

Madproduktions- teknologi

Forarbejdning, tilberedning og opbevaring af mad

med fokus på
ENERGI

Tema 1 – Fødevarer og forbrug – 2. semester

Udarbejdet af Anne - Grete Rasmussen, Ankerhus
Seminarium, februar 2003

Forord til 2. udgave

Til undervisning i uddannelsen til professions bachelor i sundhed og ernæring anvendes dette skrift om "madproduktionsteknologi" i tema 1. på 2. semester. Det omhandler en beskrivelse og vurdering af den teknik der anvendes i forbindelse med forarbejdning, tilberedning og opbevaring af madvarer.

I mine to andre skrifter "Husholdningsteknologi – med fokus på arbejdsøkonomi" og "Rengøringsteknologi" redegør jeg for, hvorledes jeg bredt tolker teknologibegrebet i relation til arbejdsprocesser i husarbejdet. Der er i dette skrift lagt vægt på de bagvedliggende fysiske og tekniske problemstillinger ved arbejdsprocesserne, ligesom det diskuterer de anvendte energiformer.

Selvom der i teksten er sat fokus på de private husstande, vil teorierne kunne anvendes også i større produktionsenheder. Der henvises her til det materiale om kantineudstyr – komfur og kølemøbler, som Miljø- og energistyrelsen har udarbejdet (se bilag 2)

Ud fra mine beskrivelser af hvilken teknologi der anvendes i de private husholdninger opfordres læseren til at overveje hvilke parametre, der er vigtigt at satse på i fremtidens forbrugeroplysning. Der er løbende opgaver og spørgsmål til diskussion.

Skriftet er trykt i løsbladsformat, for således at gøre det muligt at indsætte faneblade til adskillelse af de enkelte afsnit. Materiale fra Forbrugerinformation, Grøn Information m.v. kan således indsættes under de forskellige arbejdsprocesser.

De væsentligste kilder er angivet sidst i hvert kapitel. Der kunne være mange flere kilder, men jeg har valgt ikke at give kilde på den viden, jeg har tilegnet mig gennem mit mangeårige arbejde med området.

I forhold til 1. udgave (1999) er der i 2. udgave kun foretaget mindre korrektioner

Tak til de personer, der har været behjælpelig med at udarbejde kompendiet.

Jeg ønsker god læselyst og modtager gerne kommentar til materiale
Seminariektor, EH Anne - Grete Rasmussen

Ankerhus Seminarium – 2003, 2. udgave, 1. udgave august 1999
Telefon: 57 83 01 38 - E-mail: agr@ankerhussem.dk

Indholdsfortegnelse til "Madlavningsteknologi" - august 1999

Kapitel 1 - Energiforbrug

1.1. Energihandlingsplaner	Side 2
1.2. Samfundets energiforbrug	Side 3
1.3. Husholdningernes energiforbrug	Side 4
1.3.1. Konsekvenser af energiforbruget	Side 5
1.4. Husholdningernes elforbrug	Side 7
1.5. Kilder til kapitel 1	Side 8

Kapitel 2 - El-lære

2.1. Husinstallationer	Side 9
2.2. El-sikkerhed i boligen	Side 12
2.2.1. Sikringer	Side 12
2.2.2. Ekstrabeskyttelse (relæer m.v.)	Side 13
2.3. De elektriske grundbegreber:	Side 15
2.3.1. Spænding: (U)	Side 15
2.3.2. Strøm: (I)	Side 16
2.3.3. Effekt: (P= Power)	Side 16
2.3.4. Modstand: (R)	Side 16
2.4. Måling af el-forbrug	Side 18
2.4.1. Elforbrug (E)	Side 18
2.4.2. Et regneeksempel - en kogeplade	Side 20

Kapitel 3 -Husholdningsteknik til madlavning

Side 23

3.1. Apparater til madlavning	Side 23
3.2. Opvarmningsprincipper	Side 24
3.3. Miljøvurdering af Komfurer	Side 26
3.3.1. Livscyklusanalyse af komfurer	Side 26
3.3.2. Sammenligning af miljøbelastning af el og gas komfur	Side 27
3.4. Komfur	Side 30
3.5. Ovne	Side 31
3.5.1. Energiforbrug	Side 32
3.6. Kogeplader	Side 34
3.6.1. Massekogeplader	Side 34
3.6.2. Glaskeramiske - kogezone	Side 35
3.6.3. Induktionskogezone	Side 37
3.6.4. Styring og regulering af kogeplader	Side 38
3.6.5. Energiforbrug på kogeplader	Side 41

3.7. Mikrobølgeovne	Side 44
3.7.1. Opbygning af en mikrobølgeovn	Side 45
3.7.2. Mikrobølgeovnens opvarmningsprincip	Side 46
3.7.3. Sikkerhed ved brug af mikrobølgeovne	Side 50
3.7.4. Energiforbrug	Side 51
3.8. Kilder til kapitel 3	Side 52

Kapitel 4 - Husholdningsteknik til madopbevaring

4.1. Apparater til madopbevaring	Side 53
4.1.1. Opbygning af et køleskab	Side 54
4.2. Varmelære	Side 56
4.2.1. Temperatur og temperaturmåling	Side 56
4.2.2. Stoffers tilstandsformer	Side 57
4.2.3 Tryk og temperatur	Side 61
4.3 Kølekredsløbet	Side 62
4.3.1 Køleanlæggets delkomponenter:	Side 63
4.3.2. Kølemidler	Side 66
4.4. Energiforbrug	Side 67
4.4.1 Isolering af kølemøbler	Side 68
4.4.2. Livscyklusanalyser på kølemøbler	Side 71
4.5. Kilder til kapitel 4.....	Side 73

Bilag

1 - Mærkning af elektriske apparater.....	Side 74
2 - Supplerende materiale.....	Side 77
3 - Mere om miljømærker.....	Side 78
4 - Energimærkning på hårde hvidevarer.....	Side 79
5 - Gode internetadresser.....	Side 80

Revideres !

Madlavningsteknologi

Såvel nationale som internationale handlingsplaner for en mere bæredygtig udvikling lægger op til en diskussion af den vestlige verdens forbrug. Begrebet bæredygtig udvikling er defineret som en udvikling, som opfylder de nuværende behov uden at bruge fremtidige generationers mulighed for at opfylde deres behov i fare. I den sammenhæng er det yderst relevant at diskutere energiforbruget i relation til produktion og tilberedning af vores mad. For at sætte fokus på vores energiforbrug har regeringen iværksat aktiviteter på flere fronter. Handlingsplanerne lægger op til, at der skal arbejdes på lokalt plan i gennem "Lokal Agenda 21" aktiviteter, elselskaberne er blevet pålagt at foretage vejledning og oplysning om elbesparelser, og der gives midler til oprettelse miljøbutikker rundt omkring i landet. I dette formidlingsarbejde vil kommende EH - økonomer blive centrale aktører. Dette kompendie indeholder den baggrundsviden eller de kvalifikationer, der er nødvendige for at kunne inspirere, undervise og vejlede i køb og brug af elbesparende teknologi indenfor madlavningsprocessen. Der er mange spørgsmål undervejs, da det kan diskuteres, hvorledes en sådan adfærdsændring vil få størst effekt.

I de forløbne år, har der været satset meget på tekniske energibesparelser, hvilket vil sige isolering af vores boliger og en kraftig produktudvikling af nye apparater og maskiner, med reduceret energiforbrug. I de senere år er der foretaget livscyklusanalyser på forskellige arbejdsprocesser som viser, at langt størstedelen af energiforbruget ligger i husholdens private prioriteringer og adfærd. Selvom industrien stadig arbejder med tekniske energibesparelser, kunne det tænkes at de tekniske energibesparelser er ved at være udtømte. Mange rapporter lægger derfor op til mere adfærdsbestemte besparelser, med hensyn til forbrugernes køb af ny teknik samt brugen af denne. Med et citat fra Miljø- og Energiministeriet's rapport om Natur og Miljø vil jeg ønske god læselyst.

"Samlet set er der et stort miljømæssigt potentiale i en ændret efterspørgsel og forbrugsadfærd, som kan reducere miljøbelastningen i alle faserne i et produkts livscyklus" ^{1 side 235}

Som indledning til emnet er der i kapitel 1 beskrevet overordnet om energiforbrug i samfund og husholdninger. Afsnittet skulle gerne give en inspiration til at gå videre ned i de enkelte teknologier, for således at finde ud af, hvor der kan satses i den fremtidige forbrugeroplysning. Kapitel 2 beskriver husinstallationer og elektricitetslære, hvilket vi vil arbejde med i undervisningen. Efter dette afsnit kommer der en beskrivelse af forskellige madlavnings-teknologier, der anvendes til madproduktion (kapitel 3) og madopbevaring (kapitel 4) i de private husholdninger. Som start på disse kapitler vil der refereres til livscyklusanalyser af de energimæssige forhold ved anvendelse af de forskellige teknologier, for således at kunne komme frem til diskussioner af, hvilke elementer, der er vigtige i den fremtidige forbrugeroplysning.

Kapitel 1 - Energiforbrug

Det første kapitel handler om de aktuelle tiltag der fra samfundets side er ønskelige for at kunne arbejde hen imod en mere bæredygtig udvikling. I afsnittet er der fokuseret på energiforbruget. Hvilke mål har vi sat os for et få en mere bæredygtig udvikling, og hvordan kan disse mål realiseres? For at kunne vejlede og inspirere befolkningen til en mere bæredygtig adfærd, er det udover selve pædagogikken vigtigt, at gå bag om problemet både samfundsmæssigt og naturvidenskabeligt. Hvad er det for energityper vi anvender, hvad er det aktuelle forbrug, og hvilke områder bør der sættes på i vejledningen til de danske forbrugere.

1.1. Energi-handlingsplaner

Frygten for globale miljøkonsekvenser af det øgede energiforbrug af bl.a. fossile brændsler, har sat ønsket om en begrænsning eller en stabilisering af energiforbruget på både den nationale og den internationale dagsorden. Landene er enige om, at udslippet af drivhusgasser herunder CO₂ udslippet må nedsættes, således at de kommende generationer ikke vil komme til at opleve naturkatastrofer. Konsekvenserne af CO₂ udslippet er beskrevet nærmere i kemibogen under afsnittet om drivhuseffekt.

Der afholdes jævnligt klimakonferencer, hvor landene bliver enige om hvilke mål, der skal sættes for CO₂ udledningen. Senest i 1997, hvor landene i Kyoto blev enige om den såkaldte "Kyoto-protokol", som indeholder aftale om, at EU som helhed skal begrænse CO₂ udledningen i perioden 2008 -2012 med 8% i forhold til den udledning, der var i 1990. I Danmark har vi udarbejdet en national aftale, der går udover disse internationale aftaler. I den danske energiplan "Energi 21" er der opstillet mål for at reducere CO₂ udledningen med 20% i perioden frem til 2005 sat i forhold til udledningen i 1988. Frem til 1996 er det kun lykkedes at reducere udslippet med 4%.¹

Man kan opnå disse mål ad mange veje. I energiplanen er alle midler taget i brug. Der skal sættes på mindre CO₂ forurenende energiformer såsom gas og vedvarende energi, på udvikling af energibesparende teknologi indenfor industri, transport og husholdninger, og sidst men ikke mindst på ændret adfærd både ved køb og ved brug af energi.

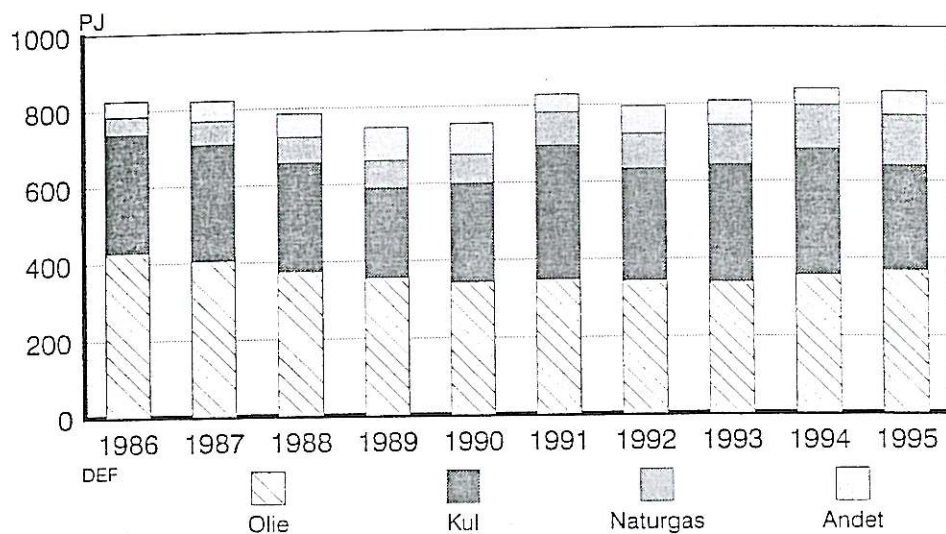
1.2. Samfundets energiforbrug

I statistikker og tabeller findes der forskellige tal på energiforbrug. Der er her vigtigt, at være opmærksom på flere forhold ved tolkning af sådanne tal. Eksempelvis:

- * Hvad er det for et energiforbrug ?
- * Er det bruttoenergi, solenergi eller elektricitet ?
- * Er det primær eller sekundær energi ?
- * Er det direkte eller inddirekte forbrug ?

