproduksjonen blir mindre enn det populært blir regnet med.

Det er vanlig å regne at 1/7 eller 14% av energien kommer igjen i husdyrproduktene. Som et gjennomsnittstall for energiutbyttet av det samlede fôr, er dette godt begrunnet (4, 12, s. 137). Partial-utnyttelsen ligger høyere, 40-60%, avhengig av definisjonen.

Lysbilde 36 Den kjente utviklingsøkonom WILBRANDT ved Göttingen (B & M 1974) universitet, har angitt, at det ved tilstrekkelig ernæring trengs 365 kg kornekvivalenter pr. person og år (ca. 3000 kcal, 12500 kJ pr. dag). Hvis 70% er korn, blir det ca. 250 kg. WILBRANDT oppgir at ved tilstrekkelig ernæring i U-land blir det brukt 200-250 kg korn-ekvivalent<sup>er</sup> i året pr. person, mot 1000-1500 kg korn-ekvivalenter ved rikelig ernæring i de vestlige I-land. De siste tall ligger imidlertid høyere enn det faktiske kornforbruk, selv i USA (Lysbilde 35, Lysbilde 36, 4, 29).

At WILBRANDT er kommet til for høye verdier for I-landene, beror på at han regnet husdyrproduktene om til korn-ekvivalenter ved å forutsette 1/7 utnyttelse.

I 1960-årene var det sterk økning i bruk av korn til kraftfôr i I-landene. V-Tyskland og Norge øket således forbruket av matmel og kraftfôr med 40% i 1960-årene, fra 320 til 450 kg. <sup>pr. person og år.</sup> Dette beror på den rikelige tilgang på korn i 1960-årene. Det forbruk som disse land og Sverige hadde i 1960-61 er imidlertid tilstrekkelig til å gi godt kosthold. Man kan altså gjennomføre godt europeisk kosthold med 300-400 kg matmel og kraftfôr pr. person og år. Gj.sn., 350 kg, ligger bare 100 kg over den mengde på 250 kg pr. person og år som trengs for å gi U-landene godt kosthold (avsn. 5.3.).

For å begrense bruk av korn til fôr er det innlysende at fôring av husdyr i størst mulig utstrekning må baseres på grovfôr og andre fôrmidler som ikke kan brukes direkte til mat. Dette stiller drøvtyggere grunstig. Man skulle fortsatt kunne regne med å få iallfall moderate mengder husdyrprodukter og dermed også et akseptabelt kosthold (avsn. 3.2. og 4.2.).

#### 5.5. Forbruk av matmel og kraftfôr i Norge

Lysbilde 37 Forbruket av matmel og kraftfôr i Norge holdt seg (B & M 1974) på omkring 300 kg pr. person og år (netto) fra 1875 til 1960 bortsett fra en stigning i 1930-årene og et fall under Annen Verdenskrig (Lysbilde 37, 4, 12). I 1960-årene var det betydelig stigning som nevnt før (avsn. 5.4.), til 420 kg (450 kg i 1973). Under Annen Verdenskrig var vi nede i 170 kg, altså på U-lands-nivå. Vi hadde det likevel bedre enn i U-landene takket være fisk og husdyrprodukter produsert på grovfôr. Potetforbruket under krigen svarte til 40-50 kg korn-ekvivalenter pr. person.

I følge oppgaver av HASUND, brukte vi pr. person <sup>og år.</sup> ca. 120 kg korn i første del av det 18. århundre og ca. 160 kg i siste del av det 18. århundre (netto). 80-90 kg var av norsk produksjon og 40 stigende til 70 kg var importert. Dette synes å bekrefte at I-landene for et par hundre år siden var kanskje enda dårligere stillet enn U-landene nå (avsn. 4.6.). Kostens plantedel kunne i Norge i det 18. århundre knapt ha skaffet mer enn 1300-1600 kcal (5500-6700 kJ) pr. dag. Minst 30% av kostens energi måtte da ha stammet fra dyriske matvarer, selv om energiopptaket ikke settes høyere enn 2000 kcal (8400 kJ) pr. dag.

I 1875 ble det i Norge produsert 190 kg korn (brutto) pr. person. Norsk korn pr. person falt til 110-140 kg i 1900-1950 (Lysbilde 37), men steg fra 1950-årene og er i 1970-årene kommet opp i 200-250 kg, fullt så mye som i 1875, tiltross for fordobling av befolkningen i dette

tidsrom. Dette gunstige trekk kan tilskrives fremgang i kornproduksjonens teknologi.

#### 5.6. Prognoser for det globale kornbehov 1980-90

Lysbilde 38  
(nytt, M. &  
R., 1975)

FAO har med utgangspunkt i faktisk forbruk i 1970 (1969-71) projisert behovet for korn i 1980-90 ved å bygge på ventet befolkningsøkning og trendutvikling i inntekter (Lysbilde 38, 31, 8). Verdiene synes nærmest å ha karakter av nettotall.

Det dreier seg om en betydelig økning i behovet for korn. Dette gjelder særlig behovet for korn til mat i U-landene, men også behovet for korn til fôr øker ved den bedring i kostholdet som regnes å følge med stigningen i inntekter.

Det regnes med eksponensielle vekstrater for økningen i matbehovet på 2,4% pr. år for hele verden, 1,5% for I-landene og 3,4% for U-landene. U-landene skulle da kunne øke det daglige energikonsum pr. person fra 2200 kcal (9200 kJ) i 1970 til 2480 kcal (10400 kJ) i 1990.

For vurdering av mulighetene for å produsere de mengder korn som svarer til de beregnede behov, bygger FAO på trend i perioden 1961-73 da matproduksjonen øket med:

- 2,7% pr. år i hele verden
- 2,8% " " " I-landene
- 2,6% " " " U-landene

Forutsatt at det kan regnes med disse eksponensielle vekstrater, vil I-landene ha overkapasitet for matproduksjon (økning pr. år 1,5% for behov og 2,8% for produksjon), mens det i U-landene vil bli produsert for lite (økning pr. år 3,4% for behov, 2,6% for produksjon). FAO anslår at U-landene, unntatt China, i 1985 vil ha et underskudd på 85 mill. tonn mot 16 mill. tonn i 1970. I tilfelle dårlige år kan underskuddet bli 100 mill. tonn eller mer (8, 31).

Da det regnes med muligheter for et mer variabelt klima i årene fremover (se senere) er det tvil om man kan bygge på trend fra 1960-årene som var en klimamessig gunstig periode. Det er videre tvilsomt å projisere (ekstrapolere) ved bruk av eksponensielle vekstrater. Lineære vekstrater er sannsynligvis bedre begrunnet. Basert på trend for perioden 1961-73 angir FAO (31, s. 107) en lineær vekstrate på 2,1% mot 2,7% i eksponensiell vekstrate (hele verden, se ovenfor).

Ved å regne med en lineær økning av verdens matproduksjon på 3% pr. år kom WORTMAN (34, s. 34) til mindre økning i matproduksjonen enn FAO kom til ved å forutsette eksponensiell vekst (Lysbilde 38). Dette vil i tilfelle bety at det ikke blir så mye korn til husdyr-fôr som FAO har regnet med, og at man heller ikke vil få den bedring i kostholdet som skulle følge av den forutsatte stigning i inntekter. Ved 3% lineær økning i matproduksjonen pr. år finner imidlertid WORTMAN (34) at det vil bli mulig å skaffe nok mat til den økede befolkning i årene fremover, iallfall til 2000-2050.

#### 5.7. Mathjelp til U-landene

Analyser i 1960-årene av USDA og OECD viste at U-landene ikke er istand til å øke matproduksjonen så raskt som matbehovet stiger (4). Dette er i overensstemmelse med den før nevnte prognose av FAO (avsn. 5.6.). U-landene skulle følgelig trenge tilførsler fra I-landene.

I 1968-71, da oppfatningen var preget av den grønne revolusjon, ble det fremholdt at U-landene kan produsere den mat de trenger, og at I-landene måtte være villige til import, f.eks. av sukker (4).

Klimavekslinger og energikrise har fra 1972-73 igjen gjort det aktuelt med tilførsler slik som den nevnte prognose av FAO viser (avsn. 5.6.).

Det er imidlertid en godt begrunnet oppfatning som danner basis for de fleste U-hjelpsprogrammer, at U-landene må ta sikte på å øke sin egen matproduksjon for å få varig bedring (30). Stadige tilførsler av billig mat kan medføre at U-landenes egen produksjon ikke blir lønnsom og produksjonen vil da bli hemmet. Både i I-land og i U-land er det tendensertil å holde jordbruksprisene nede for å skaffe bybefolkningen billig mat, ofte en betingelse for å unngå uro.

Det er en selvfølge at det trengs mattilførsler når det kreves nødhjelp i tilfelle uår eller andre katastrofer. Slik hjelp forutsetter internasjonalt samarbeide (23). Hvis hjelp skal bli effektiv, er det nødvendig at U-landene har et noenlunde utbygget transport- og fordelingsapparat, gjerne regnet inn under s.k. Infrastruktur.

#### 5.8. Befolkningstilvekst og matproduksjon

Overførsler av mat fra I-landene er viktige i nødsituasjoner. Selv lik fordeling av den mat som blir produsert i verden, vil imidlertid hjelpe bare en begrenset tid. Regner man at verdens kornproduksjon er 1300 mill. tonn pr. år (avsn. 5.2.), og at den fordeles likt med 250 kg pr. person (avsn. 5.3.), vil kornproduksjonen strekke til for bare 5,2 mrd. mennesker, et antall som vil være nådd allerede om 10-15 år (4). Økning av matproduksjonen er altså nødvendig.

Lysbilde 39  
(M., 1973)

Under den grønne revolusjon 1966-1970 hadde U-landene betydelig økning i den totale matproduksjon men bare liten økning i mattilgangen pr. person (Lysbilde 38, 29).

Lysbilde 40  
(nytt 1976)

Man får det samme bilde for India 1950-70 (Lysbilde 40, 14, s. 542). Kornproduksjonen er fordoblet. Tross betydelig kornimport (unntatt 1971-72) er mengden av tilgjengelig korn (netto) pr. person nærmest uendret og i år med monsunsvikt er det nedgang. Den store befolkningstilvekst forklarer dette.



Når det gjelder befolkningstilvekst, er Sør-Asia det mest utsatte område (avsn. 4.5.), p.g.a. det store antall mennesker som lever der. I følge en analyse kan befolkningen i dette område øke fra 1,3 milliarder i 1975 til 3,8 milliarder i 2025, altså 2,9 ganger. Sør-Asia vil da trenge tilført 500 mill. tonn korn, to ganger den nåværende produksjon i Nord-Amerika ! (35, s. 120). For andre regioner regnes det med at matproduksjonen vil holde følge med befolkningen (23, s. 17).

Utviklingen i China er et lyspunkt. I løpet av 10-15 år har dette land øket matproduksjonen så mye at China tilnærmet har nådd 250 kg korn pr. person, det mål som er satt av FAO. Hunger er eliminert. Det som har medvirket til dette resultat er, foruten Chinas bondekommunisme, bedret jordbruksteknologi samt fødselskontroll (35). Disse to forhold er tidligere nevnt som viktige midler til å oppnå bedre kosthold i U-landene (avsn. 4.7.) Det er åpenbart at man ikke kan neglisjere befolkningstilveksten når det er tale om global matforsyning.

#### 5.9. Verdenshandelen med korn

I 1930-årene var Vest-Europa den eneste region som importerte korn, mens alle andre regioner var eksportører (12, s. 141, 29, 32).

Lysbilde 41  
(R 3/5-76)

Så sent som i 1948-50 var Vest-Europa fremdeles den dominerende importør, men er i 1970-årene kommet ned i bare 20-25% av verdens nettohandel med korn. Særlig Asia er nå en stor importør, et uttrykk for at "The Pacific Trade" er blitt viktigere for Nord-Amerika enn "The Atlantic Trade". Også Øst-Europa og Sovjetunionen er blitt betydelige importører som følge av fremgang i kostholdet. Av samme grunn (avsn. 4.7.), er i Asia Japan sterkt avhengig av import. Av et samlet forbruk på 33 mill. tonn korn i 1973-74 ble det

importert 19 mill. tonn (12, s. 141).

Med 21-22 mill. tonn pr. år importerer Vest-Europa nå mindre korn enn i 1930-årene (24 mill. tonn).

Tørken i 1976 kan gi en forbigående økning av importen.

OECD (37) antar at kornimporten i Vest-Europa kan gå mot null i 1985 p.g.a. stor produksjonskapasitet, mens importen i Japan av hvete, fôrkor og soyabønner kan komme opp i 27 mill. tonn. Som nevnt før (avsn. 2.5., se også senere), har Japan lite jordbruksareal i forhold til befolkningen.

## 6. Ressurser for matproduksjonen i jordbruket

### 6.1. Ressursbegrepet

#### 6.1.1. Definisjon av ressurser

Som allerede antydnet (avsn. 2.4., 3.1., 3.2.), er mennesker, i motsetning til dyr ved sine hender og sin intelligens i stand til å gjøre bruk av hjelpemidler. Ressurser kan defineres som kilder for slike hjelpemidler. Man kan dele ressursene i to grupper, fornybare, f.eks. jord og vann, og ikke fornybare, f.eks. olje (petroleum).

#### 6.1.2. Reserver og ressurser

#### Lysbilde 42

(R 3/5-76)

Det s.k. ressurs-rektangel (ROSENQVIST) illustrerer det man i geologien kaller en mineralressurs (Lysbilde 42, 12, s. 28). Til venstre er vist den del som er oppdaget og som igjen deles i påvist mengde (90-100% sikkerhet), sannsynlig mengde (70-90% sikkerhet) og mulig mengde (30-70% sikkerhet). Den øverste del til venstre, som omfatter både påviste, sannsynlige og mulige mengder, kalles reserver. Det er den del som kan utnyttes økonomisk ved dagens teknologi og prisforhold. Når man beveger seg nedover, stiger kostnadene ved utdriving. Den del av de oppdagede forekomster som ligger nærmest reservene, kalles paramarginale, d.v.s. de ligger på grensen for økonomisk utnyttelse. Deretter kommer de submarginale ressurser. Ved bedre teknologi og/eller høyere priser, kan det bli økonomisk å utnytte også disse. Hva teknologi betyr, kan illustreres ved et eksempel. Ved århundreskiftet måtte en bergart inneholde 3% kobber for å kunne regnes som kobbermalm som det var mulig å utnytte økonomisk. Nå blir kobber utdrevet av forekomster med et innhold helt ned til 0,5% (12, s. 26).