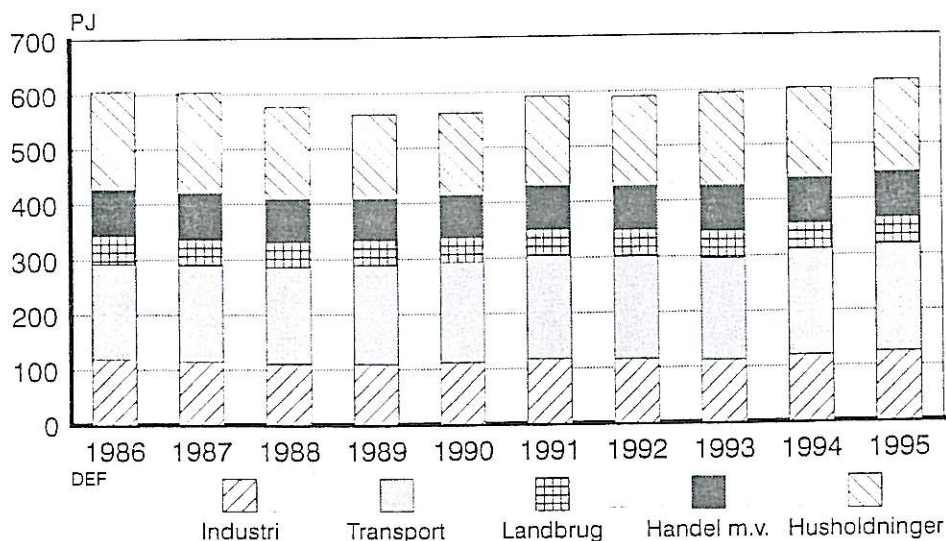
Bruttoenergiforbruget (primærenergi) betegner forbruget af rå energikilder såsom olie, kul, gas eller vedvarende energi. Denne råenergi konverteres ofte til andre energiformer. Ved forbrænding af kul dannes der varme, som får dampturbiner til at producere elektricitet. Der er et tab ved denne konvertering, ligesom der også kan være et distributionstab, når energien skal transporteres ud til forbrugerne.

For at illustrere de forskellige energiformer er der i figur 1.1. vist de sidste 10 års forbrug af primærenergi fordelt på energikilder. Forbruget ligger nogenlunde stabilt på 800 PJ. I perioden er naturgassens andel vokset med 173% og "andet", som er vedvarende energi er vokset med knapt 60%. Det er målet, at naturgas og vedvarende energikilder skal anvendes i større omfang i de kommende år, da det er energikilder, der ikke forurener så meget som de fossile brændsler. Dette er beskrevet nærmere i afsnit 3.3.



Figur 1.1. Viser det primære energiforbrug fordelt på energikilder ²

Det energiforbrug, vi normalt taler om, er det endelige energiforbrug (sekundærenergi), som anvendes i industri eller i husholdningen. Figur 1.2. viser det endelige forbrug (sekundær energi) fordelt på de forskellige sektorer.



Figur 1.2. Viser det sekundære energiforbrug opdelt på sektorer ²

Dette forbrug ligger på godt 600PJ, hvor husholdninger og transport står for hver en tredjedel af forbruget. I løbet af denne ti års periode er det samlede energiforbrug i husholdningerne faldet med ca. 6%, hvilket skyldes at vores boliger er blevet bedre isoleret og industrien har satset meget på at producere husholdningsapparater med lavere energiforbrug. I samme periode er elforbruget i husholdningerne steget med knapt 10%, hvilket kan skyldes, at der er kommet flere el-forbrugende apparater og at husstandene er blevet mindre. Det samlede primær energiforbrug er på godt 600PJ, hvilket fortæller, at der ved konvertering og distribution er "tabt" ca. 200PJ. ⁸⁰⁰

En sidste betegnelse er nettoenergiforbruget (nyttiggjort energi), som tager hensyn til den nytte vi får af den energi, vi bruger i husholdningen. Eksempelvis hvor meget varmeenergi kommer der ind i huset, når olien er forbrændt, eller hvor meget energi går der over i vandet, når vi varmer vand på en elkedel. Beregning af nyttevirkningen på forskellige teknologier er beskrevet senere i afsnittet.

1.3. Husholdningernes energiforbrug

For at belyse husholdningernes energiforbrug vil jeg opdele forbruget i det direkte og indirekte forbrug. Det direkte forbrug er det forbrug husholdningerne betaler for på elregningen eller på varmeregningen.

Det direkte forbrug fordeler sig på:

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| * Boligopvarmning | * Belysning |
| * Varmtvandsforsyning | * Transport |
| * Husholdnings maskiner | * Ferieaktiviteter |
| * Kommunikation | |

De seneste års indsats for energibesparelser har fortrinsvis beskæftiget sig med det direkte energiforbrug i husholdningerne. Det være sig energibesparelser ved øget isolering af vores boliger, anvendelse af energisparepærer, og køb af mindre energiforbrugende apparater.

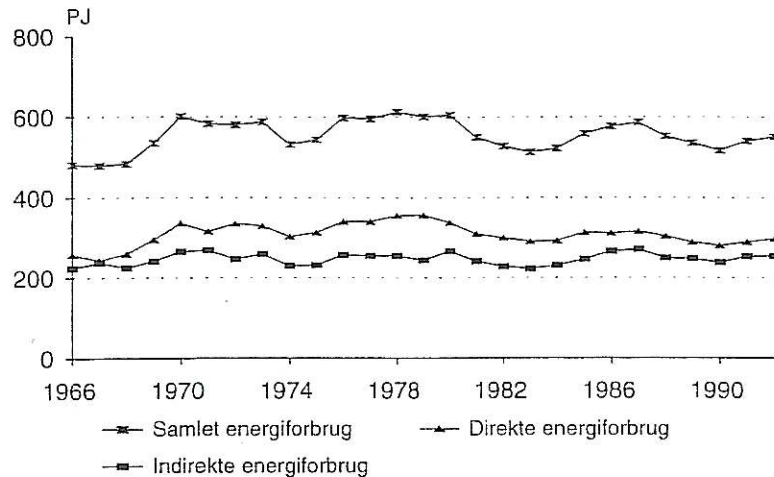
I alle disse kampagner har der været et incitament til at spare på energiregningen.

Det indirekte forbrug er defineret, som den energi, erhvervene anvender til produktion af forbrugsvarer og tjenesteydelser til husholdningerne. Der er i de sidste år kommet en del rapporter, der beskæftiger sig med husholdningernes indirekte energiforbrug³⁺⁴.

Det indirekte forbrug fordeler sig på:

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| * Fødevarer | * Sundhed |
| * Nydelsesmidler | * Underholdning og fritid |
| * Beklædning | * Service |
| * Bolig apparater m.v. | * Transport |

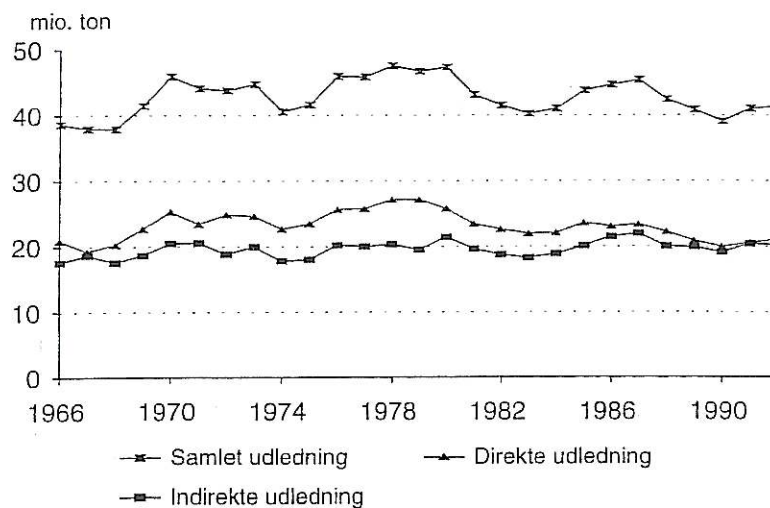
En rapport fra Amternes og kommunernes Forskningsinstitut (AKF) har kortlagt miljøeffekterne af det private forbrug⁴. Figur 1.3. viser, at husholdningernes direkte energiforbrug i perioden fra 1966 til 1990 har været lidt højere end energiforbruget til produktion af forbrugsvarer. Forskellen er dog blevet mindre og mindre i løbet af perioden. Om husholdningernes indirekte energiforbrug vil stige endnu mere i de kommende år, vil kun fremtiden vise.



Figur 1.3. Viser udviklingen i husholdningernes direkte og indirekte energiforbrug ⁴

1.3.1. Konsekvenser af energiforbruget

Som tidligere nævnt afhænger udslippet af drivhusgasser af hvilken energikilde der anvendes. Figur 1.4. viser udviklingen i den direkte og indirekte CO₂ udvikling i samme periode. Også her har husholdningernes direkte energiforbrug ligget højere end det indirekte forbrug i industrien. Men det ser ud til at den direkte udledning er faldet i 90'erne, således at den er på størrelse med det indirekte forbrug. Denne udvikling hænger sammen med at der er mange husholdninger, der har fået fyringsolien substitueret med naturgas. ¹



Figur 1.4. Viser udviklingen CO₂ udledningen fra det direkte og indirekte energi forbrug i mio. ton. ⁴

Forbrugerstyrelsens undersøgelse "Miljøbelastningen af familiens aktiviteter" ³, som forsøger at beregne familiens miljøbelastning ved forskellige aktiviteter opgjort i forskellige typer ressourcer, herunder energi, samt i udledning til omgivelserne. Undersøgelsen viser tydeligt, at det største ressourceforbrug er ved produktion og fabrikation af vores fødevarer.

Rapporten konkluderer: "Aktiviteten spisning (fødevarefremstilling, indkøb med bil, opbevaring, madlavning og opvask mv.) udgør lidt mere end 1/3 af familiens samlede ressourceforbrug og miljøbelastning. Biltransporten (den del, der ikke vedrører indkøb) og rumopvarmning er omtrent lige store og udgør knap 1/3 af modelfamiliens ressourceforbrug og lidt mere end 1/3 af udledninger til omgivelserne..... Den resterende tredjedel af ressourceforbruget og fjerdedel af miljøbelastninger vedrører vareforbrug ved fritidsaktiviteter i hjemmet (incl. boligindretning), beklædning (incl. vask), hygiejne og sundhed (incl. bad mv.) samt rengøring". ^{3, side 12}

Undersøgelsen fra Amts Kommunernes Forskningsinstitut ⁴ forsøger at beregne den CO₂ udledning, der er ved privat forbrug. Også her er energiforbruget og CO₂ udledningen størst produktion af fødevarer.

Afslutningsvis skal det nævnes, at statistikker altid skal tages med et vist forbehold. Forskellen i vaner, livsstil, familiestørrelser m.v. giver store variationer i energiforbruget. En undersøgelse fra Ålborg Universitet viser, hvor stor denne forskel kan være. Undersøgelsen tager udgangspunkt i 4 forskellige tænkte familietyper alle med to voksne og to børn. Skema 1.1. viser de fire familiers miljøbelastning udtrykt ved forbruget af primær energi. Familie A repræsenterer den amerikanske livsstil. De har to biler, stort hus med centralvarme og spiser meget (kød). Familien D repræsenterer den anden ende ved at leve et mere grønt liv. De cykler på arbejdet, bor i lavenergibebyggelse og spiser mere økologisk og flere vegetabiliske produkter.

Den "amerikanske familie" bruger sammenlagt 8 gange så meget energi, som den "grønne" familie, og næsten 15 gange så meget elektricitet.

	Familie A	Familie B	Familie C	Familie D
Bolig	6.876	6.876	7.984	16.137
Opvarmning	87.665	82.375	75.567	23.232
El - forsyning	50.054	20.002	19.013	339
Transport	219.760	83.098	7.309	688
Fødevarer	8.330	7.014	5.439	3.913
Total	372.685	199.365	115.321	44.309

Skema 1.1. Viser miljøbelastningen udtrykt ved forbruget af primær energi i MJ pr. år for fire forskellige familietyper. ^{1 s.236, primærkilde 5}

Selvom det indirekte energiforbrug udgør en lige så stor del som det direkte forbrug, vil der i dette kompendie fortrinsvis arbejdes med det direkte forbrug i relation til køb og brug af den pågældende teknologi.

1.4. Husholdningernes elforbrug

Elforbruget udgør ca. 20% af husholdningernes direkte energiforbrug. Selvom priserne har været stigende, har der været en betydelig vækst i elforbruget siden 1960. Elforbruget til elapparater er fordoblet siden 1960'erne, da husholdningerne har fået flere apparater som vaskemaskiner, tørretumblere, opvaskemaskiner, vandsenge, foodprossorer, TV m.v. Fra slutningen af 1980'erne har stigningstakten i bestanden af de forskellige traditionelle husholdningsapparater været aftagende.⁶ Apparaterne er gjort mere energieffektive samtidig med, at der er kommet mange flere apparater frem. Specielt informationsteknologi og "Standby" forbrug på husholdningsapparaterne har været med til, at el-forbruget er steget med næsten 10% i perioden 1986 til 1995 ^{2 side 12}. Den seneste udvikling går således i retning af, at de små apparater og informationsteknologi udgør en større og større del af elforbruget. I Pjecen "Bedre elvaner" er dette forbrug omtalt nærmere. Her er angivet et forbrug for en familie:

	Enfamilieshus - uden elvarme		Lejlighed - uden elvarme	
Køleskab og fryser	15%	675kWh	21%	525 kWh
Madlavning og emhætte	13%	585 kWh	21%	525 kWh
Opvaskemaskine	8%	360 kWh	-	-
Vaskemaskine og tørretumbler	18%	810 kWh	-	-
Belysning	19%	855 kWh	19%	475 kWh
Gasfyr incl. cirkulationspumpe	5%	225 kWh	-	-
Underholdning/PC	18%	810 kWh	31%	775 kWh
Småapparater m.v.	4%	180 kWh	8%	200 kWh
Gennemsnits forbrug pr.år	4.000 - 4.500 kWh		2.000 - 2.500 kWh	

Skema 1.2. Viser gennemsnitsforbrug på de forskellige apparater i en gennemsnitsfamilie.⁷

Sammenlagt er elforbruget i lejligheder mindre end i énfamilieshuse. Fordelingen bliver således anderledes, da der ofte vaskes på mønt- eller boligvaskerier, og der er sjældent installeret individuelle gasfyr og opvaskemaskiner.

Skemaet kan anvendes i forbindelse med kortlægning af elforbrug i forskellige typer af husstande. (til hjemmeøvelsen i næste afsnit).

Elforbruget til madlavningsprocessen omfatter madtilberedning, emhætte, køling og frysning og er således i alt på 28% i énfamiliehuse og på 42% i lejligheder.

Da mange EH - økonomer ansættes i el-selskaber, miljøbutikker eller som undervisere i el-spareråd vil der i det følgende afsnit være fokus på el-lære. Afsnittet starter med en undersøgelse af den studerendes el-installationer, hvorefter der er et forklarende afsnit om de elektriske grundbegreber. Der er opgaver, der kan løses undervejs.

1. "Natur og Miljø 1997" Faglig rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser Miljø og Energi-ministeriet (det anbefales at købe rapporten 190 kr - 95 kr. ved køb af over 10 eksemplarer)
2. "Tiårs statistik" Danske Elværkers Forening , 1996
3. "Miljøbelastningen ved familiens aktiviteter", Forbrugerstyrelsen 1996 og note 5
4. "Miljøeffekter af privat forbrug", Jesper Munksgaard et.al. AKF forlaget, 1998
5. "Different lifestyles and their impact on the environment" Christensen, P. Ålborg Universitet 1997.
6. Uddybet i "Husholdningsteknologi - med fokus på arbejdsøkonomi", Anne - Grete Rasmussen, Ankerhus 1999
7. "Elindkøbstips", Pjece fra Danske Elværkers Forening, 6/98

Kapitel 3 Husholdningsteknik til madlavning

Det traditionelle udstyr til kogning og stegning af vores madvarer er et komfur med kogeplader og ovn eller en kogesektion med indbygget ovn. Udover komfurer anvendes der supplerende elforbrugende apparater til madlavning i de private husholdninger og institutioner.

Kapitlet starter med en gruppering af de apparater, der anvendes i madlavningsprocessen. Opbygning og funktion af småapparaterne er ikke beskrevet nærmere i afsnittet, idet der henvises til Forbrugerstyrelsens løbende undersøgelser af de forskellige apparattyper i Råd og Resultater. (www.fs.dk). Da madopvarmning er den mest energikrævende proces, vil kapitlet herefter handle om de opvarmningsprincipper der anvendes til kogning, stegning og bagning på komfur henholdsvis mikrobølgeovn. I afsnittet er der refereret til en livscyklusanalyse af de forskellige komfurteknologier, samt anslået energiforbrug ved anvendelse af madtilberedning på gas henholdsvis elektricitet. Denne LCA - analyse kan anvendes til en prioritering af de områder, der må sættes på i de kommende år. Herefter er der en mere teknisk beskrivelse af komfur og mikrobølgeovn set i relation til de ressourcer, der anvendes i brug såvel som i produktion..

Sidst i kapitlet lægges der op til læseren at konkludere, hvorledes den fremtidige forbrugervejledning kunne se ud.

3.1. Apparater til madlavning

Indledningsvis er der forsøgt at opdele de forskellige typer af små apparater, der anvendes til madtilberedning i nogle grupper ud fra de funktioner de har.

Gruppe 1 - El-apparater til røring, piskning og findeling

* Råkostapparat	* Røremaskine	* Kødhakker
* Blender	* Foodprocesser	* Minihakker
* Stavmixer	* El-pisker	* m.v.

Gruppe 2 - El-apparater til specifikke opgaver

* Brødrister	* Vaffeljern	* Æggekoger
* Toaster	* El-dåseåbner	* El-kniv/maskine
* Frituregryde	* Yoghurtapparat	* Bagemaskine m.v.

Selvom disse to grupper af el-udstyr ikke bruger så meget energi hver for sig, er apparaterne ud fra en energimæssig synsvinkel meget spændende, da der hele tiden

kommer flere og flere til. Undersøgelser viser, at små apparater har stigende dækningsgrader i husholdningerne, men at de anvendes sjældent eller aldrig i langt de fleste husholdninger.¹ Med undtagelse af brødristeren gælder dette specielt gruppe 2 apparater som er specifikke og avancerede elforbrugende apparater. Ud fra en livscyklus betragtning kan der stilles spørgsmål ved berettigelsen af disse apparater. Hvis apparaterne købes og bruges nogle få gange, for senere at havne i en skuffe, på et loppemarked eller på genbrugsstationen, bør det undersøges, hvorfor apparaterne anskaffes. I øvelsestimerne vil der blive mulighed for at undersøge el-forbrug og brugsegenskaber ved de forskellige småapparater.

Gruppe 3 - El-apparater som er energi- og tidsbesparende i forhold til komfuret

- * El-kedler, som både energi- og tidsmæssigt er en fordel at anvende til vandkogning
- * Kaffemaskiner, som både energi- og tidsmæssigt er en fordel at anvende til kaffebrygning
- * El-gryder, som muligvis kan være/blive en fremtidig teknologi, men der mangler udvikling
- * Mikrobølgeovne, der specielt er velegnet til mindre portioner (se senere afsnit)
- * Miniovn, som er et godt alternativ til en almindelig ovn. Den varmer hurtigt op, hvorfor den både er energi- og tidsbesparende til mindre portioner.

Gruppe 4 - Komfur og mikrobølgeovne

- * Apparater til egentlig madopvarmning, som omtales i kommende afsnit

3.2. Opvarmningsprincipper

Hovedformålet med varmebehandling af vore levnedsmidler er, at få temperaturen til at stige, således at smag, konsistens og eventuelt fordøjelighed ændres eller forbedres. Derudover kan der ved opvarmning ske en elimination af bakterievækst på levnedsmidlet. Varmen overføres fra varmekilden til levnedsmidlet efter tre forskellige principper:

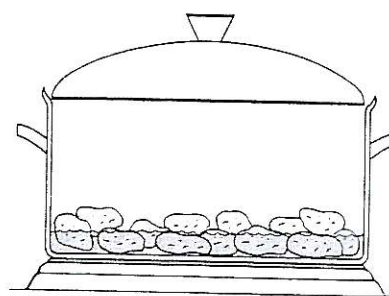
- * Varmeledning
- * Varmestrømning
- * Varmestråling.

Ved anvendelse af varmelegemer er de tre opvarmningsmetoder karakteriseret derved, at energien rammer produktets overflade, - og at produktet vil opvarmes indefter ved ledning. Grundprincipperne kan kombineres på forskellig måde. De forskellige hårde hvidevarer firmaer reklamerer med "4 i 1" ovn, hvilket kan referere til, at der både er over/undervarme, konvektion, grill og mikrobølger i en ovn, eller andre kombinationer. Ved anvendelse af mikrobølger (varmestråling) vil energien gå ind i produktet, og fordele sig derfra ved varmeledning.

A: Varmeledning

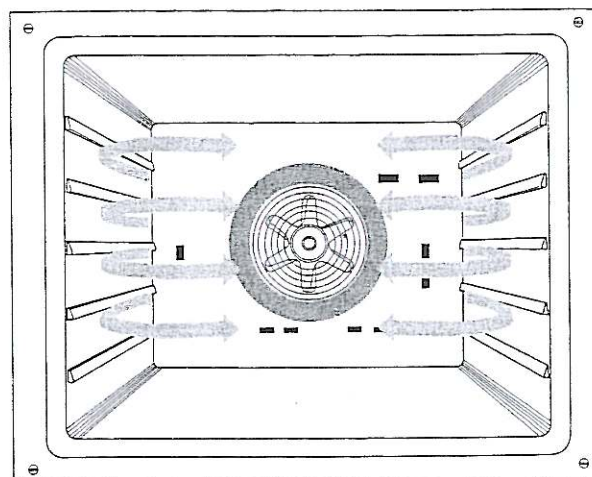
Varmekilde og levnedsmiddel er i nær kontakt med hinanden, og varmen går fra molekyle til molekyle. Ved tilsætning af vand, fedt eller olie bliver varmekontakten forbedret.

Figur 3.1. Varmeledning på en kogeplade med gryde og levnedsmiddel²

**B: Varmestrømning / konvektion**

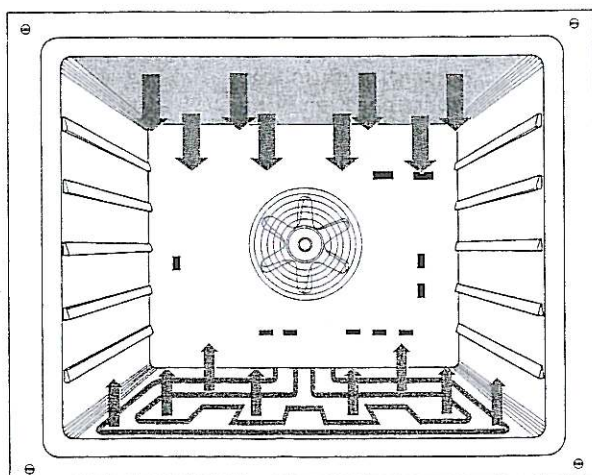
Varmeoverførslen sker her ved, at den varme luft omslutter levnedsmidlet. Overfladen bliver meget varm, således at der kan ske en bruning. Derefter vil varmen trænge ind i levnedsmidlet fra alle sider.

Figur 3.2. Varmestrømning i en varmluftsovn, også kaldet konvektionsovn²

**C: Varmestråling**

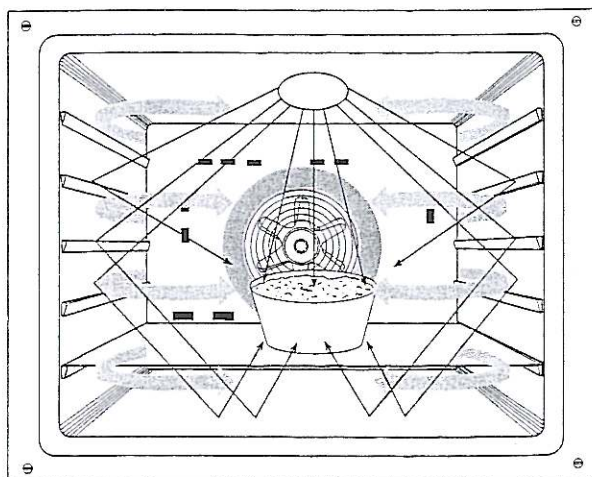
Ved varmemstråling udsender varmelegemet energirige stråler (infrarøde stråler), der træffer overfladen på levnedsmidlet. Ved infrarøde stråler vil energien i strålen blive absorberet på overfladen af levnedsmidlet, som bliver så varm, at der kan ske en bruning. Energien vil derefter fortsætte ind i levnedsmidlet som ledningsvarme. Dette sker ved grill og ved almindelig ovn med over- og under-varme.

Figur 3.3. Varmestråling med alm. varmelegemer eller grillelementer²



Er strålingen højfrekvent, som ved mikrobølger, vil bølgen være så energirig, at den fortsætter ind i levnedsmidlet uden nødvendigvis først at opvarme overfladen. Der er derfor ingen bruningseffekt. (se senere afsnit om mikrobølgeovne)

Figur 3.4. Varmestråling med mikrobølger - her kombineret med varmluftfunktion²



3.3. Miljøvurdering af Komfurer

Det samlede el-forbrug til madopvarmning i de private husholdninger varierer meget, da det afhænger af hvor stor hjemmeproduktionen er, hvilket el- udstyr der findes i de enkelte husstande, og sidst men ikke mindst, hvilken metoder forbrugeren anvender i selve koge/stegeprocessen. I skema 3.1. er angivet et skøn over, hvad en familie årligt bruger af el til madlavning. Elforbruget til kogeplader er sat til 1 kWh pr. dag. Dette svarer til at koge havregrød, kartofler og æg, stege frikadeller + 0,1 kWh til noget andet. Ovnens skønnes at bruges 3 - 4 timer om ugen, og mikrobølgeovnen er sat til 10 minutters anvendelse pr. dag.

Opvarmningsmåde	El - komfur	
	Forbrugerens energibehov	Primært energiforbrug
Kogezoner	365 kWh	1.140 kWh
Ovn (traditionel og varmluft)	210 kWh	656 kWh
Mikrobølgeovn (incl. kombi)	80 kWh	250 kWh
I alt i kWh	655 kWh	2.046 kWh
I alt i MJ	2.360 MJ	7.366 MJ
I alt i MJ (15 år)	35.400 MJ	113.490 MJ

Skema 3.1. Det skønnede årlige el-forbrug til madlavning, fordelt på forskellige opvarmningsmåder. Beregningen er foretaget på baggrund af forbrugerens behov og på behovet for primærenergi, d.v.s. den energimængde, der skal udvindes for at opfylde forbrugernes behov. Der er regnet med en nyttevirkning på kraftværkerne på 32 %³

Ovennævnte forbrug er beregnet af energikonsulenterne på NESAs, og er et gennemsnitsforbrug for en familie. Tallene kan anvendes justeret ved kortlægninger af familiers konkrete adfærdsmæssige forbrug.

3.3.1. Livscyklusanalyse af komfurer

Som et led i regeringens bestræbelser på at opfylde de energipolitiske målsætninger i "Energiplan 21" har Miljøstyrelsen foretaget en livscyklusanalyse af komfurer.³

I projektet er der analyseret forskellige teknologier til madlavning. Rapporten lægger op til det fremtidige udviklingsarbejde med hensyn til produktudvikling af nye teknologi, og områder for vejledning af de danske forbrugere. Miljøbelastningen af madlavningsteknologien er analyseret og vurderet ud fra følgende koncept:

- * Råvareforbrug
- * Energiforbrug
- * Miljøbelastning (lokalt, regionalt og globalt)

* Sundhedsbelastning

* Risiko for uheld

Da energiforbruget i de fleste livscyklusanalyser spiller den største rolle, er der i rapporten beregnet nogle tal for energiforbruget i hele komfurets livscyklus. Disse tal er angivet i skema 3.2.