Til høyre i rektangelet er vist de uoppdagede forekomster hvor man kan regne med bare 30, fallende til under 10% sikkerhet.

Ressursdiagrammet gjelder også for andre ressurser enn mineraler. Når det gjelder ikke oppdagede forekomster av petroleum i Nordsjøen, kan man således tale om hypotetiske forekomster sør for 62. breddegrad og om spekulative forekomster nord for denne breddegrad.

#### 6.1.3. Substitusjon

De viktige metaller jern og aluminium er mye utbredt, idet de utgjør henholdsvis 5 og 8% av jordskorpen. Mangel på disse metaller er derfor ikke tenkelig. For metaller som kvikksølv, sink, tinn, bly og kobber vil ved nåværende forbruk, de kjente reserver derimot være bare i 20-50 år. Det foreligger imidlertid store muligheter for substitusjon når det gjelder metaller. Dette vil si at metaller som det er lite av, kan erstattes av andre. Eksempelvis er det mulig å erstatte kobber og sink med aluminium.

Det kan her merkes, at når det gjelder bruk av fosfor som plantenæringsstoff, foreligger det ikke mulighet for erstatning med andre mineraler.

#### 6.1.4. Gjenvinning

Når det gjelder metaller, kan de gjenvinnes og brukes Lysbilde 43 om igjen (resirkulering). Ved liten vekst og ved kort (R 3/5-76) levetid kan en vesentlig del av metallbehovet, 60-90%, dekkes av skrap hvis dette blir tatt godt vare på (Lysbilde 43, 12, s. 30). Ved gjenvinning sparer man betydelige Lysbilde 44 mengder energi, og man får mindre forurensninger enn ved å (M. 1973) gå ut fra jernmalm eller tremasse, når man vil fremstille henholdsvis stål og papir (Lysbilde 44, 29, s. 71).

Når det gjelder gjenvinning, er det for en biolog fristende å nevne, at et mineralstoff funksjonerer så lenge det er i organismen. Etter utskillelse kan det ved å tilføres på nytt, fortsette sin funksjon. Det er en skarp kontrast fra de organiske stoffer, som brukes som energikilde og som kan brukes bare en gang.

#### 6.1.5. Kritiske ressurser

Bortsett fra fosfor, er det lite sannsynlig at mineralressursene vil bli uttappet selv på lang sikt, forutsatt man gjør bruk av substitusjon og gjenvinning.

Energi er derimot en kritisk ressurs. Økonomisk utvikling er sterkt avhengig av tilgang på energi. Som energikilde dominerer nå fossilt brensel, olje, gass og kull. Fossilt brensel vil imidlertid ta slutt, og alternative energikilder er derfor en forutsetning for fortsatt økonomisk utvikling (se senere).

Ved siden av energi er det de fornybare ressurser mat og vann som synes å være de mest kritiske.

#### 6.1.6. Ressurser for matproduksjonen i jordbruket

De viktigste ressurser for matproduksjonen i jordbruket er jord, klima, teknologi, gjødsel og energi. Disse vil bli behandlet i det følgende.

Framstillingen blir innskrenket til å gjelde jordbruket, selv om også fiskeriene er viktige når det gjelder matforsyning (avsn. 3.3.).

### 6.2. Jord

#### 6.2.1. Jordbruksareal pr. person

Jord er den viktigste ressurs i matproduksjonen. For å få et uttrykk for potensialet for matproduksjon, har man regnet med jordbruksarealet pr. person (innbygger). Man får derved også uttrykk for befolkningspresset.

#### Lysbilde 45

De gamle kulturland i Asia og Europa er de tettest (B & M 1974) befolkede regioner (avsn. 2.5.). Disse regioner har altså minst dyrket jord pr. innbygger (Lysbilde 45, 4, s. 182). Det meste av den dyrkbare jord er videre dyrket.

De andre regioner disponerer over mye dyrket jord pr. innbygger, og de har også mye dyrkbar jord. Dette gjelder særlig Oceania, Sør-Amerika og Afrika.

Den danske landbruksøkonom A.P. JACOBSEN la i 1950-årene stort arbeide på å sammenstille oppgaver over jordbruksareal pr. person i ulike regioner og land. Her er tatt med de land som i 1950-årene ifølge hans oppgaver, Lysbilde 46 hadde mindre enn 3 da jordbruksareal pr. innbygger (B&M, 1974) (Lysbilde 46, 4, s. 183).

I Afrika var det Egypt, I Central-Amerika tre land i det Karibiske hav, i Asia seks land og i Europa fire land, bl.a. Norge, som lå under denne grense.

I sammenstillingen (Lysbilde 46) er det for noen land også tatt med senere oppgaver fra 1967 og 1974. Disse viser en tildels uhyggelig tendens til nedgang i jordbruksarealet pr. innbygger. Japan, Korea og Egypt hadde i 1967 under 1 da jordbruksareal pr. person. Fra 1950-årene til 1967 avtok jordbruksarealet pr. person med 33% i Egypt og 48% i Korea. I Japan var nedgangen 27% fra 1950-årene til 1974. Med ca.  $\frac{1}{2}$  da jordbruksareal pr. person er det forståelig at Japan er sterkt avhengig av kornimport (avsn. 5.9.), særlig når det blir tatt hensyn til økningen i konsumet av husdyrprodukter fra 1950 (avsn. 4.7.).

Det synes å være innlysende, at i flere land og regioner er befolkningspress en kritisk faktor, og dette vil bli tilfelle i enda sterkere grad i fremtiden. Selv om det skulle lykkes å gjennomføre LESTER BROWN's program for befolkningsstabilisering (avsn. 2.8., lysbilde 17), vil f.eks. Egypt med 61 mill. mennesker i år 2015 få bare ca.  $\frac{1}{2}$  da jordbruksareal pr. person.

Flere europeiske land har også lite jord pr. innbygger (lysbylde 46), men de er bedre stillet enn U-landene p.g.a. moderat befolkningstilvekst. Fra 1950-årene til 1974 har jordbruksarealet pr. person avtatt med ca. 20% i de europeiske land som er med i sammenstillingen (lysbylde 46). Hertil kommer at Vest-Europa står gunstig m.h.t. jord og klima (se senere).

### 6.2.2. Jordbruksareal og dyrket jord

A.P. JACOBSEN regnet med hele jordbruksarealet, både grasland (eng, beiter) og dyrket jord d.v.s. åker og eng i skiftebruk (tillage and temporary grassland).

Lysbilde 47  
(nytt)

I følge OECD-oppgaver (Lysbilde 47, 38) er en del oversjøiske land meget rike på jord. Det gjelder således Oceania og Nord-Amerika som er de viktigste eksport-regioner for matvarer (avsn. 5.9.).

Av jordrike land i Europa kan nevnes Irland, Frankrike, og de skandinaviske land, med unntagelse av Norge.

Sveits og Nederland har lite dyrket jord (åker), men mye grasland i tillegg, henholdsvis i fjellområder og marskområder (Friesland). Av andre europeiske land med mye grasland pr. innbygger, kan nevnes V.-Tyskland, Storbritannia og særlig Irland og Island. For China er angitt 1,3 da dyrket jord pr. innbygger (36), det samme som Storbritannia. I Norge (Jordbrukstelling 1969) er 63% av jordbruksarealet eng og kulturbeite, det meste på dyrket jord.

### 6.2.3. Jordkvalitet

Jordarealet pr. person er et meget grovt mål for potensialet for matproduksjon. Klima samt jordens kvalitet og beliggenhet, kommer også inn i bildet. Hertil spiller den teknologiske utvikling stor rolle for produksjonens størrelse (se senere). Forf. har derfor fremholdt, at man ved siden av jordbruksarealet pr. innbygger, bør regne med kornavlingen pr. innbygger som mål for potensialet for matproduksjon (avsn. 5.1., 30, s. 26, 32, s. 14).

Jordkvaliteten veksler sterkt mellom regioner, delvis avhengig av klima (se senere). Fra historien er kjent at tidligere verdensriker som Persia, Egypt, Roma og Peru baserte sin eksistens på fruktbare jordområder, gjerne sletter og daler omkring elver (TOYNBEE, 30, s. 26).

For å få uttrykk for produksjonsevnen av ulike jorder, er det prøvet omregning til "standard farmland" (32, s. 14).

En detaljert gjennomgåelse av jord som produksjonsfaktor blir antatt å ligge utenfor rammen av disse forelesninger. I avsnittet om klima, vil imidlertid ulike klima- og jordbrukssoner bli omtalt.

### 6.3. Klima

#### 6.3.1. Innledning

Ved siden av jord er klima den viktigste men også den mest usikre ressurs i matproduksjonen. En tidligere driftsleder ved NLH, O.L. BÆRØE, sa meget treffende, at "et år blir aldri så godt som man håper, men heller ikke så dårlig som man frykter". Med klima tenker man gjerne på temperatur og nedbør. Mer fullstendig kan man tale om et klimatisk system som omfatter luft, vann, is, jord, samt plante- og dyreliv (40, s. 19). Læren om klima kalles klimatologi. Man taler om paleoklimatologi når det gjelder klimaet i eldre tid (39).

Etter svikten i verdens matvareproduksjon i 1972, er det stor interesse for den betydning som klimavekslinger kan få for den fremtidige matproduksjon. Det er stor usikkerhet når det gjelder dette spørsmål, og det er derfor nødvendig å styrke den klimatologiske forskning (39, 40).

#### 6.3.2. Klimautvikling

Ved metoder (39, 40) som ikke skal drøftes her, har det lyktes å påvise trend i klimautviklingen i den siste million år. Det blir her bygget på en rapport fra National Academy of Sciences (NAS, 40, 39).

Lysbilde 48  
(KLIMA)

Øverst til venstre (Lysbilde 48, 39, 40) er vist lufttemperaturen på den nordlige halvkule (0-80. breddegrad) i de siste hundre år. Det har vært betydelig temperaturstigning fra 1880 til 1940 med fall senere.



Man har påvist at langs nordkanten av Golfstrømmen er havvannstemperaturen gått ned med  $0,57^{\circ}\text{C}$  fra 1951-55 til 1968-72 (23).

Øverst til høyre (Lysbilde 48) er gjengitt en indeks for vintertemperaturen i Øst-Europa de siste tusen år. Ifølge denne indeks har det siste århundre vært det varmeste på tusen år. Videre har vi i dette århundre hatt den varmeste 30-40 års periode på tusen år. Mest bemerkelsesverdig ved klimautviklingen i de siste tusen år er for øvrig den s.k. lille istid, 1430-1850, karakterisert ved lange alvorlige vintre og korte våte somre. Temperaturen var  $1,5^{\circ}\text{C}$  lågere enn nå. Det ser ut som at man hadde de lågste temperaturer mellom 1400 og 1500 og mellom 1600 og 1700, men også omkring 1750 var det mange kalde år.

Under den lille istid hadde vi i Norge mange uår, tildels med hunger. Det er sannsynlig at denne uheldige klimaendring medvirket både til den norske nedgangstid mellom 1400 og 1800 og til at den svenske stormaktsstilling gikk tapt i 1719.

Nederst til venstre (Lysbilde 48) er vist trend i lufttemperaturen på den nordlige halvkule de siste femten tusen år. For 14000 - 22000 år siden hadde man den siste store istid med temperaturer  $8^{\circ}\text{C}$  lågere enn nå. Etter den yngre Dryas kulde periode har man de siste ti tusen år hatt den varme, s.k. interglaciale periode, som vi fremdeles er inne i. Varmest var det for 5000-7000 år siden (klimatisk optimum).

Av figuren for klimautviklingen, de siste femten tusen år (Lysbilde 48, nederst til venstre) går det fram at det foruten den lille istid, har vært minst to tilsvarende perioder med låge temperaturer tidligere. Disse kalde perioder blir antatt å kunne forklares ved en cyklus på 2500 år med ca.  $2^{\circ}\text{C}$  forskjell mellom lågste og høgste temperatur og med kolde perioder på noen hundre år (39, 40).

Nederst til høyre (Lysbilde 48) er vist trend for lufttemperaturen på den nordlige halvkule de siste 100-150 tusen år. For 135000 år siden hadde man den nest siste store istid med like låge temperaturer som under siste store istid. For 125000 år siden ble den nest siste store istid fulgt av den nest siste varme interglaciale periode. Etter denne ble det avkjøling, men med store temperaturvekslinger. Foruten den før nevnte 2500 års cyklus, blir det antydnet en 20000 års cyklus med 3°C forskjell mellom lågste og høgste temperatur. Ved samspill mellom disse to sykler, kan det bli stort temperaturfall slik som det øyensynlig var tilfelle for 75000 år siden (Lysbilde 48). Gjennom de følgende 60 tusen år, inntil 14-15 tusen år siden, ved avslutningen av den siste store istid, er det konstatert betydelig tilbakegang i plante- og dyreliv i Europa (39).

Endelig kan nevnes at det i den siste million år er konstatert iallfall 7 store istider med ca. 100 000 års mellomrom. Dette skulle tyde på en cyklus på 100 000 år med 8°C forskjell mellom lågste og høgste temperatur. De store istider er alle etterfulgt av varme interglaciale perioder av en lengde på 10 000 ( $\pm$  2000) år. Samlet har de interglaciale perioder utgjort bare 8-10% av de siste 700 000 år (39, 40).