Fase i livscyklus	Energiforbrug		Kommentar
Produktion af råvarer	2.293 MJ	2%	Incl. produktionsspild
Færdigvareproduktion	600 MJ	½%	Incl. overhead, lys, opvarmning m.v.
Brug	113.490 MJ	98%	Typisk el-komfur
Bortskaffelse	÷ 640 MJ	÷ ½%	80% af alle komfurer bliver genanvendt med dagens teknologi.
Total	115.743 MJ = 100%		

Skema 3.2. Viser primært energiforbrug i de fire faser af komfurets livscyklus ^{kilde 3 s. 75}

I analysen er der regnet med, at komfuret har en levetid på 15 år. Det overraskende ved analysen er, at 98% af den energi der anvendes i komfurets livscyklus anvendes i brugsfasen. Energiforbruget i brugsfasen er bestemt af, hvor energibesparende komfuret er rent teknisk, men også hvordan brugeren anvender komfuret. I relation til rapportens konklusioner må der altså satses på forbrugeroplysning, der går på indkøb af det mest energioptimale komfur samt energioptimal anvendelse af komfuret.

3.3.2. Sammenligning af miljøbelastning af el og gas komfur

Da madlavning på gaskomfur kunne være en renere teknologiløsning, er der i skema 3.3. angivet den miljøbelastning der er ved anvendelse af 1 kWh fremstillet ved el henholdsvis gas. Disse værdier kan anvendes på de forskellige komfurteknologier, når den nyttevirkning der er på selve komfuret kendes. I skemaet gives der eksempler på miljøbelastningen på et almindeligt komfur med elovn og massekogeplader sammenlignet med et gaskomfur med gasovn.

	1. Angiver gram pr. kWh		2. En families miljøbelastning	
	El	Gas	Elkomfur	Gaskomfur
CO ₂	1000	200	655 kg	144 kg
CO	1	0,5	0,3 kg	0,3 kg
SO ₂	3,5	0	2,3 kg	0 kg
NO _x	3,0	0,1	2,0 kg	0,06 kg
Partikler	0,2	0	0,1 kg	0 kg
Fast affald produceret*	50	0	32 kg	0 kg
Fast affald deponeret*	20	0	13 kg	0 kg
Spormetaller	- se rapport	0	30 mg	0 mg

Skema 3.3. Kolonne 1 viser miljøbelastningen af en kWh brugt på et el-komfur og på et gaskomfur. Kolonne 2 viser den årlige miljøbelastning ved anvendelse af de to teknologier. Skemaet er sammensat af oplysninger fra kilde 3 side 84 og 85

* Sum af slagge, flyveaske og tørt afsvovlingsprodukt

I følge NESAs er en husstands årlige energiforbrug til madlavning på 655 kWh. I kolonne 2 er familiens samlede miljøbelastning beregnet for de to teknologier. Som tidligere beskrevet er der dog få gaskomfurer, der har gasovn, på grund af den dårligere varmefordeling. Som angivet i figur 3.5. skelnes der mellem to overordnede teknologier, nemlig gas og el. Set ud fra en ydre miljømæssigt synsvinkel er gaskomfuret at foretrække p.g.a. den større nyttevirkning af råenergien og den mindre CO₂ emission. Ud fra et brugsteknisk synspunkt kan der være problemer forbundet med anvendelse af specielt gas. Arbejds miljømæssigt, da der ved forbrændingen frigives kvælstof (NO_x), som kan forventes at give øget forekomst af luftvejssygdomme hos særligt følsomme grupper, specielt astmatikere og børn i tæt trafikerede byområder, da det giver yderligere belastning. Der stilles derfor krav til udluftning i forbindelse med gasteknologier. Brugsteknisk har gasovne en dårligere varmefordeling i forhold til elovne, hvilket ofte bevirker, at man anskaffer sig et gaskomfur med elovn. Gasovne vil ikke blive behandlet i det følgende afsnit, men der er sidst i kapitlet en miljømæssig vurdering af de to teknologier.

Ud fra ovennævnte tal kan den samlede årlige miljøbelastning for alle danske husstande beregnes. Rapporten konkluderer, at hvis alle husstande tilbereder maden på gaskomfurer med gasovn fremfor et elkomfur, vil CO₂ emissionen reduceres fra 1.400.000 tons til 300.000 tons, hvilket er en reduktion på næsten 80%. Lignende eller større besparelser vil gøre sig gældende for de andre miljøbelastende stoffer.

Ud fra en miljømæssig synsvinkel vil det være en fordel at danskerne vil opvarme maden på gaskomfur. Man kan stille spørgsmålet, hvorfor der ikke er flere danskere, der ønsker dette? Er det produktudviklingen af smarte komfurer der mangler, er det fordi forbrugeren er bange for gassen eller fordi de tidligere anvendte gastyper svinede i køkkenet?

Konklusionerne fra rapporten er følgende ³:

1 - *"Der kan ikke peges entydigt på en enkelt teknologi, der bør fremmes. I stedet kan produktudviklere sørge for at udvikle/forbedre og implementere energieffektive løsninger i alle salgbare former for teknologi, idet der på denne måde sker en generel reduktion af energiforbruget og den relaterede miljøbelastning"*

2 - *"Fremme af energibesparende teknologier må ikke ske på bekostning af en større sundhedsmæssig belastning. Det er derfor vigtigt at arbejde med at nedbringe NO₂ emissionen fra gaskomfurer og at reducere eksponeringen af radiofrekvent stråling fra induktionskomfurer"*

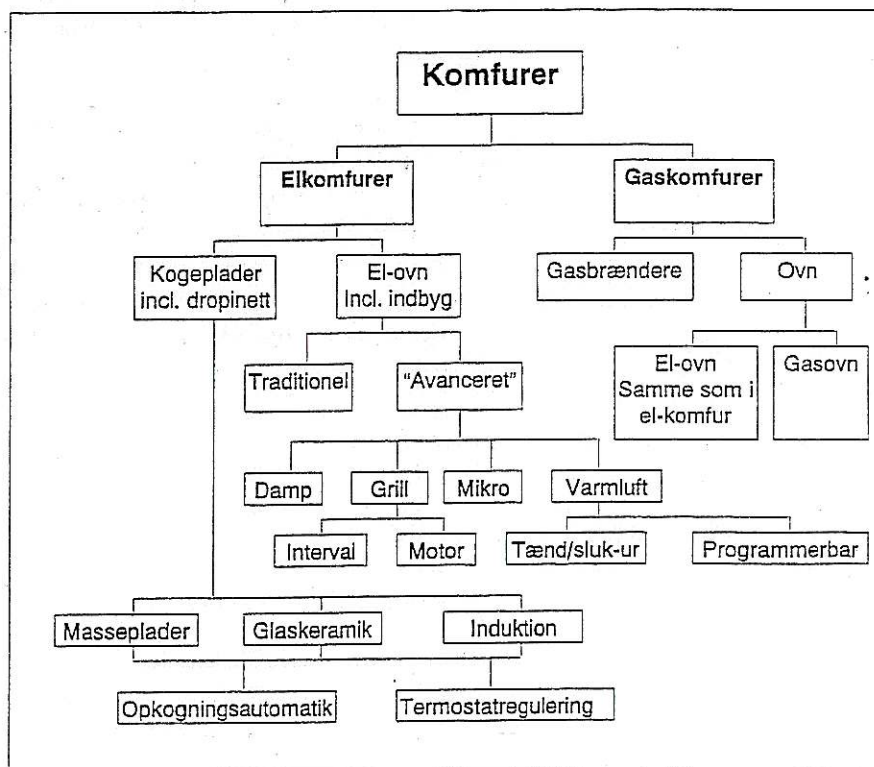
3 - *"Materialevalget til komfurer er af mindre væsentlig betydning. Ved anvendelse af nye, alternative materialer bør det indgå i overvejelserne hvorvidt disse kan indgå i det eksisterende bortsskaffelsessystem på en forsvarlig måde, eller om der skal etableres specielle foranstaltninger med henblik på genanvendelse"*

4 - *"Forbrugeren kan ved at optimere sin madlavning reducere miljøbelastningen lige så meget, som det er muligt med den nyeste teknologiske udvikling. Komfurproducenter kan hjælpe forbrugeren ved at udvikle løsninger, der er nemme at anvende, også for mennesker uden de store tekniske forudsætninger"*

Ovennævnte projekt har ført til udarbejdelse af indkøbsvejledninger for indkøb af komfurer og ovne til køkkener og kantiner. ⁴ Disse kan rekvireres gratis i Miljøbutikken

3.4. Komfurer

Det klassiske komfur er 60 cm dyb og 50 eller 60 cm. brede, således at de opfylder Dansk Standards anbefalinger. Højden kan ofte varieres med indstillelige skruer eller teleskop-sokkel fra 85 til 90 cm. De forskellige kombinationer for komfurer, er illustreret i figur 3.5.



Figur 3.5. Skitse over forskellige kombinationsmuligheder af ovne og kogeplader³

Foruden de viste kombinationsmuligheder er det muligt at tilføje komfuret andre former for finesser, som kan have til formål at forbedre maden, nedsætte tilberedningstiden, gøre arbejdet nemmere eller nedsætte energiforbruget.

Den største forskel på teknologien til madlavning er, om der anvendes gas eller el som energikilde. I 1994 havde 84% af husstandene elkomfur, mens kun 15% havde gaskomfur. Selvom der har været meget reklame for at få danskerne til at anvende naturgas til madopvarmning, har salget af gaskomfur har været nogenlunde konstant de sidste år.¹

De følgende afsnit vil være en teknisk beskrivelse af komfur og mikrobølgeovne

3.5. Ovne

El- ovne vil ofte forhandles som:

Traditionel varme (over- og undervarme legeme) med eller uden grill

Traditionel varme kombineret med varmluft og grill

Traditionel varme, varmluft, grill og intervalgrill (varmluft og grill)

Kombinationsovne, d.v.s. de nævnte typer + mikrobølger eller damp

Indbygning af varmluft i en traditionel ovn er blevet mere almindeligt i det sidste årti. Fordelen ved at anvende varmluftovnen er at stege/bagetiden og temperatur nedsættes, hvorved energiforbruget også nedsættes. Ved anvendelse af opskrifter udarbejdet til traditionel ovn skal temperaturen i varmluftsovnen reduceres med ca. 10% (eller 20°C). På grund af varme cirkulationen i varmluftsovnen kan der isættes flere bageplader ad gangen og ovnen bliver opvarmet på 7 - 8 minutter, hvor det tager 12 - 20 minutter på en traditionel ovn. Dette kan være en brugsmæssig fordel.

Kombinationsovne med mikrobølgeovne er en fordel rent materialemæssigt, da der kun skal anvendes metal og automatik til en ovn. Kombi-ovne giver et bredere spekter af muligheder i madtilberedningen. Eksempelvis kan der isættes en frossen steg til optøning og derefter egentlig stegning. For at stegen ikke bliver for hurtig og for uensartet stegt, vil der ofte være indkoblet en lille mikrobølgeeffekt sammen med varmluftovnen. Ovnens automatik regulerer de forskellige indstillinger. En ulempe er, at det kræver en god brugervejledning, gode opskrifter og en personlig indsats for at lære denne nye form for teknologi. I hvilket omfang de nye kombinationsovne anvendes efter hensigten, findes der ingen undersøgelser af.

Ovnrengøring

Da ovnrengøring være en energiforbrugende proces, vil der her være en omtale af de tre forskellige varianter af ovnemalje, der finder på det danske marked.

* Almindelig glat emalje, som kan tåle alle kemikalier. De værste pletter skræbes med en skraber (evt. den der anvendes til de glaskeramiske kogeplader) Derefter indsmøring i fast brun sæbe (krystalsæbe, pH 10-11) Let opvarmning af ovnen til ca 70°C-100°C, og aftørring af ovnen den næste dag. Ved kraftig tilsmudsning kan der e.v.t. stilles en lille skål med salmiakspiritus i ovnen.

Selvrensende typer emalje:

* Katalyseemalje, som er mere porøs og ru i overfladen. Fedt og smudsrester skulle ved normal brug forsvinde, og lægge sig som kulstøv i bunden. For at systemet skal kunne fungere, er det vigtigt at der ikke kun steges i ovnen, da der vil ophobe sig fedtpartikler i den porøse emalje. Rengøres med varmt vand og håndkraft, og evt opvarmning uden fedtholdige produkter i ovnen. På nogle ovne kan sidevæggene tages ud, mens andre ovne har et specielt renseprogram, der kommer op på ca. 300°C.

* Pyrolyseemalje, som er glat i overfladen og forholdsvis dyr i anskaffelse

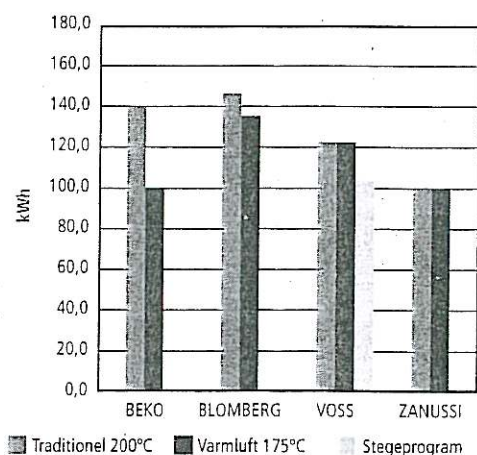
Denne ovn er helt selvrensende. Evt. smuds og kulstøv fjernes med en klud. Når ovnen trænger til rengøring gennemkøres et specielt renseprogram på ca. 500°C, og resten af

smuds vil forkulle. Energimæssigt er denne type af emalje dog ikke at foretrække, da renseprocessen kræver meget energi.

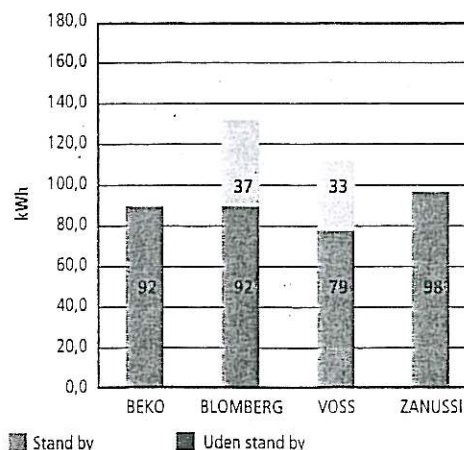
3.5.1. Energiforbrug

Det tekniske energiforbrug afhænger af ovnstørrelse, og hvor godt ovnen er isoleret. Der findes ingen standarder på ovnrummets rumfang. De store ovne har et volumen på 45 - 55 liter, mens miniovne er nede på 5 liter. Igennem mange år har der i Danmark været tradition for, at der i enhver bolig har været en stor ovn. Da antallet af personer i husstandene er kraftigt faldende vil det være et område, hvor der med stor energimæssig fordel kunne ændres på teknologien. Det bør undersøges, hvorledes de danske husholdninger anvender ovnen, og om der er mange husstande, der er gået over til miniovn eller mikrobølgeovn?

Komfurer bliver jævnligt undersøgt af Forbrugerstyrelsen (Råd og Resultater nr. 2/96, 4/97 og 11/98). Følgende figur 3.6. viser det årlige energiforbrug ved 100 gange brug til stegning af "en steg", som af forsøgstekniske årsager er en mursten. Varmluftfunktionen er mindre energiforbrugende end brug af den traditionelle ovn på tre af ovnene. På figur 3.7. er der vist, hvor stor en del af energiforbruget der bruges til "standby" forbruget. På langt de fleste komfurer er der et lysende display med ur og automatik. Her udgør standby forbruget ca. 30 % af det årlige el-forbrug på en varmluftovn. Ved korttidsbrug af varmluftsovnen, eksempelvis opvarmning af flutes, boller og toast, vil varmluftsovnen være endnu mere energibesparende i forhold til den traditionelle ovn, da besparelsen fortrinsvis ligger i opvarmningsfasen.



Figur 3.6. Viser det årlige el-forbrug ved 100 gange stegning (mursten) incl. "standby" forbrug⁵



Figur 3.7. Viser det årlige el-forbrug ved 100 gange opvarmning og brug 1 time varmluft, med og uden "standby" 175°C⁶

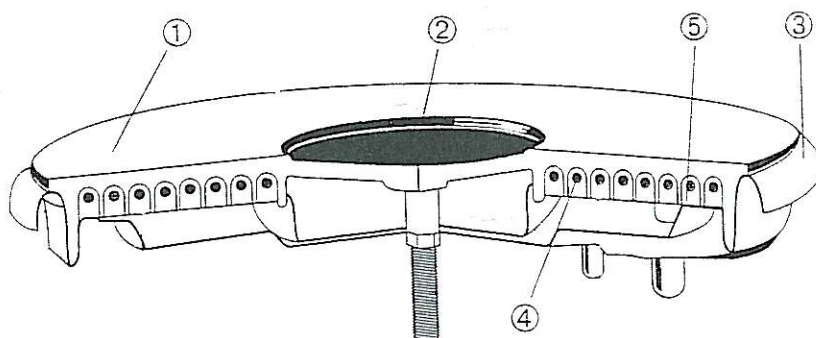
3.6. Kogeplader

Der findes ingen statistikker over, hvilken kogeplade teknologi der konkret findes i de danske husholdninger. En af de største komfurfabrikanter oplyser, at produktionen af glaskeramiske kogeplader i 1995 var større end produktionen af de traditionelle massekogeplader. Salget var dog ligeligt fordelt på massekogeplader og på glaskeramiske kogeplader i 1995³. Dette kan skyldes, at en stor del af indkøbet af virksomhedens produkter foretages af centrale indkøbere i boligselskaber. I boligselskaber vælger man ofte at investere i massekogeplader, da dette er det billigste. I afsnittet vil der være en beskrivelse af de tre hovedtyper af kogeplader med tilhørende automatik. Af figur 3.5. ses, at de tre hovedtyper er massekogeplader, glaskeramiske plader og induktionsplader.

3.6.1. Massekogeplader

Igennem mange år har den tunge massekogeplade været dominerende på det danske marked. Varmeoverførslen sker ved varmeledning gennem en stor tung jernmasse. Hovedparten af massekogepladerne er opbygget efter følgende princip.

1. Plandrejet - rillet støbejerns-overflade
2. Fordybning i pladens midte, som ikke er opvarmet
3. Kant af rustfri stål, som forhindrer, at der kommer fugtighed til varmelegemet
4. Varmespiraler af Crom-nikkel-stål
5. Keramisk isoleringsmasse



Figur 3.8. Tværsnit af en massekogeplade²

Massekogeplader findes i 3 forskellige varianter, som har samme diameter.

A: Almindelig massekogeplader har trinreguleret temperaturstyring og har normalt følgende effekt:

14,5 cm^ø - gennemsnitseffekt 1.000 W

18,0 cm^ø - gennemsnitseffekt 1.500 W

22,0 cm^ø - gennemsnitseffekt 2.000 W

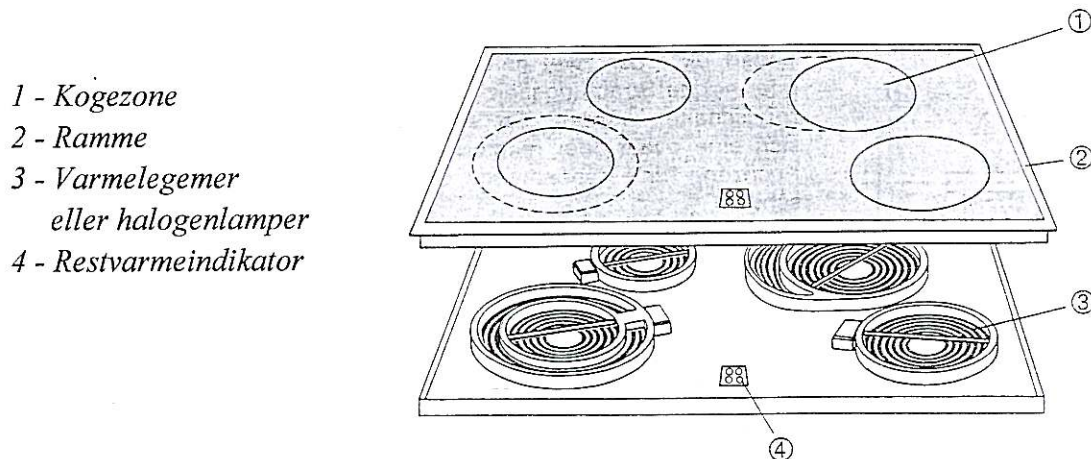
B: Hurtig massekogeplader har også trinreguleret temperaturstyring og normalt en effekt der er 500W større end den almindelige masseplade, hvorfor den varmer hurtigere op. Hurtigkogepladen har en rød plet i midten, og en indbygget overhedningssikring. Bimetalsikringen befinder sig under den uopvarmede sænkning i kogepladen, og reducerer

effekten, hvis pladen bliver for varm. For at få betegnelsen hurtigplade efter DVN's forskrift for komfurer skal eksempelvis en 18 cm² plade kunne opvarme 1,6 liter vand på under 7,5 min. og med et standardenergiforbrug under 280 Wh. Standardenergiforbruget er den mængde energi, der skal til for at opvarme 1 liter vand fra 20°C til 95°C på 14,5 cm² plader, og 1,6 liter vand på 18,0 cm² kogeplader.

C: Termostatkogeplader har samme effekt som hurtigmasseplader, men den er trinløs reguleret, og der er indbygget en termostat i midten af kogepladen, som sørger for at nedsætte effekten, når gryden koger. Se afsnit 3.2.2. om regulering af varmen på kogepladerne.

3.6.2. Glaskeramiske - kogezone

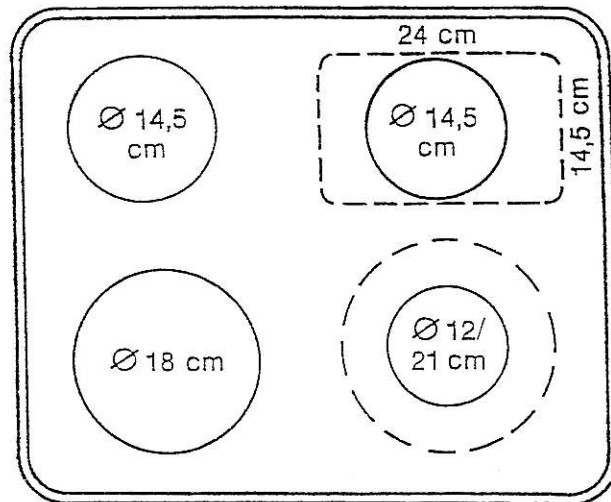
Varmeoverførslen sker ved varmeledning gennem en 4 mm stærk glaskeramisk plade. Den tilførte elektricitet bliver omdannet til varme i almindelige varmelegemer, halogenpærer eller en kombination af disse.



Figur. 3.9. Viser opbygning af glaskeramiske kogezone²

I de glaskeramiske kogeplader er der indbygget en overhedningssikring, der slår fra, når temperaturen kommer op på 520 - 580°C. Der findes ingen norm for glaskeramiske kogezone, men de fleste har en effekt, der er lidt lavere end almindelige massekogeplader. DVN har opstillet regler for, hvornår en glaskeramisk kogezone klassificeres som hurtigkogezone. Disse krav er beskrevet i Teknik og Miljø nr. 11/98 side 37 eller i DVN's forskrift.

En energi- og brugsmæssig fordel ved de glaskeramiske er, at der kan laves to-kreds systemer, som vist i figur 3.10. Dette vil sige, at kogepladen foran til højre både kan bruges til en 12 cm² gryde med en effekt på 550 - 750W eller til en 21 cm² gryde og en effekt 2.000 til 2.100W. Den store plade på et to-kreds-system aktiveres enten ved at skruer knappen helt op, eller ved at trykke på en speciel knap. Denne nyudvikling er en finesse, som vil være energibesparende, specielt i familier der har brug for at tilberede små portioner.



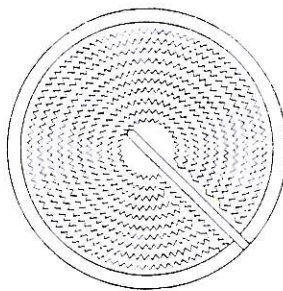
Figur. 3.10. Glaskeramisk kogezone, med to kredszone²

Halogenkogezone

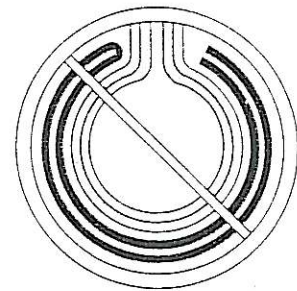
Glaskeramiske kogezone kan også være opvarmet med halogenpærer, eller en kombination af halogenpærer og varmelegeme. I pæren er der en gasblanding af propan samt mindre mængde halogen og brom og en spiralsnoet wolframtråd. Når strømmen slutes til vil der dannes varmebølger med en høj frekvens og en lille bølgelængde, som kaldes kvartsllys. Disse stråler er synlige og pladen bliver straks meget rød. Halogenstrålen arbejder ved temperatur indtil ca. 2.180°C i varmespiralen. Halogenpærerne kan være forskelligt placeret i kogezoneerne, og skal udskiftes på et tidspunkt. Man anslår, at pærerne holder ca. 10 år, - hvilket kun fremtiden kan vise. De fleste halogenkogeplader, der sælges i Danmark er kombineret med varmelegemer, som vist på figur 3.11.



A: Varmelegemer med varmespiral

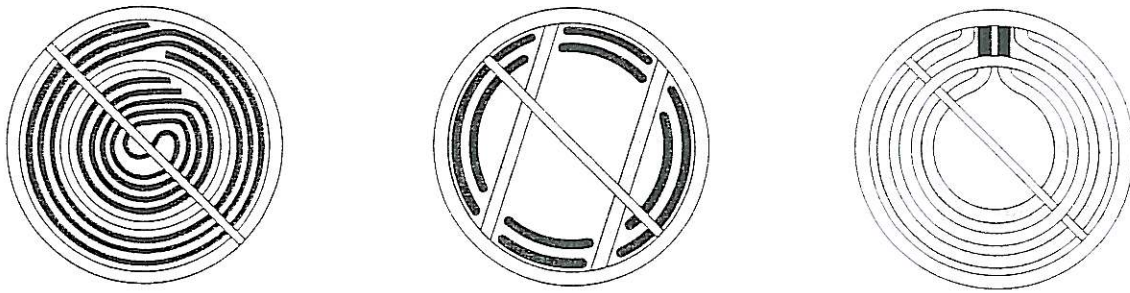


C: Varmelegemer med varmebånd



E: Varmelegemer med varmespiral og halogen

halogen



B: To-kreds varmelegemer med varmespiral

D: Varmelegemer med varmespiral og halogen

F: To-kreds-halogen

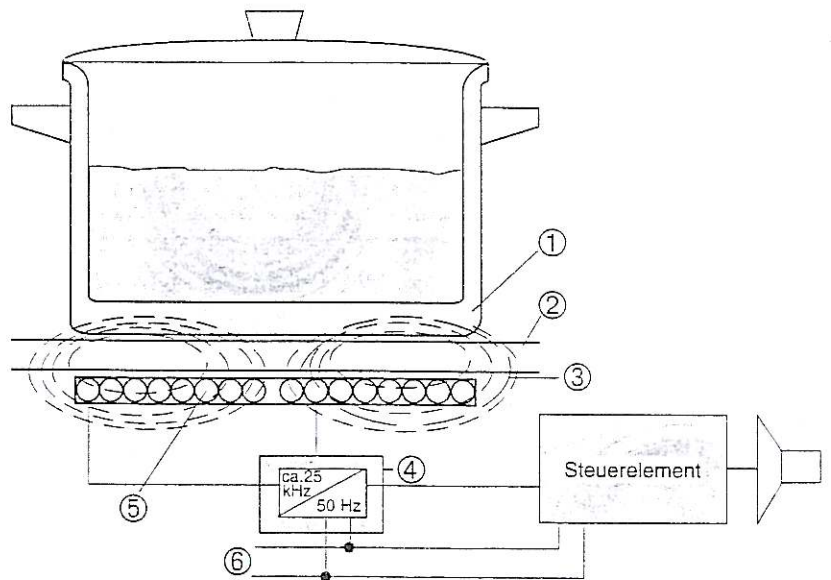
Figur 3.11. Viser forskellige kombinationer af glaskeramiske kogezone²

3.6.3. Induktionskogezone

Denne nye teknologi har været kendt siden midten af halvfjerserne, men er først begyndt at komme på markedet til private husholdninger i midten af halvfemserne. Prismæssigt er teknologien endnu meget dyr, da det koster knapt 19.000 kr for en kogesektion med 4 kogezone⁶. Der kan dog fås billigere udgaver med kun to kogezone. Overfladen er som på glaskeramiske plader, men bliver ikke varm, da det er elektromagnetiske felter, der opvarmer grydens bund. I storkøkkener har teknologien vist sig både er brugervenlig og energibesparende.