### 6.3.3. Klimautviklingen i Island

Enkelte mener at klimautviklingen i Island og Grønland kan gi holdepunkter om klimautviklingen i Europa (8, 9).

Lysbilde 49  
(M & R 1975)

BERGTHORSON har beregnet årstemperaturen i Island i de siste tusen år (Lysbilde 49, 41). Firti år av dette århundre har vært den varmeste periode på tusen år med en temperaturstigning fra århundreskiftet på ca. 2°C. Temperaturen i Island i dette århundre faller nær sammen med gj.sn. for den nordlige halvkule (Lysbilde 49, svart linje). Det var i Island gunstig klima mellom

1000 og 1200 som sannsynligvis var en god periode i Skandinavia. Den lille istid varte i Island fram til 1900 og var særlig alvorlig mellom 1600 og 1800. I det 18. århundre falt folketallet i Island fra vel 50 000 (1703) til omkring 35 000 (39).

#### 6.3.4. Klimacykler

Hvorvidt det er periodiske vekslinger i klima, s.k. sykler (flertall av cyklus) er omstridt (39). Noen mener at klimavekslinger er rent tilfeldige, men denne oppfatning kan neppe opprettholdes (40, s. 41).

Ovenfor er nevnt sykler på

- 100 000 år
- 20 000 år
- 2 500 år

Hertil har det vært tale om kortere sykler, f.eks. ca. 200 år og ca. 100 år (39, 40). Sykler på 70 år har også vært antydnet.

I en cyklus kan temperaturen falle til et visst punkt hvoretter man får stigning. For tørke i Sahelområdet i Afrika har det vært tale om sykler på 30-33 år. Det ligger nær halvparten av en cyklus på 70 år.

Når det gjelder tørke i preriostatene i Nord-Amerika, skal det dreie seg om sykler på 20-23 år.

#### 6.3.5. Forutsigelse av klima

Selv om man må regne med at det eksisterer klimacykler, er det ikke mulig å forutsi klimaet ved vår nåværende viden. Det er imidlertid mulig at man ved forskning, senere kan få bedre grunnlag for å uttale seg om fremtidig klimautvikling (39).

Selv om man ikke kan forutsi klimaet, betyr dette aldeles ikke at klimaet kan neglisjeres. Det er urovekkende at vi i dette århundre har hatt det gunstigste klima på tusen år (avsn. 6.3.2., 6.3.3.), og at det nå er

konstatert temperaturfall. Vi er nemlig blitt stadig mer avhengig av et stabilt gunstig klima når det gjelder å dekke behovene for mat, vann og energi (39, 40).

Vi vet med sikkerhet, at vi har hatt og vil få klimavekslinger. Det er sannsynlig at den nåværende varme interglaciale periode på lang sikt vil bli avløst av kaldere klima. Når det vil skje og hvor alvorlige endringene vil bli, kan imidlertid ikke forutsies. "Det kan ta flere tusen år, men det kan også bli en alvorlig avkjøling i de neste århundrer" (40, s. 189, 39). Kortere sykler kan heller ikke forutsies, selv om det har vært antydning at det vil gå 40-60 år før vi får like gunstig klima som det vi har hatt i dette århundre.

Ved avkjøling vil veksttiden bli forkortet og avlingene redusert. De regioner som i tilfelle vil bli mest berørt er Nord-Europa, Nord-Russland, Nord-China og Canada, mens USA og Argentina neppe vil bli berørt (39, 41).

#### 6.3.6. Vekslinger i nedbør

Lysbilde 50  
(Klima)

Det er store vekslinger mellom regioner når det gjelder nedbørmengder. På verdenskartet (Lysbilde 50, 39, 40) angir de lyse områder regioner med under 10-15% avvikelser fra normal årlig nedbør, mens det i de mørkeste områder er 30-40 og endog over 40% årlige avvikelser. Blandt de regioner som har minst variasjon i nedbør, er Nord-Europa, Japan, en del av China og et belte omkring ekvator.

#### 6.3.7. Sirkulasjon (Luftstrømninger)

Foreliggende hypoteser om årsaker til klimavekslinger vil ikke bli drøftet her. Det er imidlertid grunn til å peke på at luftsirkulasjonen er viktig både når det gjelder klimasoner (se senere) og klimavekslinger.

Lufttemperaturen ved jordoverflaten er resultat av likevekt mellom inngående solstråling og utgående varme-

Lysbilde 51  
(Klima)

stråling. Oppvarmingen ved solstrålingen er størst ved ekvator, og minst ved polene. Ved luftstrømninger (vinder) skjer det en delvis utjevning. Den oppvarmede luft stiger ved ekvator, og den kalde luft synker ved polene. Foruten stigende og synkende luft ved henholdsvis ekvator og polene, fins det også et par mellomliggende soner. Ved 25.-30. breddegrad synker luften ned fra høyere lag. Man har her høgtrykk og østlige vinder mot sør (nordlige halvkule). Ved 50.-60. breddegrad presses luften opp i høyden. Det er her lågtrykk med vestlige vinder fra sør og østlige polarvinder fra nord (nordlige halvkule). (Lysbilde 51, 74, s. 89).

Sirkulasjonen påvirkes av flere forhold som jordrotasjonen, friksjon mot jordoverflaten (fjell) og havene. Disse forhold kan bidra til ulikhet i klima mellom ulike regioner.

#### 6.3.8. Variabelt klima

Avkjøling synes å medføre mer variabelt klima.

Lysbilde 52  
(Klima)

I varme perioder har man s.k. sonal sirkulasjon med overveiende vestlige vinder. Man kan da få noen sterke trykksentre som gir et jevnt værmønster fra måned til måned eller fra sesong til sesong (Lysbilde 52, til venstre, 39).

I kalde perioder har man mange, men svake høg- og lågtrykksentre, s.k. meridional sirkulasjon (Lysbilde 52, til høyre). Disse trykksentre stagnerer over store områder for flere måneder. Dette vil kunne medføre vekslinger mellom kaldt og varmt vær og mellom tørke og oversvømmelser. Samtidig som det har foregått en avkjøling på den nordlige halvkule, kan man altså i enkelte regioner få ekstremt varmt og tørt vær og i tilliggende regioner ekstremt kaldt og vått vær.

Det er antydnet at vi er kommet inn i en periode med kaldere og mer variabelt klima (39), en oppfatning man i 1970-årene kanskje kan sies å støtte.

Man har vært inne på at avkjøling på høyere breddegrader (mot nord) kan medføre at det oftere blir monsunsvikt i sørlige områder (39). Dette kan få svært alvorlige følger for matproduksjonen i disse områder.

#### 6.3.9. Utjevning av klima

Endringer i sirkulasjonen kan medføre utjevninger eller kompensasjon mellom regioner.

Det er kjent at varmt og tørt vær i det sønnenfjeldske Norge ofte følges av kaldt og vått vær i det nordenfjeldske.

Vest-Europa hadde i 1962-66 kaldt og vått sommervær, mens øststatene i USA hadde ekstremt varmt og tørt vær. Mens Europa har hatt milde vintre i 1970-årene, har det vært kalde vintre i Canada. Det er antydning utjevning også mellom den nordlige og sørlige halvkule (39).

#### 6.3.10. Menneskelig påvirkning av klimaet

Det blir diskutert om jordbruk og industri ved å gi øket innhold av partikler (støv) i luften, kan bidra til refleksjon av solstråler og derved gi avkjøling (39).

Øket CO<sub>2</sub>-innhold i luften p.g.a. forbrenning av fossilt brensel, kan bidra til å holde tilbake langbølget utstråling fra jorden og derved gi temperaturstigning (drivhuseffekt) som motvirker naturlig avkjøling. Sammenlignet med 1850 er luftens innhold av CO<sub>2</sub> øket med 13%. 10% endring i CO<sub>2</sub> antas å endre den midlere lufttemperatur med 0,3°C (39).

Det ble i 1976 antydning at en endring av Ozonprofilen - høyden av Ozonlaget - kan ha virkning på klimaet (59). Ozonlaget kan påvirkes av menneskelige inngrep (spraybokser, overlydsfly, N-gjødsling), men også av naturlige hendelser (60).

### 6.3.11. Klima og jordbrukssoner

Plassen tillater bare å gi en kort orientering. Den meteorologiske ekvator ligger i de fleste områder 5 breddegrader nord for den geografiske ekvator (42).

20.-25 breddegrader nord og sør for den meteorologiske ekvator er det ikke frost. Det s.k. tropiske regnskogområde (humid tropics) omfatter 5 breddegrader på hver side av den meteorologiske ekvator (42). Nedbøren er stor som følge av oppstigende luft (avsn. 6.3.7.), og jorden er sterkt utvasket og næringsfattig (laterittisk jord). Matproduksjon i dette område byr på store problemer. Etter bruk i 2-4 år er det vanlig å la jorden ligge brakk (under bush) for inntil 15 år før den igjen kan gi brukbart utbytte. Ved forskning prøver man nå å finne teknologi avpasset for disse områder (43).

På hver side av det tropiske regnskogområde har man de tropiske monsunområder med sesongmessig skifte mellom vått og tørt klima. Det er ikke vinterfrost. Maksimum for solstråling, temperatur og nedbør faller sammen. Områdene er ideelle for produksjon av ris, andre kornarter og oljefrø.(42).

Med de tørkeutsatte Savannaområder som overgang, følger mellom 20. og 25. breddegrad på hver halvkule, områder med subtropisk ørkenklima. Dette har sammenheng med at luften synker fra høyere lag ved 25.-30. breddegrad (avsn. 6.3.7.). Ørkenregionene ligger mellom 20. og 35. breddegrad nord og sør for den meteorologiske ekvator. De utgjør 25% av verdens landarealer (42), kanskje vel 1/3 når semiaride områder regnes med (47). Jorden er tildels bra, men nedbør er en kritisk faktor. Det kreves ofte vanning for å få brukbare avlinger. Raskvoksende hirse og tørketålende sorghum (durra, milo) er best skikket i disse områder. Nord og sør for de store ørkener har man ved 30-35. breddegrad på begge halvkuler subtropisk middelhavsklima, ofte med frost om vinteren. Medbøren faller om vinteren, mens sommeren er tørr og varm. Vinterhvete passer i dette klima, samt

gras som vokser i den kalde del av året (42).

Mellom 35. og 55. breddegrad på den nordlige halvkule og mellom 30. og 45. breddegrad på den sørlige halvkule, har man deretter belter med temperert klima (42). Det kan være betydelig sesongvariasjon i nedbør, temperatur og solstråling. Man har skogklima med nedbør gjennom hele året (lignende som tropiske regnskogområder), men også graslandsklima (stepper, prerier) med varm sommer og mye nedbør vår og sommer (lignende som tropiske monsunområder). Disse graslandsområder er særlig godt skikket for produksjon av hvete. Jorden er næringsrik. Når det gjelder jord og klima, har man i den tempererte sone noen av de best stilte regioner i Verden. Her kan nevnes Vest-Europa, ikke minst Nordsjølandene, Øst-China, Japan og særlig Sentralstatene i USA.

I Afrika som har 23% av de ikke isdekkede landarealer i verden er det mye dårlig jord. 1/5 av jorden er potensielt dyrkbar. Av den dyrkbare jord er 57% laterittisk jord og 20% ørken-jord. Bare 7% av den dyrkbare jord er naturlig rik alluvial jord (sedimenter) f.eks. Nil-dalen. Ytterligere 7% er av bra kvalitet. Hertil kommer at nedbøren i Afrika er dårlig fordelt. Mere enn halvparten av Afrika er arid eller semiarid (REVELLE, 44, s. 166-167).

For nærmere opplysninger om klima og jordbruksområder, henvises ellers til andre kilder (47, 48, s. 254, 49, s. 15).

#### 6.3.12. Klima og matproduksjon

Matproduksjonen er i avgjørende grad bestemt av klimaet. Det er nevnt at forkortelse av veksttiden som følge av avkjøling, kan føre til reduserte avlinger (avsn. 6.3.5.). Nedbørsvikt kan begrense tilgangen på den viktige vekstfaktor vann som tidligere er betegnet som en kritisk ressurs (avsn. 6.1.5.).



Lysbilde 53 . Følgende tall (Lysbilde 53) illustreer hvorledes  
(Nytt) planteproduksjonen blir påvirket av klimaet (DEEVEY, 45,  
s. 194):

	<u>Nettoproduksjon pr. år</u> <u>g Carbon pr. m<sup>2</sup></u>
Gras, fuktige forhold	179
" semi-aride "	28
Andre planter, våtland	690
" " ørken	16
" " tundra	8
" " permanent frosset jord	0

Lysbilde 54 Under den siste store istid var f.eks. Skandinavia,  
(Klima) Canada og deler av USA dekket av is (39). I Europa var  
det tundra nord for Alpene (Lysbilde 54, 46, s..291).

Under de store istider var betingelsene for å over-  
leve best i de tropiske strøk i Afrika og Sør-Asia.  
Det er derfor naturlig at disse områder har vært menneske-  
hetens vugge (avsn. 3.1.). Under de store istider synes  
det å ha vært god tilgang på vann i områder som nå er  
aride, nærmest ørkener (MENARD, 46, s. 285-286).

Lystilde 55 Amerika synes å ha blitt befolket først etter siste  
(Klima) store istid, mens det i Europa og andre land i den nå-  
værende tempererte sone sannsynligvis var en avfolkning  
under den siste store istid med nyinnflytting senere.  
(Lysbilde 55, 46, s. 289).

### 6.3.13. Vanning

Vann er allerede nevnt som en kritisk ressurs  
(avsn. 6.1.5., 6.3.12). I mange aride og semiaride  
områder er vanning nødvendig for å øke matproduksjonen.

Det gjelder i første rekke å ta vare på det vann  
det er naturlig tilgang på, f.eks. ved å bygge dammer  
for å samle vann i perioder med overskuddsnedbør.

Utnyttelse av elver for vanning har tradisjoner  
tilbake til Egypt og de gamle kulturer i Midtøsten,  
samt mange andre områder (18, s. 93). Fra 1950 til 1970

var det stor ekspansjon av vanning. Ved betydelig manuell innsats ble det således oppnådd store resultater i China (18, s. 94, 36).

Rørbrønner med pumper er brukt med gode resultater i Pakistan og India og har bl.a. bidratt til å hindre den saltavleiring som fant sted ved tradisjonelle vanningsmetoder (18, s. 96).

Det kan ikke tappes mer vann enn det renner til. De lettest nyttbare vanningsmuligheter er allerede tatt i bruk. For perioden 1970-2000 regnes det med vesentlig mindre vekstrater for vanning enn for perioden 1950-1970 (18, s. 103).

Det er et problem at en del metoder for vanning er meget energikrevende (23). Dette gjelder i enda høyere grad avsaltning av havvann. Denne kan foregå ved destillasjon, en metode som er tatt i bruk i det energirike Saudi-Arabia (50).

Saltinnholdet i brakkvann kan fjernes ved å presse vannet gjennom en membran ved mindre omkostninger og energiforbruk enn destillasjon (50).

Knapp tilgang på energi og store omkostninger gjør det lite sannsynlig at avsaltning av havvann vil få noen større betydning i matproduksjonen. I de store aride områder i verden er det neppe noen annen utvei enn å tilpasse befolkningspresset etter de biologiske muligheter for matproduksjon i tørre år. Videre må man unngå overbeiting og ødeleggelse av skog (ECKHOLM, 47).

For å få gode avlinger angis, at det i tropene ved høy temperatur og stor vannfordampning, trengs ca. 1000 mm nedbør mot ca. 400 mm på de midlere breddegrader (49, s. 16).

Også i den tempererte sone kan man få svikt i matproduksjonen p.g.a. tørke.

De store svingninger i kornproduksjonen i Sovjet-Unionen antas å bero på at det i mer enn 2/3 av kornområdene er utilstrekkelig nedbør med alvorlig eller meget alvorlig tørke i gj.sn. hvert tredje år (39).

I de aride områder er det ifølge FAO landene i nord-Afrika og midtøsten som er mest utsatt for tørke. Et godt år kan følges av et dårlig år med 20% eller større reduksjon av kornavlingene (31, s. 37, 39).

De store svingninger i matproduksjon som er en følge av klimavekslinger, tørke eller kort veksttid p.g.a. avkjøling, understreker betydningen av at det i gode år blir lagret korn for å dekke matbehovet i dårlige år. For å hjelpe U-land er internasjonalt samarbeide da nødvendig (avsn. 5.7.).

#### 6.4. Jordbruksteknologi

##### 6.4.1. Vitenskap og teknologi

Jordbruksteknologi er en viktig ressurs i matproduksjonen. I-landenes gunstige stilling når det gjelder mat, skyldes i stor utstrekning fremskredet jordbruksteknologi (avsn. 4.7.). I U-hjelp-programmene blir det tatt sikte på å fremme jordbruksteknologien for å øke matproduksjonen.

I utvidet betydning kan man regne teknologi som de hjelpemidler og erfaringer om produksjon som menneskene har ervervet seg takket være hender og intelligens (avsn. 6.1.1.). Teknologi utviklet med støtte i praktiske erfaringer, kan betegnes som tradisjonell teknologi.

Moderne teknologi bygger på forskning og utvikling. Det blir talt om vitenskap og teknologi (Science and technology), idet det er teknologiens oppgave å finne en utforming som gjør det mulig å bruke resultatene av den vitenskapelige forskning i praksis.

Vitenskapens betydning illustreres ved følgende dedikasjon (National Academy of Sciences):

To Science:        pilot of industry  
                      conqueror of disease  
                      multiplier of harvest  
                      explorer of the universe  
                      revealer of nature's laws  
                      eternal guide to truth

Det er vitenskapens betydning for formering av grøden ("multiplier of harvest") som er av interesse når det her er tale om matforsyning.

Moderne jordbruksteknologi går et par hundre år tilbake i tiden, til begynnelsen av den industrielle revolusjon i det 18. århundre. De naturvitenskapelige oppdagelser i 18. og 19. århundre ga grunnlaget for såvel den industrielle revolusjon som for moderne jordbruksteknologi.

#### 6.4.2. Annen og tredje jordbruksrevolusjon

Som allerede nevnt har korn sentral betydning i matforsyningen (avsn. 5.1.). Man taler om den neolittiske revolusjon eller første jordbruksrevolusjon da menneskene begynte med korndyrking (avsn. 3.1.).

Betydningen av moderne jordbruksteknologi kan illustreres ved fremgangen i kornproduksjonen.

Under primitive forhold var gras en fiende av åkerbruket (HUNTINGTON, 1, s. 59). Man var ikke istand til å mestre graset, og korndyrkingen hadde derfor nødvendigvis lite omfang. At Egypt tidlig var kjent for stor kornproduksjon, beror på at man i mudderet fra Nilen kunne dyrke korn uten plager med gras og ved god tilgang på vann.

Den romerske vendeplog bidro mye til å lette korndyrkingen, men det var først da denne plog ble framstilt

i stål, i USA omkring 1840, at man ved åkerbruk fullt ut kunne mestre graset. Videre teknologisk utvikling førte til enorm fremgang i kornproduksjonen slik at korn kunne disponeres ikke bare til mat, men også til fôr for husdyr (avsn. 3.3. og 5.4.).

Fremgangen i produktivitet i kornproduksjonen kan illustreres ved oppgaver fra Nederland og England, sammenstillet av henholdsvis VIRTANEN og BLAXTER

Lysbilde 57 (Lysbilde 57, 4, s. 180, 8).

(B & M 1974)

Før midten av det 18. århundre (1700-tallet) da det ble drevet treskiftebruk med to år korn og ett år brakk, ble det oppnådd kornavlinger på bare 70-80 kg pr. da i disse fra naturens side så gunstig stillede land (Lysbilde 57, I). Fra England har man for øvrig oppgaver som viser at enda tidligere, i det 13. århundre, var kornavlingene bare 40-50 kg pr. da (4, 21).

Innførelse av planteveksling etter engelske mønster, med to år korn, ett år kløver og ett år rotvekster, førte til 2-2½ ganger økning av kornavlingene (Lysbilde 57, II). Foruten at man på halve arealet fikk mer korn enn tidligere på 2/3 av arealet, fikk man på den annen halvdel store mengder husdyrfôr som gjorde det mulig å bygge ut husdyrproduksjonen, særlig storfeholdet.

Når det gjelder planteveksling, har man stikkordene England, Norfolk og ARTHUR YOUNG som var farmer, forfatter og landbruksminister i England. Norfolk-omløpet bygger på sunne biologiske prinsipper:

- Nitrogenbinding ved kløver.
- Rensing ved rotvekster.
- Husdyrproduksjon basert i det vesentlige på plantemateriale som ikke kunne brukes direkte til mat.

Hvis man betegner innførelsen av jordbruk som den første jordbruksrevolusjon, fortjener innførelsen av planteveksling å bli kalt den annen jordbruksrevolusjon.

Betydningen av denne kan illustreres ved at fransk-mennene omkring 1800 regnet England som Europas kornkammer (BLAXTER, 52). I løpet av det 19. århundre ble Storbritannia imidlertid stadig mer avhengig av import. Denne skaffet i 1914 3/4 av det korn som ble brukt. Den store import forklarer at det i perioden fra 1860 til 1930-årene ikke var økning i kornavlingene i England, mens Nederland hadde betydelig økning (Lysbilde 57). Det var i England faktisk ikke motivering for å øke kornavlingene i dette tidsrom.

Den utvikling som har funnet sted i det 20. århundre og som i England tok fart etter Annen Verdenskrig, kan betegnes som tredje jordbruksrevolusjon. Denne har ført til at man både i Nederland og England er kommet opp i fem ganger større kornavlinger pr. da enn i midten av det 18. århundre (Lysbilde 57, III). Selv om avlingsøkningen delvis skyldes den før nevnte gunstige klimautvikling i de siste hundre år (avsn. 6.3.2.), er fremgangen i det vesentlige et resultat av moderne jordbruksteknologi. Denne omfatter en rekke nyvinninger, som planteforedling, kunstgjødsel, landbrukskjemikalier, mekanisk trekk-kraft, arbeidsbesparende maskiner m.m. Som fremholdt av BLAXTER (52, 4, 8) har den tredje jordbruksrevolusjon nær sammenheng med bruk av energi, vesentlig fossil energi i form av olje. Foruten til drivstoff trengs det energi til fremstilling av gjødsel, maskiner o.a. driftsmidler.

#### 6.4.3. Grenser for økning i produktivitet

Produktivitet måles ved avling pr. arealenhet eller ytelse pr. dyr. Effektivitet er "maksimum produksjon ved minimum innsats av tid, penger, energi eller stoffer". Man måler effektivitet ved endring i utbyttet pr. enhet samlet innsats (51, s. 21-22).

Det er nevnt at produktiviteten i kornproduksjonen, avlingene pr. arealenhet, i Nederland og England øket

fem ganger på to hundre år. For såvidt har MALTHUS fått rett når han hevdet, at det beste man kan vente på et begrenset areal, er åtte ganger økning av matproduksjonen på to hundre år (avsn. 2.11).

Som allerede antydnet er økonomer optimistiske når det gjelder prognoser for fremtidig matproduksjon (avsn. 5.6.). De ekstrapolerer ved å bruke eksponensielle vekstrater, som bygger på trend i en forutgående periode. Bortsett fra begynnelsen av en vekstfase, er det imidlertid ikke biologisk riktig å regne med eksponensiell vekst (avsn. 1.2. og 1.3.). Man bør regne med lineære vekstrater (avsn. 5.6.). Selv for disse må man på lang sikt regne med avflating ifølge prinsippene for biologisk vekst (avsn. 1.2.).

Mulighetene for fremtidig økning av produktivitet og effektivitet i jordbruket er behandlet i en grundig analyse av National Academy og Sciences (NAS, 51).

Det blir regnet med lineær økning i produksjonen.

Lysbilde 58 For mais har avlingene øket sterkt i perioden 1950-72, (R 3/5-76) med 4,4% pr. år (lineær økning), og det er ikke tegn til avflating (Lysbilde 58, 51, s. 6).

Lysbilde 59 Utbyttet av broiler pr. 100 vektenheter før viser (nytt) også sterk lineær økning i perioden 1950-72 uten avflating hittil (Lysbilde 59, 51, s. 8).

Lysbilde 60 Eggutbyttet pr. høne har steget, men det er i årene (nytt) 1965-72 tydelig tendens til avflating og et platå er tilsynelatende nådd (Lysbilde 60, 51, s. 8).

Lysbilde 61 For ulike bønner er det i perioden 1950-72 liten (nytt) eller ingen økning i produktiviteten målt ved avlingen pr. arealenhet (Lysbilde 61, 51, s. 11). For soyabønner er den lineære økning 1,6% pr. år.

Lysbilde 62 En indeks for avlinger (1957-59 = 100) i perioden (R 3/5-76) 1910-69 viser økning i avlinger ved øket bruk av kunstgjødsel, men med tydelig tendens til avtagende utbytte pr. enhet gjødsel (Lysbilde 62, 51, s. 9). Man er øyensynlig nær et platå for utbyttet ved kunstgjødselinnsats.

I NAS-rapporten blir nevnt at den store fremgang i produktivitet i USA i perioden 1950-72 har sammenheng med teknologiske gjennombrudd som hybridmais, kunstgjødsel og landbrukskjemikalier. Man kan ikke vente tilsvarende fremskritt i årene fremover. De biologiske grenser for produksjonsøkning er imidlertid på langt nær nådd selv om man ved et hvert fremskritt kommer nærmere disse grenser (51). Det er ennå store muligheter for fremskritt i produktivitet (21, 51, 52).

Lysbilde 63  
(R 3/5-76) Klimautviklingen kommer sterkt inn i bildet når det gjelder muligheter for økning av matproduksjonen i fremtiden. THOMPSON (53) fremholder at den sterke økning av maisavlingene i USA (Lysbilde 63 har sammenheng med: , 53).

1. Usedvanlig gunstig vær i perioden fra 1956 til 1973.
2. Øket bruk av billig nitrogengjødsel (billig energi) inntil avflating ved 135 kg N pr. da.

Han fremholder at hvis været i midtveststatene i resten av dette århundre blir like variabelt som mellom 1890 og 1956, kan gjennomsnittsavlingene reduseres (39, 53). Det er også av interesse at gjennomsnittsavlingene av mais i Iowa i perioden 1960-71 er kommet opp på nesten samme nivå som ytelsen på forsøksgårdene. Man er altså i praksis i Iowa kommet nær grensen for de avlinger som kan oppnås ved kjent teknologi.

Regionalt og globalt kan det imidlertid regnes med betydelig produksjonsøkning ved at kjent teknologi kommer i mer alminnelig bruk. Dette har stor betydning for U-landene.

Virkningen av uheldig klima kan til en viss grad motvirket ved teknologi. Under aride forhold er det tale om vanning (avsn. 6.3.13), brakk (18, s. 90) og planting av trær som le-belter (47). Planteforedling med henblikk på tidlige og riktytende kornsorter er viktig (39). Dette gjelder nordlige land i tilfelle



avkjøling fører til kortere veksttid, men også sørlige land hvor tidlige kornsorter vil gjøre det mulig å ta mer enn en avling pr. år (multiple cropping, 18, s. 88, s. 142, se senere).

#### 6.4.4. Jordbruksteknologi for U-landene

U-landene har snart nådd maksimum av den matproduksjon som kan oppnås ved tradisjonell jordbruksteknologi (23). For å skaffe nok mat i den periode som trengs til å oppnå befolkningsstabilisering, må U-landene derfor ta i bruk nyere teknologi. Det er da mest aktuelt med s.k. intermediær teknologi. U-landene har rikelig med arbeidskraft og samtidig kapitalmangel. Det er derfor ikke aktuelt med tilsvarende kapitalinnsats som i I-landene (30, s. 36). Man kan klare seg med en svakere grad av mekanisering. Riktytende kornsorter, kunstgjødsel, praktiske håndredskaper og bekjempelsesmidler mot ugras og plantesykdommer kan ofte gi stor produksjonsøkning.