Billigere i 2003!

1. Grydebund med magnetisk materiale
2. Glaskeramisk overflade
3. Elektromagnetisk vekselfelt
4. Transformer
5. Induktionsspole
6. El-tilslutning, 230Volt og 50Hz



Figur. 3.12 Viser opbygning af en induktionszone²

Induktionsteknologien bygger på det fænomen, at et magnetfelt danner en elektrisk strøm i en ledning og, at der omvendt også dannes et magnetfelt omkring en strømførende ledning. Når ledningen vikles omkring en spole, og der tilsluttes vekselspænding, dannes

et elektromagnetisk felt med skiftende poler.

Induktionspladen tilsluttes en spænding på 50 Hz (6), som i transformeren (4) via styreelementet omdannes til en næsten 100 gange større frekvens på ca. 25 kHz (svingninger pr. sekund). De flade kobberspøler (5) tilføres vekselstrømmen på 25kHz og danner magnetiske vekselfelter med tilsvarende høj frekvens. Stilles der en gryde med magnetisk bund på den glaskeramiske plade, samles feltlinierne fortrinsvis i bunden af kogekarret. De magnetiske vekselfelter vil med deres hvirvelstrømme, danne varme i bunden af gryden. Da kogepladen ikke er magnetisk og elektrisk ledende, vil denne forblive kold. I praksis vil den dog blive opvarmet af grydens varme.

Fordelen ved Induktionskogezone:

1. De varmer kun op der, hvor gryden sættes. Dette kan være en fordel, hvis man ikke har gryder, der passer til kogepladen eller hvis gryden sættes skævt på kogepladen
2. Ved opkogning har pladen en højere nyttevirkning (75 - 85%) i forhold til andre kogepladetyper. Energiforbruget til kogning af 1 liter vand er stort set det samme på en elkedel og på en induktionszone, nemlig 125 kWh. Se senere i afsnittet om sammenligning af energiforbruget.
3. Kogepladen virker med det samme, reguleres nemt, og der er ingen eftervarme
4. Arbejdsmiljøet forbedres, idet der ikke afgives strålevarme til køkkenet
5. Opvarmningen går hurtigere end på andre kogeplader. *"På en induktionskogezone kan 1 liter vand varmes op på omkring 2,5 minut, glaskeramisk med glødetråd og masseplader vil være 2-3 gange så længe om opvarmningen. En elkedel er lidt længere om opvarmningen end en induktionskogeplade"* ^{6, side 7}

Ulemper ved Induktionskogezone:

1. Der skal anvendes specielle og gode gryder med magnetisk bund
2. Videnskaben kan endnu ikke sige med sikkerhed, om der er en sundhedsmæssig risiko forbundet med brugen af elektromagnetiske stråler
3. Dyr i anskaffelse
4. *"Hvis man tænder for to gryder samtidig skal effekten (2800W) fordeles mellem gryderne. Hvis der i forvejen vejen står en gryde på kogezone, og man tænder for en mere, vil størsteparten af effekten blive brugt til at få den sidste gryde i kog. Den sidsttændte gryde har altid fortrinsret"* ⁶
5. *"Standby" forbruget ligger på ca. 60 kWh om året* ⁶

3.6.4. Styring og regulering af kogeplader

Til styring af varmen er der to grundlæggende principper nemlig trinindstilling (knap med trin) og den trinløs indstilling af temperaturen på kogepladen/zonen.

A: Trinindstilling:

Knapperne er ofte med 3 eller 6 trin. Tre forskellige varmelegemer kobles ind parallelt,

enkelt eller i serie. Der fås 6 forskellige effekter, som passer til de forskellige processer som opkogning, stegning, viderekogning i gryden. Når varmelegemerne (modstandene) er i serie bliver modstanden meget stor, hvorved der dannes meget lidt varme ($U = R \times I$) Følgende figur viser, hvor stor effekten er på de forskellige kogepladetyper og på de forskellige trin.

Schaltstufen							
Leistung der drei Heizleiter	Schaltung der Heizleiter 						
14,5 cm Ø	N 500 W 250 W 250 W	1000 W	750 W	500 W	250 W	165 W	100 W
	B 500 W 750 W ¹⁾ 250 W	1500 W	750 W	500 W	250 W	165 W	135 W
14 cm Ø	S 250 W 350 W ¹⁾ 600 W ¹⁾	1200 W	950 W	600 W	350 W	220 W	120 W
18 cm Ø	N 850 W 350 W 300 W	1500 W	1150 W	850 W	300 W	220 W	135 W
	B 850 W ¹⁾ 850 W 300 W	2000 W	1150 W	850 W	300 W	220 W	175 W
	S 400 W 500 W ¹⁾ 800 W ¹⁾	1700 W	1300 W	800 W	500 W	310 W	175 W
22 cm Ø	N 950 W 600 W 450 W	2000 W	1400 W	950 W	450 W	305 W	200 W
21 cm Ø	S 500 W 600 W ¹⁾ 1000 W ¹⁾	2100 W	1600 W	1000 W	600 W	375 W	215 W

Anvendelse: Opkogning Opstegning Stegning Viderekogning Varmholdning

Figur 3.13. Viser hvor stor en effekt kogeplader med trinregulering har på de forskellige trin² N = Masseplade, B = Hurtig masseplade, S = Glaskeramisk zone
1) har overhedningssikring

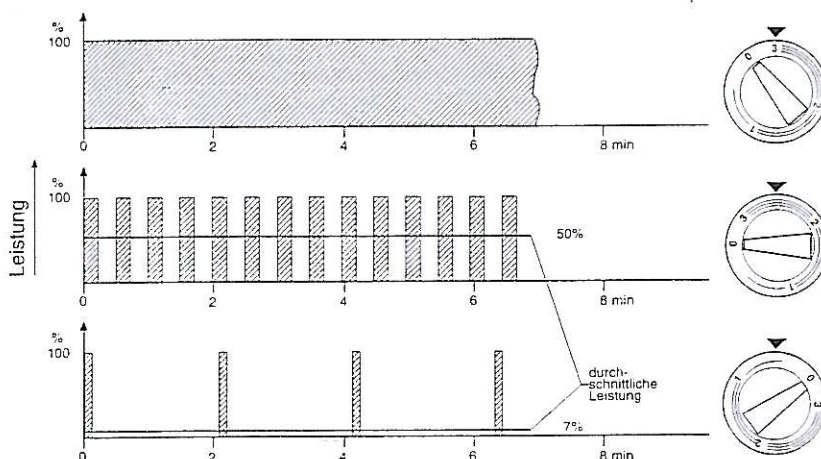
B: Trinløs indstilling

Der findes forskellige måder at regulere plader med trinløs regulering. Afhængig af komfurmærke kan indstillingen gå fra 1 til 3, 1 til 6, 1 til 9 eller 1 til 12.

- Regulering af temperaturen kan være:
- B1: Effekteregulering (= tidsregulering)
 - B2: Automatisk effekteregulering
 - B3: Automatisk termostatregulering

B1: Effektregulering

I disse plader er effekten koblet ind i længere eller kortere tid afhængig af indstillingen, kaldes derfor også tidsregulerede. Når der drejes op på indstillingsknappen vil en metalskive mindske afstanden til en bimetalskontakt, der vil koble varmelegemerne ind i længere tid af gangen. Ved den højeste indstilling er fuld effekt således koblet til hele tiden. I figur 3.14 er tegnet et effektdiagram, hvor den gennemsnitlige effekt er beregnet i %. Trinløs regulering af kogepladen er mere variabel end på plader med trinregulering, da det er muligt at få den effekt, der lige netop er nødvendig for eks. videre kogning. Selvom pladen er trinløs kan det ofte give et "klik" når indstillingsknappen når ca. 1/3 rundt (140°). Dette betyder at systemet er isat en diode, som sørger for en endnu mere nøjagtig indstilling i det lave område. Generelt gælder at denne pladetype bruges som almindelige trin-kogeplader. D.v.s. høj indstilling til opkogning, - og dermed nedskruning for videre kogning. Ved at iagttage en kogezone kan ind og udkoblingen tydeligt ses.



Figur 3.14. Viser hvorledes effekten reguleres i en effektreguleret kogeplade ²

B2: Automatisk effektregulering

Den effektregulerede plade kan kombineres med opkogningsautomatik, som bevirker at stor effekt kobles ind i starten. Den får herved termostatpladens fordel, som er, at nedskruning til lavere trin for videre kogning undgås. Automatikken startes ved tryk på betjeningsknappen eller ved at dreje knappen i max. indstilling inden valg af korrekt indstilling for videre kogning. Stilles betjeningsknappen på mellem 1 og 7 vil der kobles fuld effekt ind i en vis tid, - og en mikro processor sørger for at genindkoble den % vis effekt, som betjeningsknappen er indstillet på.

B3: Automatisk termostatregulering

Termostatplader kendes på den fjederbelastede metaldåse i midten af massekogepladen eller en mørk skygge i kanten af den glaskeramiske kogeplade - evt. markeret med "sensor" i midten. Forudsat korrekt brug er det denne pladetype, der regulerer temperaturen mest nøjagtigt. Den fjederbelastede føler, som måler temperaturen i grydens bund, er via nogle

kapillærrør forbundet med en lille væskebeholder, hvorpå der er en membran. Denne udvider sig med væskens opvarmning, og vil afbryde fuld effekt, når den indstillede grydebundstemperatur er nået. Efter denne opkogning vil en stavtermostat slå over til ind- og udkobling af en mindre effekt til videre kogning.

Siemens har også termostatregulerede plader med metaldåsen i midten på masseplader eller "skyggen" i kogezoneens side på de glaskeramiske. På disse plader mærkes et "klik" mellem 3 og 4, hvilket indikerer at termostaten først fungerer efter dette trin. I dette system er bimetaltermostaten indstillet til at slå fra, når grydebunden når 125°C. Når denne temperatur er nået arbejder pladen med effektregulering.

3.6.5. Energiforbrug på kogeplader

Det tekniske energiforbrug varierer meget på de forskellige teknologier. For at vurdere mere end den privatøkonomiske udgift på elregningen, er der i skemaet et overslag over, hvor stor nyttevirkningen er ved de forskellige kogepladetyper.

Sammenfattende for kogeplader kan det udfra et energiøkonomisk overslag se således ud:

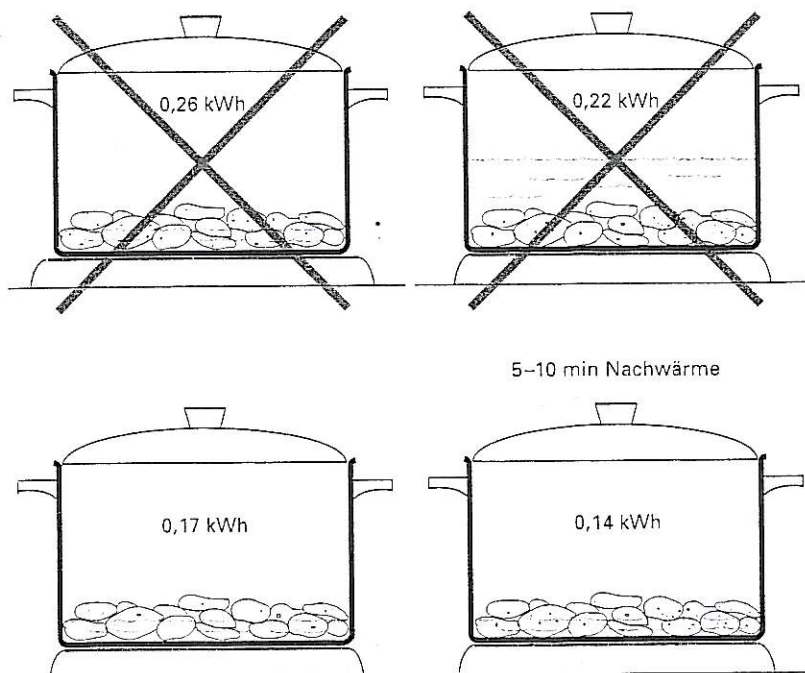
Teknologi	① Nyttvirkning på kraftværk	② Nyttvirkning hos forbruger	③ Samlet nyttevirkning	Energiforbrug til afsætning af 183 kWh i mad/år	
				Sekundær energi	Primær energi
Masseplader	0,32	0,50	0,16	365 kWh	1140 kWh
Glaskeramiske	0,32	0,60	0,19	305 kWh	960 kWh
Induktion	0,32	0,75	0,24	244 kWh	760 kWh
Gas	0,93	0,40	0,37	460 kWh	490 kWh

Skema 3.4. Viser den samlede effektivitet af forskellige kogepladeteknologier³

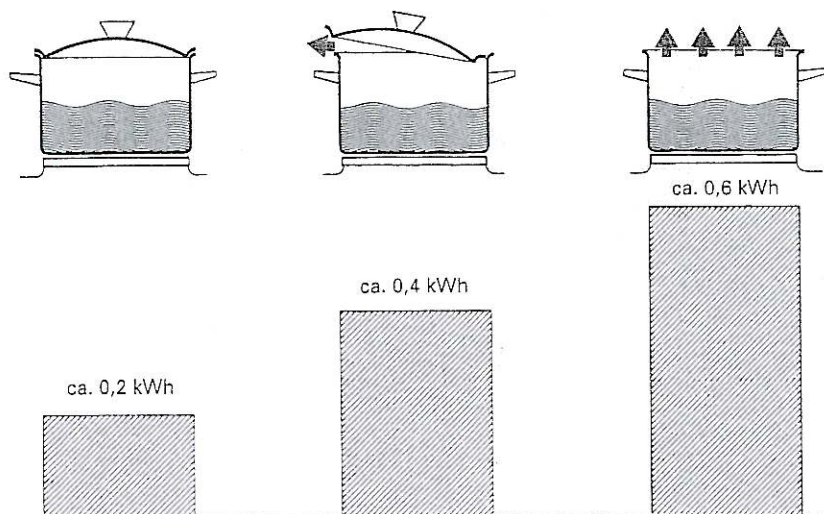
Første kolonne i skemaet viser, hvor stor energiudnyttelsen er på kraftværkerne. Nyttvirkningen er her sat til 32%, hvilket dog kan variere afhængig af, hvilken type kraftværk der er tale om. Kolonne 2 angiver den nyttevirkning der er på gennemsnitskogeplader i Danmark. Denne er bestemmende for, hvor meget den private forbruger betaler for selve opvarmningen på kogepladerne. Som det ses, er nyttevirkningen størst på de nye induktionszoner, hvilket vil være billigst i brug. Kolonne 3 angiver den samlede nyttevirkning på systemet. Her har gasteknologien den største samlede nyttevirkning på 37 %, og samtidig den mindste CO₂ emission. I de sidste kolonner er der angivet hvad det koster den private forbruger pr. år, samt den mængde primærenergi samfundet skal bruge,

for at en familie kan anvende kogepladerne i et år. Her er gassen igen at foretrække.