China er et godt eksempel på hva som kan oppnås ved intermediær teknologi. Man har hatt betydelig økning av matproduksjonen ved å bruke de kornsorter som er utviklet under den grønne revolusjon, samt kunstgjødsel og vanning. Den manuelle innsats er betydelig som pinelig er med 80% av befolkningen i jordbruket (36,54).

Det hevdes undertiden at den s.k. grønne revolusjon er en skuffelse. Dette kan bero på at man har hatt overdrevne forventninger. Det som karakteriserer de nye kornsorter som er fremkommet ved den grønne revolusjon, er at de er tidlige, mindre avhengig av daglengden, og at de gir større utslag for gjødsel enn de eldre sorter (18, s. 134). I sør-øst-China har de nye kornsorter gjort det mulig å ta tre avlinger pr. år (multiple cropping, avsn. 6.4.3.), to risavlinger og en avling av hvete eller bygg (36,54).

Ved å ta flere avlinger pr. år, oppnår man i China å høste 1,9 da pr. person (innbygger), mens landet har 1,3 da dyrket jord pr. innbygger (avsn. 6.2.2.).

For å oppnå produksjonsøkning ved bruk av nyere teknologi, vil U-landene trenge iallfall moderat tilgang på energi i form av olje (petroleum). Det trengs energi til å fremstille kunstgjødsel og til drift av vanningspumper. For å få såingen utført i rett tid kan det i U-land videre bli nødvendig med noe mekanisk trekk-kraft. Man regner i India med en optimal periode på 10-15 dager for såing. Ved tradisjonell teknologi med bruk av trearder, trukket av okser, tar såingen ca. 50 dager. For hver dag forsinkelse utover den optimale periode, må det regnes med 1% avlingstap (12, s. 134). I denne forbindelse kan nevnes at når det tørkesommeren 1976 lyktes å få noenlunde bra kornavlinger på Østlandet i Norge, beror dette på god utnyttelse av vårråmen. Dette ville ikke ha vært mulig uten mekanisk trekk-kraft.

Ved sammenligning av ulike land er påvist sterk Lysbilde 64 sammenheng mellom tilgjengelig kraft og avlinger, (M. 1974) begge angitt pr. ha (Lysbilde 64, 12, s. 154). Størst tilgang på kraft i jordbruket har Japan og Storbri-tannia, men også Europa, USA og Israel ligger høgt. I maskinkraft, angitt i hestekrefter pr. arealenhet, ligger Norge endog over Japan (NJØS, 8).

At det blir oppnådd store avlinger i Taiwan og UAR (United Arabian Republic = Egypt) ved lågt kraftforbruk (Lysbilde 64), skyldes vanning, tildels naturlig. De regioner som har låge avlinger, Afrika og Asia, har foruten lågt kraftforbruk ofte liten nedbør. Dette gjelder også Israel, men dette land har i tillegg til trekk-kraft, svært stort energiforbruk ved vanning, 25 ganger mer pr. arealenhet enn det brukes av fossil energi ved korndyrking i USA (12, s. 134)

## 6.5. Gjødsel

### 6.5.1. Innledning

Et av de viktigste hjelpemidler i moderne jordbruksteknologi er kunstgjødsel. Det blir antatt at maten for minst en milliard mennesker, 1/4 av verdens befolkning, stammer direkte fra bruk av kunstgjødsel (18, s. 114). JUSTUS VON LIEBIG (1803-1873) blir regnet som grunnleggeren av bruk av kunstgjødsel.

De viktigste verdistoffer er fosfor, kalium og nitrogen.

### 6.5.2. Reserver av fosfor og kalisalter

Lysbilde 65  
(R 3/5-76) Verdens viktigste fosfatreserver fins i noen få områder, Nord-Afrika, USA og Sovjet-Unionen (Lysbilde 65, 12, s. 34). Marokko er ledende eksportør.

Av råfosfat blir 3/4 (76%) brukt til gjødsel. Hertil går litt (3%) til fórtilsetning. Resten blir brukt til vaskemidler (7%) og til forskjellig bruk i industrien (14%), 12, s. 34).

Fosfor blir regnet som det mest kritiske mineral da det som plantenæringsstoff, ikke kan erstattes av andre mineraler (avsn. 6.1.3. og 6.1.5.). Ved det nåværende forbruk vil de kjente reserver imidlertid vare i 1300 år.

Lysbilde 66  
(R 3/5-76) Verdens viktigste reserver av kalisalter er også begrenset til noen få områder: Sovjet-Unionen, Canada og Tyskland (Lysbilde 66, 12, s. 55). Reservene er meget store, idet de ved nåværende forbruk vil vare i 6000 år.

### 6.5.3. Nitrogengjødsel

Nitrogengjødsel fremstilles av nitrogen i luften. Dette ble første gang gjennomført av nordmennene BIRKELAND & EYDE. Fremstillingen av nitrogengjødsel krever energi.

Nitrogenfikseringen foregår nå via ammoniakk ( $\text{NH}_3$ ). Hydrogen som er en viktig komponent, fremstilles av gass eller olje og vann. Det går med 1 tonn petroleum til å binde 1 tonn nitrogen (12, s. 36).

#### 6.5.4. Tilgang på kunstgjødsel

Den skjeve geografiske fordeling både av fosfat- og kalireserver, og av de fossile energireserver, kan by på problemer, bl.a. prisstigning. Dette kan ramme U-landene hardt, slik som det var tilfelle under energikrisen 1973-74.

### 6.6. Energi

#### 6.6.1. Sol-energi og fotosyntese

Jordbrukets oppgave er å samle og lagre sol-energi som mat-energi i plantematvarer og dyriske matvarer. Solstrålingen skaffer den energi som trengs for å redusere karbondioksyd i luften til sukker, stivelse og fiber (trevler) i plantene (51, s. 113). Utnyttelsen av solstrålingen i denne fotosyntese er låg. Av den totale stråling er bare 45% fotosyntetisk aktiv, nemlig området 400-700 nm - den røde og blå del av spekteret.

Man skiller mellom (55):

C<sub>3</sub>-planter (f.eks. hvete, bygg, poteter og sukkerbeter) hvor syntesen går over

3-fosfo-glyserolsyre

og

C<sub>4</sub>-planter (mais, sorghum, sukkerrør og en del tropiske grasarter) hvor syntesen går over

oksaalddiksyre.

effektivt  
C<sub>4</sub>-planter utnytter karbon-dioksyd og vann mer enn C<sub>3</sub>-planter. Videre har C<sub>4</sub>-planter liten eller ingen foto-respirasjon (51, s. 452), og nettoproduksjonen blir da større.

Ved maksimal vekst er utnyttelsen av solstrålingen ved produksjon av organisk materiale, beregnet til 3 og 5% for henholdsvis C<sub>3</sub>-planter og C<sub>4</sub>-planter (BLAXTER, 55). På årsbasis og når det regnes med bare nyttbare produkter, blir utnyttelsen lavere. Den oppgis å variere mellom 0,1 og 3%. For maisplanten har man 1% utnyttelse og 0,4% når man regner bare med kornet (NAS, 51, s. 113).

Som gjennomsnittstall for utnyttelsen av solstrålingen oppgir BLAXTER (55):

Korn	0,5%
Poteter	1,0"
Sukkerbeter	1,0"
Gras	2,5"

Den høge utnyttelse hos gras skyldes særlig at dette kan nyttes fullt ut som fôr.

#### 6.6.2. Hjelpenergi

Hjelpenergi (support energy, cultural energy), også kalt energi-tilskudd (energy subsidies, 12, 56), betegner energi som blir tilført i tillegg til solstråling og grunnvann, for å hjelpe plantene til å overføre energi fra solstrålingen til matenergi (51, s. 111).

det  
Under primitive forhold blir brukt muskelenergi fra mennesker som hjelpenergi. Det dreier seg her om en recirkulering mellom muskelenergi og matenergi, idet den produserte mat blir spist av dem som arbeider med matproduksjonen.

Neste ledd er å bruke trekkdyr som energikilde. Også her blir det recirkulering av energi, idet trekkdyrene som fôr får en del av de planter som blir produsert.

I I-landene er i de siste femti år trekkdyrene blitt erstattet med traktorer. Disse bruker olje (petroleum) som drivkraft, foruten at olje blir brukt til fremstilling av maskiner, kunstgjødsel og andre driftsmidler. Det er denne utvikling som tidligere er betegnet som den tredje jordbruksrevolusjon (avsn. 6.4.2.).

I amerikansk jordbruk har bruken av hjelpeenergi øket 4,2 ganger fra 1940 til 1970 (57).

For 1970-73 hadde man i USA og Storbritannia (51, 57, 58) følgende fordeling av hjelpeenergien:

Drivstoff	30-40 %
Elektrisitet	ca. 13 %
Fremstilling av driftsmidler	ca. 50 %

Under driftsmidler er kunstgjødsel en stor post, i Storbritannia 29% av hjelpeenergien, nesten like mye som drivstoff, som i Storbritannia utgjorde 34% av hjelpeenergien, (53).

### 6.6.3. Energiforbruket i jordbruket og hele matsektoren

Det har fra 1973 vært stor interesse for forbruket av hjelpeenergi i jordbruket i I-landene, sammenlignet med hele samfunnets energiforbruk.

Her kan nevnes resultater fra undersøkelser i USA og Storbritannia i 1974 (Lysbilde 67, 4, s. 188, 57, 58).  
Lysbilde 67 (B & M 1974)

Når det gjelder det egentlige jordbruk, den virksomhet som foregår på gårdene, viser både den amerikanske og engelske undersøkelse, at jordbrukets energiforbruk utgjør ca. 3% av samfunnets energiforbruk. Jordbrukets energiforbruk omfatter da drivstoff, elektrisitet og fremstilling av driftsmidler (avsn. 6.2.2.). Angitt i kull-ekvivalenter pr. person og år, går det i jordbruket med ca. 0,4 tonn i USA, og ca. 0,2 tonn i Storbritannia. Når det tas hensyn til forskjellen i selvforsyning med mat, synes også det absolutte energiforbruk i jordbruket pr. person å være av samme størrelse i de to land.

Selv om energiforbruket i jordbruket i I-land er beskjedent i prosent av hele samfunnets energibehov, kan det merkes at energiforbruket i jordbruket pr. person og år i USA, 0,4 tonn kull-ekvivalenter, faktisk er like stort som den energimengde U-landene i 1970 hadde til disposisjon ialt pr. person og år (se senere).

Når man i hele matsektoren (matsystemet) inkluderer det som skjer med matvarene fra de blir levert fra gårdene til de blir spist av konsumentene (Lysbilde 67, I, 1 + 2 + 3), kommer man til det overraskende resultat, at i USA krever det egentlige jordbruk, virksomheten på gårdene, bare 1/4 av energiforbruket i hele matsektoren. Denne står for 13 (12,8) % av hele samfunnets energibehov.

Lysbilde 68 (nytt) For nærmere illustrasjon av energibehovet i matsektoren kan gjengis energiregnskapet for 1 kg hvete-loff, fra dyrkingen av hveten til butikken, ifølge en britisk undersøkelse. (Lysbilde 68, 61, s. 33). Transporten til konsument og eventuell frysing og risting er ikke med.

Etter dette energiregnskapet krever 1 kg hvete-loff 20,7 MJ (Mega-Joule) = 0,48 kg oljeekvivalenter fram til butikken. Til produksjonen av hvete går det med bare 1/5 (19,4%) av denne energimengde, mens bakingen tar vel 3/5 (64,3%).

#### 6.6.4. Industrisamfunnets energiforbruk

Den s.k. energikrise i 1973 blir gjerne satt i forbindelse med Araberlandenes embargo for olje i dette år. Det går imidlertid fram av amerikansk litteratur fra siste halvdel av 1960-årene, at man i USA regnet med muligheter for en energikrise og høge energipriser allerede den gang. Dette forklarer at amerikanerne var tidlig ute med analyser over energiforbruket (Lysbilde 69, 4, s. 187).

I 1972 var industrien i USA den største post med Lysbilde 69 43% av det samlede energiforbruk.

(B & M 1974) En annen stor post er transport med 25% av det samlede energiforbruk.

Biler dominerer med 19 (18,7%) av samlet energi, medregnet lastebiler og busser. Personbiler alene står for 13 (13,2) %, praktisk talt det samme som hele matsektoren (avsn. 6.6.3.).

Den tredje store post er hjem og kontorer med 26% av samlet energiforbruk. Oppvarming og varmt vann krever mest, 22% av samlet energi. Hjemmene alene bruker til oppvarming og varmt vann ca. 14% av det samlede energiforbruk i USA. Det er en post av tilnærmet samme størrelse som matsektoren og personbiler (se ovenfor).

Under diverse ser man, at frysing og kjøling av mat har et overraskende stort energiforbruk, 2,2% av det samlede energiforbruk.

I tilknytning til disse tall for den prosentiske fordeling, kan nevnes at energiforbruket i USA er ca. 12 tonn kull-ekvivalenter pr. person og år (1970-72). I Europa bruker Storbritannia og de skandinaviske land 5-6 tonn kull-ekvivalenter pr. person og år (12, s. 61).

Etter en annen oppgave (62) var energiforbruket pr. person og år i 1970:

USA	12,6	tonn	kull-ekvivalenter
Vest-Europa	4,2	"	"

I prosent ble det i Vest-Europa brukt mindre energi til transport og mer til industri enn i USA (62).



#### 6.6.5. Energiutbytte i mat pr. enhet hjelpeenergi ved bruk av moderne jordbruksteknologi

Ved moderne jordbruksteknologi har man hatt betydelig fremgang i produktivitet (avsn. 6.4.2.) og i effektivitet målt ved produksjon pr. mann. Denne fremgang er imidlertid oppnådd ved betydelig innsats av hjelpeenergi, (avsn. 6.2.2.).

Energiutbyttet i mat måles gjerne i fordøyelig energi (51) eller omsettelig energi (58), tilsvarende den energiform det blir regnet med i næringsmiddel-tabellene. Det hender imidlertid også at det blir regnet med bruttoenergi (brennverdi). Ulike beregningsmåter kan gjøre det vanskelig å sammenligne resultater fra ulike undersøkelser.

Ved primitive systemer for jordbruk fikk man stort utbytte pr. enhet hjelpeenergi. Hagebruk ved håndkraft i Ny Guinea eller risdyrking ved bruk av vannbøfler i Filippinene ga således 16-17 enheter fordøyelig energi pr. enhet hjelpeenergi (51). Maisdyrking i Iowa i 1915 med stasjonære maskiner i tillegg til hester og håndkraft, ga 5-6 enheter fordøyelig energi pr. enhet hjelpeenergi. Ved moderne teknologi i USA omkring 1970 var energiutbyttet i en del produksjonssystemer kommet ned i 1-3, angitt som ovenfor. For mais og sorghum var energiutbyttet imidlertid så høgt som 4-5 (51, s. 120-124).

#### Lysbilde 70

Basert på undersøkelser sammenstillet av Agricultural Research Council (ARC, 58), og LEACH (63), blir det her gjengitt noen oppgaver over utbyttet av matenergi pr. enhet hjelpeenergi (Lysbilde 70, 4, 58, 63).

Man får mest energi igjen pr. enhet hjelpeenergi ved produksjon av korn, ved hvete således 2,3-3,4 enheter matenergi pr. enhet hjelpeenergi. Ikke uten grunn er korndyrking blitt sammenlignet med breederreaktorer (se senere) som har fått dette navn p.g.a. at det skjer en formering av energi (4, s. 190, 13, s. 169).

Også poteter og sukkerbeter gir stort energiutbytte pr. enhet hjelpeenergi. Hvis man for sukkerbeter regner bare med sukker, blir utbyttet lite.

I husdyrproduksjonen er utbyttet av matenergi mindre enn forbruket av hjelpeenergi. Pr. enhet hjelpeenergi får man 0,10-0,37 enheter matenergi. Dette beror på at bare en del av førets energi kommer igjen i husdyrproduktene (avsn. 5.4.). Best står produksjonen av melk og svinekjøtt (Lysbilde 70).

I fisk er energiutbyttet pr. enhet hjelpeenergi enda mindre enn i husdyrproduksjonene. Det er da tale om moderne fiskeriteknologi med frysing på feltet (fryse-trålere).

Minst er energiutbyttet i mat pr. enhet hjelpeenergi ved dyrking i drivhus av salat og tomater. Det er for Danmark angitt at det går med 3 kg olje pr. kg tomater ved drivhusdyrking, mens det trengs 1,9 kg olje pr. kg når tomatene blir tatt fra Kanariøyene pr. fly (65).

Lysbilde 71 (B & M 1974) Når det regnes med samlet kost, blandet kost med plante-matvarer og dyriske matvarer, får man i I-landene 0,4-0,6 energienheter i mat pr. enhet hjelpeenergi (Lysbilde 71, nederst, 4). Dette vil si at man må bruke rundt 2 enheter hjelpeenergi pr. enhet matenergi. I Israel er man nede i 0,25 enheter matenergi pr. enhet hjelpeenergi. Det låge energiutbytte i Israel skyldes utstrakt bruk av energikrevende vanningsmetoder, samt stort forbruk av kraftfôr.

I Australia, som har mye jord (avsn.6.2.1.), får man 1,1 enhet matenergi pr. enhet hjelpeenergi.

Som denne oversikt viser er man ved moderne jordbruksteknologi sterkt avhengig av hjelpeenergi i form av olje (65).

Det er grunn til å understreke at hjelpeenergi blir utnyttet effektivt i planteproduksjonen, 50-100 ganger mer effektivt enn sollys (51, s. 130).

#### 6.6.6. Energiforbruket i ulike erverv

I moderne industriland krever det egentlige jordbruk bare 3% av samfunnets samlede energiforbruk, som nevnt tidligere (avsn. 6.6.3.). Dette betyr at også andre erverv har stort energiforbruk.

Lysbilde 72  
(nytt)

I en dansk undersøkelse (ELBEK, 66) er sammenlignet oljeforbruket pr. 1000 kr. inntekt i ulike erverv. (Lysbilde 72, 66). Angitt på denne måte, er energiforbruket størst i gartnerier (drivhus), transport og fiskerier. Jordbruket har et moderat energiforbruk, lågere enn industrien og omtrent likt med håndverk.

#### 6.6.7. Energi-problemet i jordbruket og matsektoren i U-landene

Ved tradisjonell eller primitiv jordbruksteknologi får man i U-landene større utbytte av mat-energi pr. enhet hjelpeenergi enn ved moderne jordbruksteknologi i I-landene (avsn. 6.6.5.). Å tilråde primitiv jordbruksteknologi for å spare energi, er imidlertid ikke noen løsning. Primitiv teknologi er forbundet med liten produktivitet, lite mat og underernæring (51, s. 123), den tilstand som karakteriserte I-landene tidligere (avsn. 4.6.), og mange U-land nå (avsn. 4.5.). Når det for hele verden er stort behov for å øke matproduksjonen, er det ifølge BLAXTER (55) utelukket å vende tilbake til primitive produksjonssystemer som har bare en fjerdedel av den produktivitet som moderne produksjonssystemer har. Det er nødvendig å øke jordbrukets produktivitet i U-landene for å få nok mat. Hertil trengs det energi.

Lysbilde 73  
(nytt)

En sammenstilling av LEACH (Lysbilde 73, 63), viser at U-landene har like stort, tildels større energiforbruk i matsektoren enn et I-land som Storbritannia, regnet pr. person. Det er da tatt med menneskearbeide og trekkdyr, samt den energi i ved, gjødsel og avfall, som blir brukt til koking av

maten. At den siste post er så stor, at den oppveier energiforbruket ved moderne teknologi, skyldes primitive kokemetoder som utnytter energien i brensel med bare 1/5-1/4 av den virkningsgrad man har for kokeutstyr i I-landene. Det regnes å gå med 1-1½ tonn brensel pr. person i året. Å skaffe tilstrekkelig brensel byr på store problemer i mange regioner. Avskoging fører til erosjon, utvidelse av ørkener og oversvømmelser. Brenning av gjødsel medfører at organiske stoffer ikke blir tilbakeført jorden (47, 67). Fremtidsutsiktene er meget mørke hvis det ikke kan skaffes alternative energikilder. Det blir pekt på bruk av solenergi og gjæring av organisk materiale, med dannelse av gass (bio-gas), en metode som er mer effektiv enn direkte brenning (63, 67).

Begrensede muligheter for investeringer er i U-landene ofte en hindring for å ta i bruk alternative energikilder eller mer effektivt utstyr for utnyttelse av energien (67).

#### 6.6.8. Energiforbruket i jordbruket ved ulikt befolkningspress og kosthold

Lysbilde 74 SLESSER har angitt behovet for hjelpeenergi i (B & M 1974) jordbruket pr. person og år ved ulikt jordbruksareal pr. person og ved ulikt kosthold (Lysbilde 74, 4, 56).

Det trengs betydelig større energitilskudd hvis man skal leve på blandet europeisk kost, med 2/3 dyrisk protein, enn på ren plantekost som det er mulig å overleve på. Vel så viktig er det at behovet for energitilskudd stiger sterkt ved tiltagende befolkningspress, d.v.s. ved avtagende jordbruksareal pr. person. Dette gjør seg særlig gjeldende ved under 3 da pr. person.

I land som kommer vesentlig under denne grense, er det ikke mulig å gjennomføre et europeisk kosthold ved egne jordressurser. Kurven for energitilskudd

(hjelpeenergi) stiger bort imot loddrett når man kommer under 1 da pr. person. Land med lite jord pr. innbygger er avhengige av import av korn og kraftfôr, hvis de skal ha stort konsum av dyriske matvarer. Det er derfor lett å forstå at Japan med ca. 1/2 da jordbruksareal pr. person (avsn. 6.2.1.), trenger stor import av korn og kraftfôr (avsn. 5.9.), etter at konsumet av husdyrprodukter er øket betydelig (avsn. 4.7.).

Flere europeiske land, bl.a. Norge, har under 3 da jordbruksareal pr. person (avsn. 6.2.1.). Disse land trenger da import av korn og kraftfôr for å opprettholde et kosthold med stort innslag av husdyrprodukter. Land med mye jord, f.eks. de nordiske land, unntatt Norge, kan produsere rikelig husdyrprodukter med rimelige energitilskudd.

#### 6.6.9. Ulikhet i energiforbruk mellom land og regioner

Lysbilde 75  
(4/3 1976)

Som nevnt tidligere er det stor forskjell mellom I-land og U-land i forbruket av korn (avsn. 5.3.). Forskjellen mellom disse grupper land er imidlertid betydelig større når det gjelder forbruket av stål og energi (Lysbilde 75, 19, s. 30-34).

Hvis forbruket pr. person i India blir satt lik 1, blir det pr. person i Vest-Europa og USA brukt av.

korn	2-4	ganger	mer
stål	30-40	"	"
energi	30-60	"	"

Selv om man tar hensyn til at I-landene ved eksport av varer, også eksporterer energi (ROSENQVIST), må forskjellen i energiforbruk mellom I-land og U-land betegnes som enorm. Det er vanskelig å se hvorledes U-landene skal få fremgang uten å få mer energi til rådighet.

Lysbilde 76

(4/3 76)

En sammenstilling av verdens energiforbruk (Lysbilde 76, Pugwash Energy Symposium, 62), viser at i 1970 hadde U-landene bare 17% av verdens energiforbruk. Nord-Amerika hadde 36% (46% i 1950).

Energiforbruket i 2000 er vurdert ut fra to hypoteser, en veksthypotese og en bremsehypotese. Etter den siste vil U-landene i 2000 få 40% av verdens energiforbruk, mens Nord-Amerika kommer ned i 22%.

Det er i denne forbindelse av interesse å se på vekstratene i energiforbruket ifølge denne undersøkelse (Lysbilde 77, 62).

Lysbilde 77

(4/3 76)

I perioden 1960-70 hadde Nord-Amerika, Japan og Vest-Europa 5,3% årlig vekst i energiforbruket, mens de etter bremsehypotesen vil komme ned i 2,2% årlig vekst i perioden 1970-2000. Etter energikrisen i 1973, har årlige vekstrater på ca. 2% vært drøftet i flere land, delvis som overgang til stabilisering (82). For U-landene blir det i samme periode regnet med 6,5% årlig vekst, mot 7% i 1950-70. I Sovjet-Unionen og Øst-Europa er vekstratene satt høgere enn de andre I-land. Sovjet-Unionen er gunstig stillet m.h.t. energireserver.

Lysbilde 78

(B & M 1974)

Når det gjelder energiforbruket pr. person (Lysbilde 78, 4, s. 186, 62), vil U-landene ifølge bremsehypotesen få 4½ ganger høgere energiforbruk pr. person i 2000 enn i 1970. Økningen pr. person vil imidlertid bli enda større i I-landene, selv om det i disse er regnet med vesentlig lågere vekstrater. Dette forklares ved forskjellen i utgangsnivå mellom U-land og I-land i 1970. Det er sannsynlig at energiforbruket bør stabiliseres i I-landene (82), bl.a. av hensyn til U-landene.

#### 6.6.10. Sparing av energi. Generelt

Etter energikrisen i 1973 er det betydelig interesse for sparing av energi (energy conservation). Ved årsskiftet 1973-74 ble det i USA regnet med reduksjon i energiforbruket på alle områder unntatt jordbruk, lastebiler og jernbaner. For disse tre områder ble det regnet med 10% større oljeforbruk (8).

Man kan spare energi ved å nedsette levestandarden, men også ved å bruke energien mer effektivt (BETHE, 68). Det dreier seg her om å gjøre bruk av annen hovedsetning i termodynamikken (GUSTAV LORENTZEN, 69).

Det kan spares energi ved oppvarming (bedre isolasjon, innnetemperaturer på ca. 19°C istedenfor 22-24°C, bruk av varmpumper), ved innskrenket bruk av private biler m.m. Ved s.k. kraftvarmeverk, kan spillvarme utnyttas (12, s. 99, 70).

Plassen tillater ikke å drøfte energisparing nærmere. Det blir derfor tatt med noen henvisninger (12, s. 98, 68, 69, 70, 71, 75, 82).

#### 6.6.11. Sparing av energi i jordbruket

Selv om det er enighet om at jordbrukets energibehov må prioriteres høgt (4, s. 189, 8, 12, s. 136), må det også innen jordbruket tas sikte på å økonomisere med energien. Det er ikke mulig å diskutere spørsmålet inngående, men det kan nevnes at man har drøftet (12, s. 137):

- Innskrenket jordbearbeiding
- å unngå overforbruk av energikrevende N-gjødsel ved å ta hensyn til utbytte ved N-gjødsling.
- Utnyttelse av halm som energikilde
- Bruk av lite energikrevende metoder ved konservering av vinterfôr. Kunstig tørking krever mye energi (58, 65).

Det henvises for øvrig til andre kilder når det gjelder energisparing i jordbruket (51, s. 126, 52, 72,).

### 6.6.12. Fossilt brensel

Som allerede nevnt, er økonomisk utvikling sterkt avhengig av tilgang på energi (avsn. 6.1.5.). Den utvikling som har funnet sted i I-landene i de par siste århundrer, beror på forbruk av ikke fornybare ressurser av fossilt brensel, kull i forrige århundre og olje i dette århundre.