Det adfærdsmæssige energiforbrug er vanskeligere at sætte tal på. Dette afhænger af hvilken teknologi, forbrugeren vælger at købe (købsadfærd) og, hvorledes den enkelte husholdning anvender den pågældende teknik. (brugsadfærd). Figur 3.16. og 3.17. viser eksempler på, hvorledes brug af kogepladen, kan være med til at ændre energiforbruget.



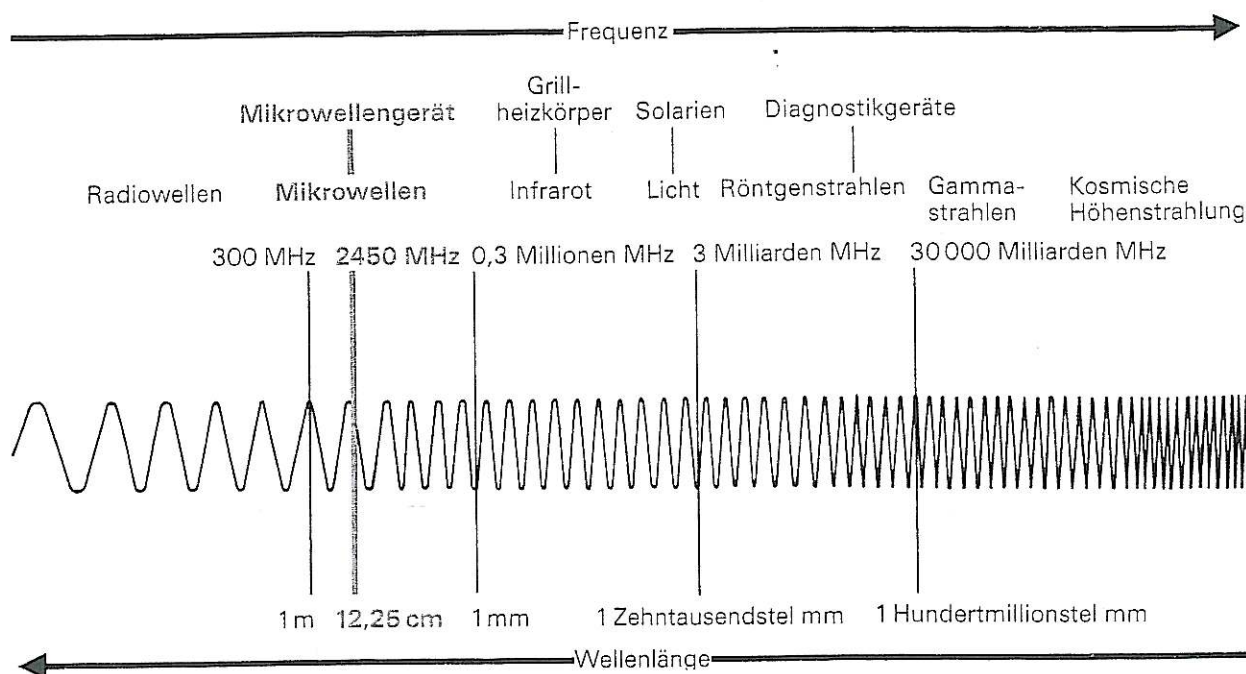
Figur 3.16. Viser hvorledes, energiforbruget kan nedsættes ved kognig af $\frac{1}{2}$ kg kartofler. Ved at koge efter energisparemetoden, kan energiforbruget næsten halveres.²



Figur 3.17. Viser optimal anvendelse af en kogeplade. Forbrug til videre kogning af 1,5 liter kødsuppe²

3.7. Mikrobølgeovne

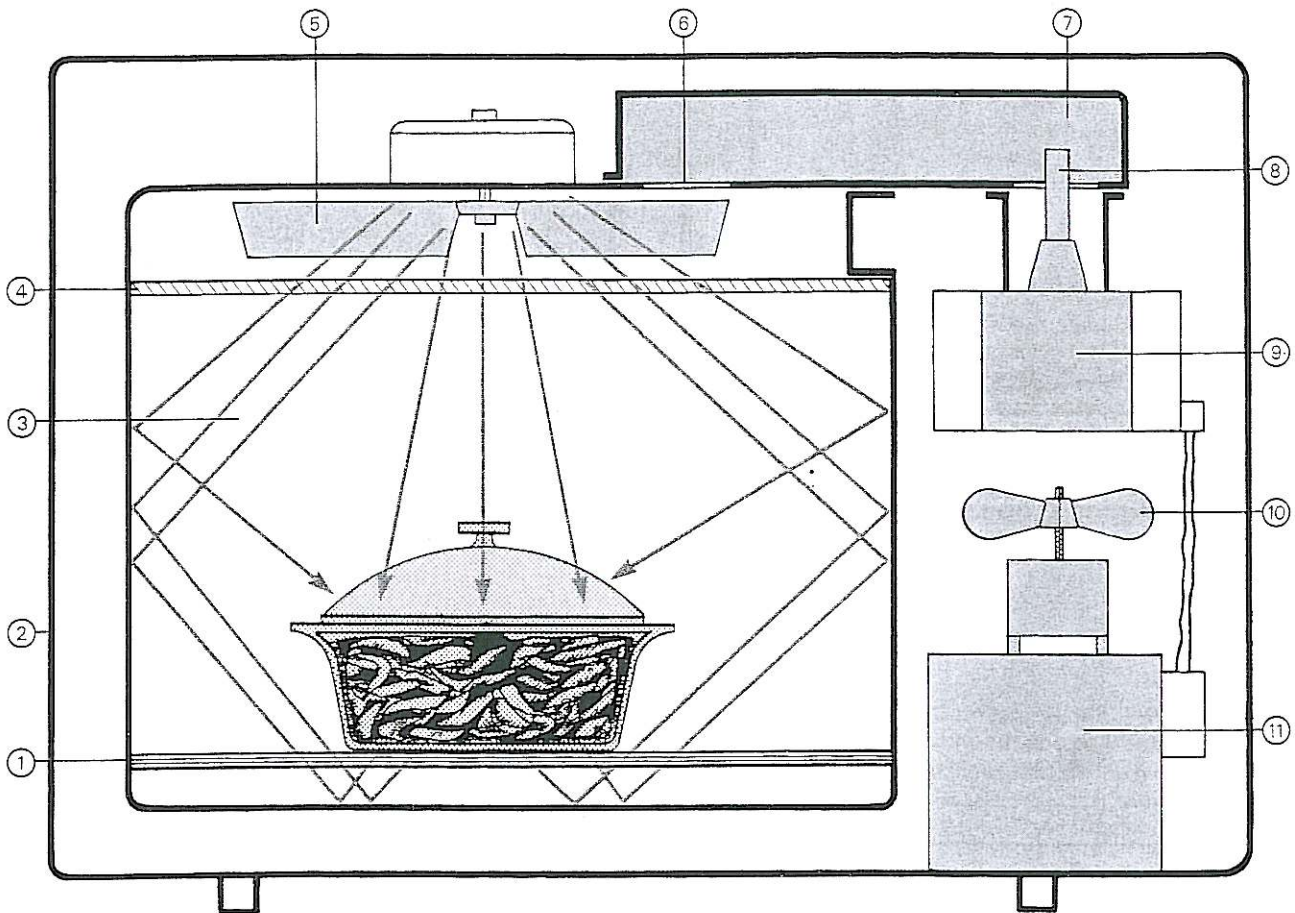
Ved mikrobølgeopvarmning omdannes elektrisk energi til strålingsenergi, der igen omdannes til varme i vores madprodukter. Med mikrobølger sker varmeoverførslen ved at elektromagnetiske bølger trænger ind i produktet og afleverer varmen der. Mikrobølger er ligesom varmestråling elektromagnetiske bølger, hvis udbredelsesmekanik beror på en vedvarende veksel mellem et elektrisk og et magnetisk felt. De elektromagnetiske bølger er således karakteriseret ved hvor mange gange de svinger pr. sek., og hvor lange bølgerne er. Frekvensen angiver hvor mange svingninger der er pr. sek. og angives i Hz = Hertz, og bølgelængden λ (lambda) måles i cm eller m.



Figur 3.18. Viser de elektromagnetiske bølgers anvendelsesområde ⁷

Til mikrobølgeovne i Danmark anvendes frekvenser på ca. 2450 MHz. Dette svarer til en bølgelængde på 12,25 cm. "Mikrobølgeteknik anvendes i dag bl.a. til overfladebehandling og pasteurisering af kødprodukter, yoghurt, brød og kartofler, til optøning af frosne levnedsmidler, til sterilisering og pasteurisering af færdigretter, til tørring af brød og til vakuamtørring af frugtsaft og cerealier" ⁹ Derudover anvendes mikrobølger som medicin ved mikrobølgeterapi, hvor varme trænger ind i dybereliggende muskler m.v.

3.7.1. Opbygning af en mikrobølgeovn



- | | | | |
|---------------|---------------------|--------------------|-------------------------|
| 1 - Bundplade | 4 - Loftplade | 7 - Bølgeleder | 10 - Køleventilator |
| 2 - Kabinet | 5 - Reflektorpropel | 8 - Gennemgangsrør | 11 - Styringselektronik |
| 3 - Ovnrum | 6 - Indkobling | 9 - Magnetron | |

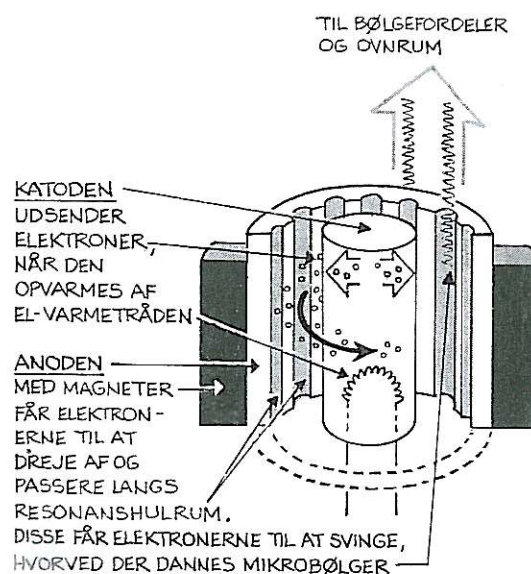
Figur 3.19. Viser opbygning af en mikrobølgeovn⁷

Mikrobølgerne dannes i magnetronen (9) og sendes gennem bølgelederen (5) til en roterende reflektorpropel. Den er af metal, således at bølgerne bliver reflekteret og fordelt i ovnrummet. Ovnens inderkabinet er også fremstillet af metal, som reflekterer bølgerne. For at få en god varmfordeling i maden, er det vigtigt at det ikke sættes direkte på ovns bund. Nogle ovne har en roterende tallerken, hvilket er med til at fordele strålerne mere jævnt i de produkter, der opvarmes.

I magnetronen omdannes den elektriske netspænding fra 50 Hz til højfrekvente elektromagnetiske bølger på 2450 MHz. Der sker her et varmetab. Omkring halvdelen af den tilførte energi bliver omdannet til mikrobølgeeffekt, mens resten går tabt i form af overskudsvarme. Der er en ventilator, der sørger for at lede denne varme ud af ovnen.

Magnetronen

Mikrobølgerne dannes i magnetronen, som også betegnes som ovnens hjerte. Figur 3.20 viser, hvorledes magnetronen er opbygget. Når ovnen tilføres "strøm", som har en frekvens på 50 Hz, vil magnetronen omforme disse ^{til} mikrobølger med meget høje svingninger på 2450 millioner svingninger i sekundet. Strømmen tilsluttes røret i midten, som så bliver ladet med elektroner, og kaldes derfor for katode. Katoden, som sidder i et rør fyldt med hulrum (resonansrum) vil afgive elektronerne til disse. (benævnes anoden). Elektronerne vil, når de rammer disse hulrum, udsende energirige bølger med en højere frekvens. Magnetronen sender bølgerne ud gennem bølgelederen, som normalt sidder i toppen af ovnen.