Lysbilde 79 (mars 1974) At det i perioden 1950-72 var rikelig og billig olje (petroleum) bidrog sterkt til å øke energiforbruket i I-landene. I USA falt realprisene (prisene korrigert for inflasjon) for olje til det halve fra 1950 til 1970 (Lysbilde 79, 72, s. 140).

Lysbilde 80 (B & M 1974) Høsten 1973 steg oljeprisene sterkt. De ble fem ganger høyere enn i 1960-årene (Lysbilde 80, 18, s. 63). Det er lett å forstå at dette var et sjokk for I-landene. Resultatet var prisstigning, nedsatt økonomisk virksomhet og øket arbeidsløshet. De U-land som trengte tilførsler av olje, ble enda hårdere rammet. Det ble anslått at mangel på energi til drift av vanningspumper og fremstilling av energigjødsel i 1974 reduserte hveteavlingene i India med 7 mill. tonn, omtrent den mengde landet trengte som nødhjelp i 1974-75 (4, s. 190).

Omtrent samtidig med prisstigningen på olje i 1973, steg hveteprisene på verdensmarkedet, ca. tre ganger, sammenlignet med hveteprisen i slutten av 1960-årene (Lysbilde 80).

Lysbilde 81 (4/3 76) Verdens produksjon av olje (petroleum) var meget beskjedent til 1950. Fra 1950 til 1972, var det en økning på fem ganger. Hvis utviklingen fortsetter, vil man nå toppen i 1995 ved omtrent det dobbelte av produksjonen i 1972-75. (Lysbilde 81, 68, s. 22). Siden vil produksjonen gå ned. I 2020 vil man være nede på samme produksjon som i 1972 og i 2050 vil produksjonen være ubetydelig (Lysbilde 81). Selv ved nåværende forbruk, blir det regnet med at verdens oljereserver vil strekke til for bare knapt hundre år, (12, s. 74). Da jordbruket for lang tid vil være



sterkt avhengig av olje (ELBEK, 65), vil dette på lang sikt bli et alvorlig problem for matproduksjonen.

Kullreservene er betydelig større enn oljereservene. Hvis hele det nåværende forbruk av fossilt brensel, 7 milliarder tonn kull-ekvivalenter pr. år for hele verden, skulle dekkes av kull, vil kullreservene strekke til for et par tusen år (12, s. 74).

Lysbilde 82  
(4/3 76)

Selv om man tar med kullene, vil bruk av fossilt brensel som energikilde betegne en forholdsvis kortvarig epoke (Lysbilde 82, HUBBERT iflg. 26, s. 511). Man var inntil 1500-1700 avhengig av slaver, dyr og ved som energikilde. Hvis man ikke igjen skal bli avhengig av disse energikilder, trengs det alternative energikilder til fossilt brensel, f.eks. kjerneenergi, geotermisk energi og sol-energi (Lysbilde 82).

#### 6.6.13. Kjernekraft

På lang sikt er kjernekraft det mest lovende alternativ til fossilt brensel, selv om den byr på problemer m.h.t. sikkerhet (68).

Lysbilde 83  
(3/5 76)

Det er utformet teknologi for utnyttelse av U-235 som energikilde ved spaktning (fisjon). Energiutbyttet ved bruk av de mest vanlige reaktorer, s.k. lettvannsreaktorer, er imidlertid lite, bare 1%. U-235 må anrikes fra 0,7% i naturlig uran til 3%, en prosess som krever kortbare anlegg som fins bare i få land. Sammen med U-235 fins isotopen U-238, og denne blir også dannet ved anriking og spaltning av U-235. (Lysbilde 83, iflg. 12). Hvis et atom U-238 opptar et nøytron, oppstår Plutonium-239 som kan brukes som reaktor-brensel. Dette er prinsippet for de s.k. breeder- eller formeringsreaktorer, idet dannelsen av plutonium foregår raskere enn spaltningen av materiale. Ved breederreaktorer vil man få høg utnyttelse av energien i uran, 50-60%, mot 1% i lettvannsreaktorer. Uran som har

vært brukt i lettvannsreaktorer, kan imidlertid brukes om igjen i breeder-reaktorer når disse er utviklet. Breeder-reaktorer synes å være en betingelse for at uranreservene skal strekke til over virkelig lang tid (68). Disse reaktorer vil imidlertid neppe kunne tas i bruk før 1990-2000 (68), bl.a. på grunn av sikkerhetsproblemer.

Lysbilde 84  
(4/3 76)

Det regnes med fire typer av reaktorer:

- lettvannsreaktorer (se ovenfor)
- Reaktorer med høy temperatur og gasskjøling
- Candu-reaktorer med torium-formering
- Breeder-reaktorer (se ovenfor)

Uranbehovet avtar betydelig fra den første til den siste av disse reaktorer, både for å få prosessen i gang og for langtidsbruk (Lysbilde 84, 68, s. 30).

De største reserver av uran fins i Canada, USA, Sør-Afrika og Australia. Det er 0,1-0,5% uran i de rikeste malmer. I sjøvann fins det små mengder uran.

Norge har ikke uranforekomster som kan nyttes. Derimot fins det betydelige forekomster av torium. Dette stoff kan brukes som reaktor-brensel sammen med U-235 eller plutonium. Candu-reaktoren (canadisk) er en tungtvanns-reaktor som kan modifiseres til å omdanne torium til en spaltbar isotop, U-233 (12, s. 75, 68), en prosess som gir formering av energi hvorved uran-forbruket blir lågt (Lysbilde 84).

På virkelig lang sikt er fusjon den mest lovende energikilde (12, s. 77, 68, s. 22). Med fusjon mener man sammensmeltning av lette atomkjerner til tyngre atomkjerner under innvirkning av enormt høye temperaturer. Som utgangsmateriale kan man bruke tungt hydrogen (deuterium) eller supertungt hydrogen (tritium). Det er ennå usikkert om og når fusjon kan gjennomføres. Hvorvidt det russiske Tokamak-prosjekt for fusjon fører fram, kan ventes å være opp-

klaret i 1980-årene (68, s. 23). Ved bruk av kjerne-  
kraft til framstilling av elektrisitet, vil det bli  
mulig å spare olje til jordbruk og transportvirksomhet.

Lysbilde 85 Ifølge erfaringer fra USA ble i 1975 elektrisitet  
(4/3 76) produsert billigere med uran enn med kull og olje som  
brensel (Lysbilde 85, 68, s. 28).

#### 6.6.14. Andre energikilder

Andre energikilder enn fossilt brensel og kjerne-  
kraft vil her bli nevnt rent summarisk:

- Vannkraft er ideell for fremstilling av elektri-  
sitet. Afrika og Asia har stort potensial.  
(12, s. 64-68).
- Sol-energi blir omfattet med stor interesse og  
har stort potensial, særlig for oppvarming og  
i sørlige regioner (73, s. 61-72, 75).
- Geotermisk energi (jordvarme) kan få betydning  
særlig i vulkanske områder (12, s. 80, 73, s. 55).
- Gjæring av organisk materiale blir antatt å  
kunne få betydning for jordbruket i U-landene  
(avsn. 6.6.7.). Man kan fremstille både olje  
og gass (73, s. 73). Som gjæringsmateriale kan  
brukes halm og annet avfall fra avlinger, samt  
gjødsel (84). Det dreier seg her om gjenvinning  
av energi (51, s. 128).
- Vindenergi og bølgeenergi er også blandt de  
energikilder som det er aktuelt å nytte (12).
- På lang sikt regnes det med syntetisk fremstilling  
av flytende hydrogen (73, 12) som kan få be-  
tydning som drivstoff i jordbruket og ved  
transport.

### 6.6.15. Amerikansk energipolitikk

Lysbilde 86  
(4/3 76) Energikrisen i 1973 har medført store endringer i Amerikansk energi-politikk (Lysbilde 86, 76). Det er her tilstrekkelig å nevne, at fra jan. 1975 er Atomic Energy Commission erstattet med andre organer. Videre er det planlagt et eget Departement for energi og naturlige ressurser. Dette skal omfatte også det tidligere innenriksdepartementet.

Lysbilde 87  
(4/3 76) I juli 1975 ble det fremlagt en plan for den fremtidige energiforsyning (Lysbilde 87, 77). Det blir pekt på at mens det tok 60 år å gå over

både fra tre til kull i det 19. århundre

og fra kull til olje og gass i det 20. århundre, må det nå på under halvparten av denne tid, innen århundreskiftet, gjennomføres en vesentlig endring.

Denne endring går ut på at bruk av olje og gass skal dekke bare 30% av energiforbruket <sup>i 2000</sup> mot 75% nå. Dette skal oppveies ved øket bruk av kull, uran og andre energiformer (Lysbilde 87, 77). Sol-energi regnes i år 2020 å bli av vesentlig betydning (Lysbilde 87).

Disse planer for endringer er blitt fremtvunget av at det er påvist at de innenlandske oljereserver i USA utgjør bare ca. 1/3 av de reserver man for få år siden regnet med (77).

Lysbilde 88 Selv med Alaska-olje og bedre utvinning, vil man i 1980-årene såvidt nå opp i produksjonen i 1970. Siden vil produksjonen gå ned (Lysbilde 88, 77).

Lysbilde 89 Etter dette er det rimelig at det i USA blir satset mer på energiforskning enn på annen forskning, og at kjerneenergi får en vesentlig del av midlene til energiforskning (Lysbilde 89, 78). Også for andre energiformer er det stor økning i budsjettene til forskning (78).

#### 6.6.16. Slutningsbemerkinger

Det må regnes med store problemer når det gjelder å skaffe energi i fremtiden. Problemene skulle være mulig å løse. Det kreves imidlertid sans for perspektiver hos dem som skal lede utviklingen. FORRESTER har sagt at politikere ikke ofte regner lenger enn til neste valg, og at man i foretagender (business) sjelden regner med mer enn 5-10 årsperioder (79). Lignende korte perioder synes også økonomer og praktikere å regne med.

Når energi er billig, har det lønnet seg å sløse med den. Ved fremstilling av en bil i Detroit blir det således brukt 32 mill. kcal, mens 6 mill. kcal teoretisk er tilstrekkelig. Rask fremstilling og små arbeidskostnader har gjort det lønnsomt å sløse med energi i dette og mange andre tilfelle. En lønnsomhetskalkyle bør kombineres med et regnskap over energikostnader. For lange perioder vil økonomiske kalkyler og termodynamiske beregninger falle godt sammen. Det er et spørsmål om tidsskala (BARRY e. SLESSER, 56).

Mens man venter på alternative energikilder, vil man bli nødt til å spare på oljen. Man må i resten av dette århundre regne med stigende konkurranse om olje (73).

Det blir i I-landene gjerne antatt at konjunktursvekkelsen etter energikrisen i 1973, vil bli avløst av ny oppgangstid med betydelig økonomisk vekst. Energi-administratoren i USA, ZARB, uttrykte i 1975 engstelse for at økonomisk fremgang vil bety at USA må importere mer olje (80).

Lysbilde 90  
(3/5 76)

Dette har vist seg å slå til (Lysbilde 90, 81). Mens det ved bunnen av recesjonen i 1975 måtte importeres 31% av oljen i USA, var man etter konjunkturoppgangen våren 1976 kommet opp i 44% import.

Hvis U-landene skal få en rimelig del av oljen med henblikk på matforsyning og økonomisk utvikling, kommer man neppe bort fra at I-landene må nedsette kravene til økonomisk vekst (se avsn. 1.3. og 1.4.). Som LEACH peker på, er det flere lovende alternativer for løsning av energiproblemene (75). Det kreves imidlertid en planleggelse på lang sikt som nevnt ovenfor. Kortsiktige økonomiske kalkyler kan hindre at lovende alternativer for energiforsyning blir tatt i bruk (LEACH, 75). En omfattende undersøkelse av Ford Foundation viser, at det i løpet av en 10-15 års periode skulle være mulig å stabilisere energiforbruket i USA og allikevel ha økonomisk vekst og høy sysselsetting (82, s. 81, s. 333).

7. Henvisninger

1. BREIREM, K., Matforsyningen og jordbruksproduksjonen. II. Inst. Husdyrernæring og fôringslære, Særtr. 191, 1960.
2. BRODY, S., Bioenergetics and Growth, 1945. New York: Reinhold Publishing Corporation.
3. FITZHUGH, H.A., J. Animal Sci. 42, No. 4, 1976, 1036.
4. BREIREM, K., Synspunkter på befolkningstilvekst og matforsyning, avsnitt s. 165-197 i "Norges fremtidige matforsyning" 1976. Oslo: Landbruksforlaget.
5. Resources, No. 49, June 1975.
6. DAHLE, Ø., Fossile ressurser, avsn. i Energi, Ressurs- og miljøproblemer, Konferanse 5. juni 1975.
7. MEADOWS, D.H., MEADOWS, D.L., RANDERS, J. & BEHRENS II, W.W., Limits to Growth 1972, New York: Universe Books, oversatt til norsk: Vekstens grenser 1972. Oslo: Cappelen forlag.
8. BREIREM, K., Matforsyning og ressurser for matproduksjon. Inst. Husdyrernæring og fôringslære. Særtr. 458, 1976.
9. Energy, Economic Growth and the Environment (ed. S.H. SCHURR) 1972. Baltimore: The John Hopkins University Press.
10. PAVITT, K.L.R., Malthus and other Economists, avsnitt i Thinking about the Future, Third impr. 1974, Sussex University Press.
11. LARSEN, K.A., Landbruket og Ressursforvaltningen. Høstkonferanse 1975, Landbrukets Sentralforbund.
12. Norges ressurs situasjon i global sammenheng. Norges Offentlige Utredninger, NOU 1974: 55.
13. The Human Population, Scientific American, 231, No. 3, Sept. 1974.
14. Food, Science, 188, No. 4188, May 1975.

15. U.S. Commission on Population and American Future. Report 1972. Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
16. FREJKA, T., Scientific American, 228, No. 3, 1973, 15.
17. C.I.A. (Central Intelligence Agency), Potential Implications of Trends in World Population, Food Production and Climate. Washington: U.S. Information Agency.
18. BROWN, LESTER, R., By Bread Alone. 1974, New York: Proeger Publishers.
19. BROWN, LESTER, R., In the Human Interest, 1974. New York: W.W. Norton & Co.
20. MALTHUS, T.R., An Essay on the Principle of Population, 1798, Summary View on the Principle of Population, 1830, ed. A. FLEW, 1970. Harmondsworth, Middlesex, England: Penguin Books.
21. BLAXTER, K.L., Demography and Agriculture, Lecture Reading University, June 1976.
22. KEYS, A. et al, The Biology of Human Starvation, 1950, Minneapolis, The University of Minnesota Press.
23. Population and Food, Committee on World Food, Health and Population. 1975, Washington D.C.: National Academy of Sciences.
24. PRESSAT, R., Population, 1970, Harmondsworth, Middlesex, England, Penguin Books.
25. PAVE PAUL VI, Humanae Vitae. 1968: Oslo: St. Olavs Forlag.
26. MENARD, H.W., Geology, Resources and Society, 1974. San Fransisco: W.H. Freeman & Co.
27. HEINTZ, A., Fossile mennesker, Aschehoug Konversasjonsleksikon, 13, 1970, 404.
28. HAGEN, A., Steinalderen. Aschehoug Konversasjonsleksikon, 17, 1971, 974.



29. BREIREM, K., Synspunkter på matforsyning, befolkningstilvekst og ressurser. Inst. Husdyrernæring og fôringslære, Særtr. 418, 1973.
30. BREIREM, K., Synspunkter på de globale ernæringsproblemer. Inst. husdyrernæring og fôringslære, Særtr. 318, 1967.
31. FAO, Assessment of the World Food Situation, 1974, E/Conf. 65/3.
32. BREIREM, K., Befolkning og matforsyning. Inst. Husdyrernæring og fôringslære, Særtr. 258, 1964.
33. BROWN, LESTER, R., Man, Land & Food, 1962, Washington D.C.: USDA, Foreign Agr. Econ. Report No. 11.
34. Food and Agriculture, Scientific American, 235, No. 3, Sept. 1976.
35. MESAROVIC, M. & PESTEL, E., Mankind at the Turning Point. 1974. New York: E.D. DUTTON & Co.
36. BREIREM, K., Kinesisk jordbruk. Kronikk Nationen, 10/9-1975.
37. OECD-OBSERVER, No. 81, 1976, 8.
38. OECD OBSERVER, No. 68, 1974, 20.
39. BREIREM, K., Klimavekslinger og matproduksjon. Inst. Husdyrernæring og fôringslære, Særtr. 454, 1976.
40. Understanding Climatic Change. A Program for Action, 1975. Washington D.C.: National Academy of Sciences.
41. Se 17.
42. NEWMAN, J.E. & PICKETT, R.C., World Climates and Food Supply Variations Science, 186, 1974, No, 4167, 877.
43. JENKINSON, D.S. & AYANABA, A, The Humid Tropics, Span, 19, No. 2, 1976, 71.
44. Se 34.

45. Food, 1973. San Fransisco: W.H. Freeman and Co.
46. Se 26.
47. ECKHOLM, E.P., Desertification: A World Problem. Ambio, 4, No. 4, 1975, 137.
48. Plant Science, 2. ed. 1974. San Fransisco: W.H. Freeman 6 Co.
49. Population Crisis and the Use of World Resources (ed. S. MUDD), 1964. Hague: Dr. W. Junk Publishers.
50. U.S. News & World Report, Aug. 30, 1976, 30.
51. Agricultural Production Efficiency, 1975. Washington D.C.: National Academy of Sciences.
52. BLAXTER, K.L., The Limits to Agricultural Improvement, Journal, University of Newcastle upon Tyne, Agricultural Society, 25, 1972-74, 3.
53. THOMPSON, L.M., Weather Variability, Climatic Change and Grain Production, Science, 188, No. 4188, 1975, 535.
54. WORTMAN, S., Agriculture in China, Scientific American, 232, No. 6, 1975, 13.
55. BLAXTER, K.L., Energy and Agriculture, Lecture, Energia, Oslo, 12. mai 1976, stencilert.
56. SLESSER, M., Energy Analysis in Policy Making, New Scientist, 1. nov. 1973.
57. STEINHART, J.S. & STEINHART, C.E. Energy Use in the U.S. Food System, Science, 184, 1974, 307.
58. Report of the Energy Working Party No. 1. 1974. Agricultural Research Council.
59. Sci. News, 109, No. 19, 1976, 292.
60. Sci. News, 109, No. 3, 1976, 38.
61. LEACH, G., Energy and Food Production 1975. London: Intern. Inst. for Environment and Development.

62. World Energy Consumption and Production over the Next 50 Years, 1974. Report Pugwash Energy Symposium.
63. LEACH, G., Energy and Food Production, Food Policy, 1, No. 1, 1975, 62.
64. LEACH, G., Energy Futures-Wide Open to Change and Choice. Ambio, 5, No. 3, 1976, 108.
65. ELBEK, B., Energikrisen - hvad betyder den for landbrug og gartneri ? Ugeskr. for Agronomer og Hortonomer nr. 24, 1975, 470.
66. ELBEK, B., Energi, energi, energikrise, 1974. København: Munksgaard.
67. Science News, 108, No. 13, 1975, 198.
68. BETHE, H., The Necessity of Fission Power. Scientific American, 234, No. 1, 1976, 21.
69. LORENTZEN, G., Varmepumpen i verdens energibilde. Scandinavian Refrigeration 1/75, 2.
70. BRUNBORG, I., Energiperspektiver, forbruk, reserver, økonomi. Landbruket og ressursforvaltningen. Høstkonferanse 1975.
71. Om tiltak for energiøkonomisering, NOU 1975: 49.
72. BLAXTER, K.L., A New Challenge to Agriculture. NLVF Års-melding 1974, 91.
73. HAMMOND, A.L., METZ, W.D. & MAUGH II, T.H., Energy and the Future, 1973. Washington D.C.: American Association for the Advancement of Science (AAAS).
74. CRITCHFIELD, H.J., General Climatology, 1966. Englewood Cliffs, New Jersey: Printice Hall.
75. Se 64.
76. Sci. News, 106, No. 16, 1974, 106.
77. Sci. News, 108, No. 1, 1975, 4
78. Sci. News, 109, No. 4, 1976, 52.

79. FORRESTER, U.S. News & World Rpt. Nov. 3, 1975, 88.
80. ZARB, F.C., U.S. News & World Rpt., May 12, 1975.
81. U.S. News & World Rpt., April 5, 1976.
82. A Time to Choose. America's Energy Future. Energy Policy Project of the Ford Foundation, 1974. Cambridge Massachusetts: Ballinger Publishing Co.
83. BREIREM, K., Nordens ernærings-situasjon med særlig vekt på proteinproblemene. Nord. Kontaktorgan Jordbruksforskning. Seminar, Oslo 4.-5. des. 1974.
84. Gjødselhaugen blir til gassverk! Tekn. Ukeblad, 122, nr. 4, 1975, 8.

For å innskrenke antall henvisninger er <sup>det</sup> i stor utstrekning brukt indirekte henvisninger, d.v.s. henvisninger til oversiktsarbeider hvor det er gitt original-henvisninger. Det er imidlertid brukt også direkte henvisninger for å få nevnt viktige arbeider og for å få oversikten ført fram til høsten 1976.

8. Fortegnelse over lysbilder

(Tall i parentes viser til kilde (henvisninger)).

1. Bilde av Samuel Brody. Professor i fysiologi, Missouri University.
2. Brody's vekstteori (29, s. 74, 2, s. 484-550).
3. Ligninger for vekst (3)
4. Sigmoid og eksponensiell vekstkurve (29, s. 74).
5. Vekst hos dyr og mennesker (2, s. 492).
6. Økonomisk vekst i USA (8).
7. Befolkningsutviklingen i verden (4, s. 169, 12).
8. Rater for befolkningstilvekst (4, s. 168).
9. Befolkningstilvekst fremstilt logaritmisk (14, s. 514, 45, s. 192).
10. Befolkningstilvekst i ulike regioner 1000-1850 (4).
11. Befolkningstilveksten i I-land og U-land (13, s. 152).
12. Demografisk transisjon (4, s. 171, 13, s. 49).
13. Demografisk transisjon i I-land og U-land (14, s. 515).
14. Befolkningsutvikling i USA ved to og tre barn pr. familie (15, s. 23).
15. Befolkningsutvikling i verden (16).
16. Ulike projeksjoner for befolkningsutvikling i Mexico (17)
17. Befolkningsstabilisering i U-land LESTER BROWN (4, 18, 19). s.174
18. Matforsyning før første jordbruksrevolusjon (8, 45, s. 206).
19. Matforsyning etter første jordbruksrevolusjon (8, 45, s. 207).
20. Kosthold i I-land og U-land (8).
21. Kosthold i ulike regioner (30).
22. Kostholdsundersøkelse i India (30).
23. Utbredelse av underernæring og feilernæring (30).
24. Utgifter til mat i en murerfamilie i Berlin 1800 (29, s. 28).
25. Utgifter til mat i land med ulike inntekter pr. person (29, s. 29).
26. Kjøttkonsum i Tyskland 1816-1913 (29, s. 26).
27. Kosthold i Japan fra 1950 (83).
28. Utvikling av kjøttkonsumet i OECD-landene 1959-72 (83).
29. Kosthold for arbeidsløse, Norge 1930-årene (29, s. 27).

30. Fettinnhold i kosten i vestlige I-land (8).
31. Utviklingen i fettkonsumet i Norge (8).
32. Kosthold i Norge og i Sovjetunionen (8).  
Henvisninger til FAO 1971.
33. Verdens kornproduksjon (12, s. 140).
34. Produksjon og forbruk av korn, I-land og U-land (4, s. 192).
35. Direkte og indirekte konsum av korn (19, s. 30).
36. Matkonsum i kg kornekvivalenter i U-land og I-land (29, s. 46, 4, s. 193).
37. Forbruk av matmel og kraftfôr i Norge 1875-1970 (Wolden, 4).
38. FAO-projeksjoner for behovet av korn 1980-1990 (8, 31).
39. Økning av matproduksjonen i U-landene 1966-70, totalt og pr. person (29, s. 56).
40. Økningen av kornproduksjonen i India 1950-70, totalt og pr. person (14, s. 542).
41. Verdenshandelen med korn (17).
42. Mineralreserver. Ressursrektangel (12, s. 28).
43. Gjenvinning (12, s. 30).
44. Forurensninger og energiforbruk ved gjenvinning (29, s. 71).
45. Jordbruksareal pr. innbygger i ulike regioner (4, s. 182).
46. Land med under 3 da jordbruksareal pr. innbygger i 1950-årene (4, s. 183).
47. Jordbruksareal og areal av dyrket jord i en del OECD-land (38).
48. Klimautvikling (39, 40).
49. Klimautvikling i Island (17).
50. Variasjon i årlig nedbør i ulike regioner (39, 40).
51. Global sirkulasjon (74, s. 89).
52. "Sonal" og "meridional" sirkulasjon (39).
53. Nettoproduksjon under ulike klimaforhold (45, s. 194).
54. Europa under siste store istid (26, s. 291).
55. Befolkning av ulike regioner (26, s. 289).
56. Vitenskapens betydning (51, s. iii).
57. Fremgangen i kornavlinger i Nederland og England (4, s. 180).
58. Maisavliger USA, 1950-72, (51, s. 6).
59. Broilerutbytte pr. 100 kg fôr USA, 1950-72 (51, s. 8).

60. Eggutbytte pr. høne, USA 1950-72, (51, s. 10).
61. Avlinger av bønner, USA 1950-72 (51, s. 11).
62. Indeks for avlinger i forhold til kunstgjødselmengder pr. arealenhet, USA (51, s. 9).
63. Fremgang i maisavlinger i USA, 1940-73 (53).
64. Avlinger og tilgjengelig kraft pr. arealenhet (12, s. 154).
65. Fosfatreserver (12, s. 34).
66. Reserver av kalisalter (12, s. 35).
67. Energiforbruk i jordbruket og hele matsektoren (4, s. 88).
68. Energiregnskap pr. kg hviteloff (61, s. 33).
69. Fordelingen av energiforbruket USA 1972 (4, s. 187).
70. Energiutbytte i omsettelig energi i mat pr. enhet hjelpeenergi (58, 63).
71. Energiutbytte i samlet kost pr. enhet hjelpeenergi (4, s. 190).
72. Oljeforbruk pr. 1000 kr. inntekt i ulike erverv (66).
73. Energiforbruk i matsektoren pr. person i U-land (63).
74. Energiforbruk i jordbruket ved ulikt befolkningspress og kosthold (4, s. 191, 56).
75. Ulikhet i forbruk av korn, energi og stål i I-land og U-land (19, s. 30-34).
76. Verdens Energiforbruk fordelt på ulike regioner (62).
77. Rater for økning av energiforbruket i ulike regioner(62).
78. Energiforbruket pr. person i ulike regioner (4, s. 186, 62).
79. Realpriser for olje i USA, 1950-70 (73, s. 140).
80. Prisstigningen på olje og hvete i 1973 (18, s.63).
81. Verdens oljeproduksjon med projeksjoner til neste århundre (68, s. 22).
82. Varigheten av fossilt brensel som energikilde (26, s. 511).
83. Kjerneenergi, spalting (fisjon) (iflg. 12).
84. Behovet for uran ved ulike typer av reaktorer (68, s. 30).
85. Pris for elektrisitet i USA i 1975 med kull, olje og uran som brensel (68, s. 28).
86. Amerikansk energiadministrasjon fra 1975 (76).
87. Planer for amerikansk energiforsyning (76).
88. Amerikansk oljeproduksjon (77).
89. Amerikanske bevilgninger til energi-forskning (78).
90. Amerikansk oljeimport (81).