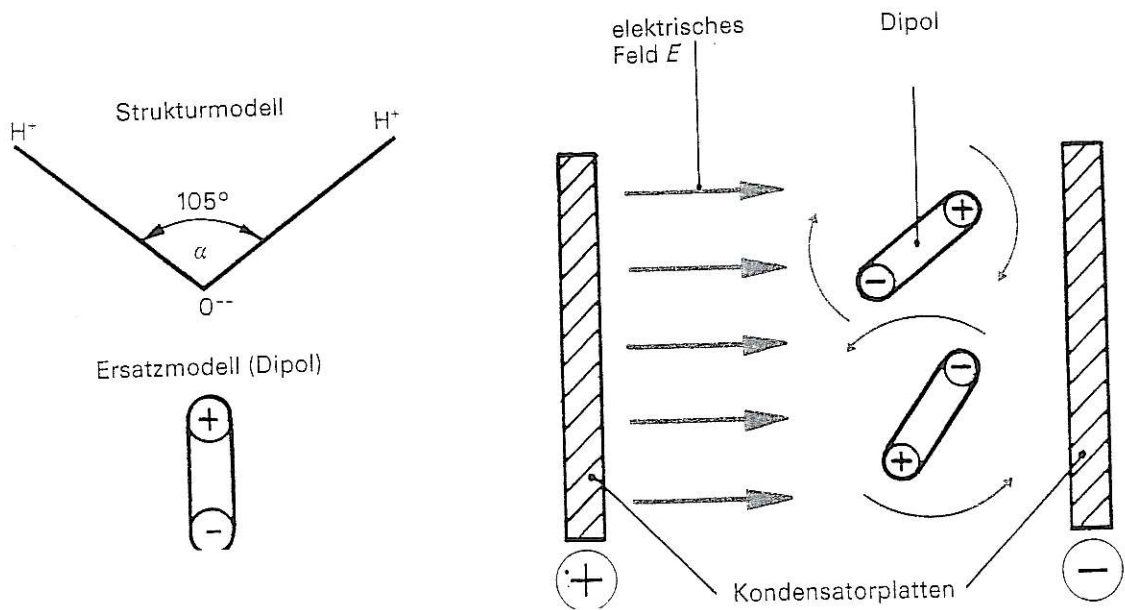
Figur 3.20. Skitse af en magnetron ¹⁰

3.7.2. Mikrobølgeovnens opvarmningsprincip

Vand, protein og kulhydrat molekyler er eksempler på gode dipoler, der opvarmes let med mikrobølger. Da levnedsmidler normalt indeholder fra 60 - 98% vand, vil disse blive opvarmet hurtigt. De molekyler der har dipolkarakter (- OH og NO₂ grupper m.fl.) modtager nemmere varmen end de molekyler, der er ^upolære (fedtstoffer). Vandmolekylet som er afbildet i figur 3.21 er specielt velegnet til at optage mikrobølgeenergien, da det har stor dipolkarakter, hvilket vil sige at molekylet har en positiv og en negativ ladet ende.

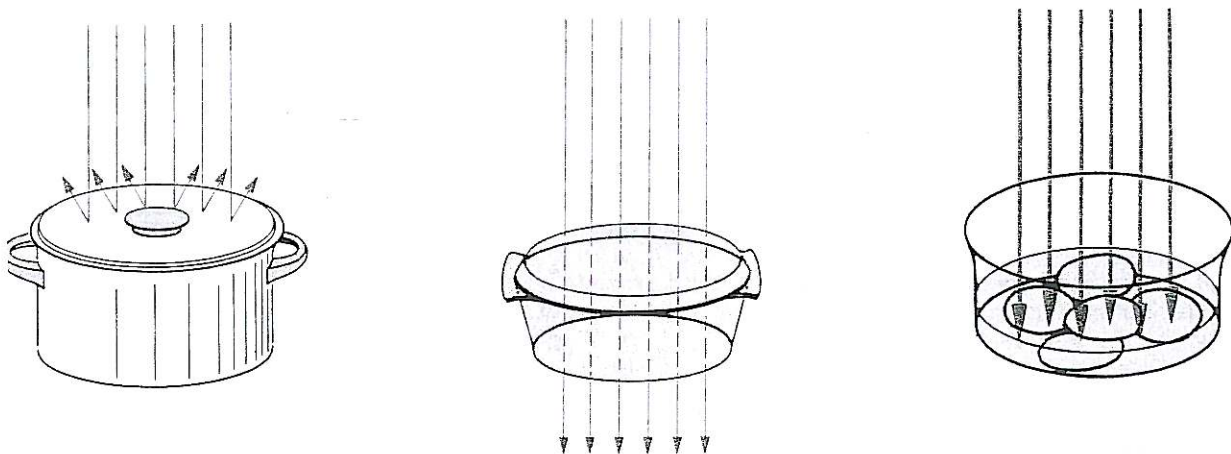
Bringes en sådan dipol ind i et elektrisk felt, vil dipolen forsøge at orientere sig mod det ydre felt. Derved bliver den positive dipol ende tiltrukket af kondensatorens negativt ladede plade, samtidig med at den frastødes af den positive.

Da det elektriske felt ændrer retning 2.450.000.000 gange i sekundet forsøger dipolerne at følge feltets retningsændring. På samme måde som en kompasnål forsøger at indstille sig i et magnetisk felt. På den måde, bliver der dannet gnidningsvarme i levnedsmidlet. Dipol molekylerne vil dog blive nedbremset af de stationære molekyler, og det er her der frigives varme. Mikrobølger er altså ikke varme i sig selv, men de skaber varme i levnedsmidlet ved hjælp af dipolmolekyler.



Figur 3.21. Strukturmodel af et vandmolekyle⁷ Figur 3.22. Dipol i et elektrisk felt⁷

Mikrobølgerne vil derfor opføre sig på tre forskellige måder i forhold til levnedsmidler og tilberedningsfade eller emballage. Bølgeenergien kan absorberes, de kan trænge uberørte igennem emnet eller de kan reflekteres. De tre virkemåder er vist i figur 3.23.



* **Refleksion**
fx. metal

* **Transparens** fx.
glas, plast og porcelæn

* **Absorption**
fx. vand og levnedsmidler

Figur 3.23. Viser hvorledes mikrobølgerne opfører sig i forskellige stoffer¹¹

Varmeeffekt

Intensiteten af varmeudviklingen fra de mikrobølger, som trænger ind i levnedsmidlet er afhængig af flere faktorer. Jo større styrke mikrobølgefeltet har, jo hurtigere opvarmning. Dette hænger sammen med ovnens mærkeeffekt, som normalt er på mellem 1,2 - 1,5 kW

og ovnsens størrelse. Også mængden af levnedsmiddel spiller en rolle for opvarmningstiden. Jo mindre portion jo kortere opvarmningstid. Arten af levnedsmiddel og tilberedningsfåde spiller også en stor rolle for, hvor effektiv opvarmningen er. Levnedsmidlets kemiske sammensætning, varmfylde, temperatur og formen på levnedsmidlet har en afgørende betydning for hvor stor varmeeffekten bliver. Et levnedsmiddels evne til at optage og omdanne mikrobølger til varme kan karakteriseres ved dielektricitetstallet. Tallet er et mål for antallet og styrken af dipoler. Som udgangspunkt er valgt luft, som har dielektricitetstallet 1, og vand ved 5 - 10°C som har tallet 80.

Dielektricitetstallet for forskellige stoffer:⁷

Luft (1 bar)	1	Glas	4 - 8
Papir	2	Porcelæn	6
Polystyren	2,5	Kød (60% vand)	40
Olivenolie	3	Vand (5°C)	80

Ud fra disse tal ses, at servicematerialerne har ret lave værdier, hvilket betyder at disse ikke omdanner mikrobølgeenergien til varme. Kød derimod har mange dipoler, og vil derfor omdanne mange mikrobølger til varmeenergi. Luft forbliver kold. En sidste faktor der har betydning for opvarmningseffekten er levnedsmidlets tabsvinkel. Denne er karakteriseret ved, hvor hurtigt dipolerne kan følge trit med ændringen af det elektriske felt, og er således afhængig af produktets andre molekyler. Er dipolerne forbundet med "tunge" molekyler som for eksempel salt eller fibermolekyler vil vinklen stor, der sker en opbremsning og varmen vil afleveres forholdsvis hurtigt i produktet.

Absorptionsevne og indtrængningsdybde

Hvor godt de forskellige levnedsmidler omsætter mikrobølgeenergien til varme, betegnes som absorptionsevne. Dielektricitetstallet og tabsvinklen er tilsammen et udtryk for hvor hurtigt levnedsmidlet vil absorbere mikrobølgeenergien.

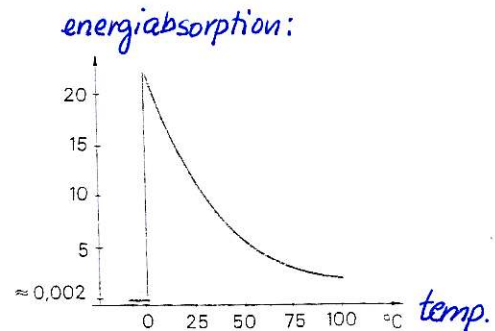
Jo bedre - eller jo hurtigere et produkt er til at absorbere energien, jo kortere trænger bølgen ind i produktet. En del af mikrobølgeenergien bliver straks, når den rører på produktets overflade, omdannet til varme, hvorved energiindholdet i bølgen mindskes. Teoretisk vil bølgen fortsætte med at være energirig. For at få nogle sammenlignelige værdier på de forskellige levnedsmidler, er der defineret en **indtrængnings dybde**. Den angiver den dybde i levnedsmidlet, hvor bølgen indeholder 37% af den energi, den havde, da den nåede levnedsmidlets overflade. Indtrængningsdybden varierer fra nogle få cm til omkring 10 cm. Eksempelvis er den for kød omkring 2,5 cm, hvilket dog er meget afhængig af fedt sammensætningen.

Jo bedre varmen absorberes i produktet, jo mere mikrobølgeenergi vil blive omdannet til varme på produktets overflade, og jo hurtigere vil bølgens energi blive afleveret.

Omvendt vil der være stor indtrængningsdybde, når absorptionen er lille. Absorption og indtrængningsdybde er også afhængig af levnedsmidlets temperatur. For frosne produkter er indtrængnings dybden meget stor, da molekylerne sidder fastbundet til hinanden. Der er derfor en dårlig absorption i frosne produkter. Dette forklarer årsagen til, at der skal

anvendes nedsat effekt til optøning af produkter. Det anbefales at anvende ca. 10% effekt ved optøning af levnedsmidler. Når isen er smeltet, stiger opvarmningsfaktoren brat, indtrængningsdybden falder og de områder, der er optøet vil hurtigt blive kogt færdigt. Dette fænomen optræder hyppigt, når der skal optø's hakket kød i mikrobølgeovnen.

Figur 3.24. Viser energiabsorption (Opvarmningsfaktor) for vand i fast og flydende form.⁷ Når isen smelter vil vandet modtage energien meget nemmere.



Den kolde luft i ovnrummet sænker temperaturen på produktets overflade, og den højeste temperatur kommer derfor et stykke inde i produktet. Da molekylerne i et levnedsmiddel vil have forskellig temperatur vil kurven i praksis variere, alt efter sammensætning, som fedt, fiber og vandmolekyler. Fordelingen af mikrobølgerne i ovnrummet, og levnedsmidlets form spiller også en rolle for opvarmningen. For at få en jævn kogning som muligt, er det derfor bedst at anvende lav effekt, således at varmen får tid til at fordele sig i produktet.

Temperatur, saltindhold og varmfylde

Levnedsmidlets temperatur spiller således en rolle for, hvor godt energien absorberes. For levnedsmidler med højt vandindhold falder absorptionen med stigende temperatur, mens den for levnedsmidler med et højt saltindhold er stigende med stigende temperatur. Dette ses ved opvarmning af en ret med for eksempel sovs og kød. Soven vil blive varm før kødet, hvilket skyldes det større saltindhold og den mindre varmfylde for fedt. I kassen angives nogle levnedsmidlers specifikke varmekapaciteter (varmfylde). Som det ses, skal der kun anvendes 2 kJ til at opvarme 1 kg olie én grad, mens der skal anvendes 4,2 kJ til vandet. I afsnittet om varmelære i kapitel 4 er der angivet flere tal for varmekapaciteter.

at opvarme

Da den specifikke varmekapacitet i naturvidenskabelige opslagsværker sjældent er angivet for levnedsmidler, er der her angivet eksempler, som kan anvendes til beregninger.

Tallene er angivet ved 20°C og 1 Atm.⁹

	Specifik varmekapacitet c [kJ/kg x °C]
Vand	4,2
Grøntsager	3,6
Spiseolie	2,0
Bacon	2,1
Oksekød	3,8
Svinekød	2,4

3.7.3. Sikkerhed ved brug af mikrobølgeovne

Hvis mikrobølgerne stråler ud af ovnrummet vil de kunne opvarme personer på samme måde som levnedsmidlerne opvarmes. Derfor stilles der store krav til den **tekniske sikkerhed** ved selve ovnkonstruktionen. Ifølge Stærkstrømsreglementet:

- * Må der højst være en udstråling på 5 mW/cm^2 målt 5 cm fra ovnen.
- * Brugsanvisningen skal indeholde anvisning på rengøring af lågens pakning
- * Mikrobølgeovnen skal afbrydes, når ovnen åbnes.

Da mikrobølger ikke er ioniserende stråling, vil de ikke efter de traditionelle naturvidenskaber kunne forårsage genetiske ændringer i mennesker eller dyr. Der er en del alternative kostvejledere, der fraråder brugen af opvarmning af maden ved hjælp af mikrobølger.

Miljøstyrelsen har dog sagt god for, at mikrobølgeteknologien kan anvendes også til opvarmning af babymad.

3.7.4. Energiforbrug

Som tidligere nævnt er det ikke al den tilførte energi, der bliver omdannet til mikrobølger i magnetronen. Den mærkeeffekt, der er angivet på el-mærkepladen, er den effekt ovnen optager ved max. indstilling. Nytteeffekten er ligeledes angivet på el-mærkepladen. Forbrugerstyrelsens undersøgelse viser, at nyttevirkningen (= nytteeffekten) er kommet op på 55 - 60 %, hvor den i mange år har ligget på ca. 50 %. I samme undersøgelse er "Standby" energiforbruget målt til at ligge imellem 38 og 94 Wh pr. døgn, hvilket er en meget stor spredning.⁸

Med de nuværende effekter er mikrobølgeovne fortrinsvis beregnet til små portioner. Da ovnene er forskellige i størrelse og effekt findes der mange forskellige data på el og tidsforbrug ved levnedsmiddel tilberedning i mikrobølgeovn. Som generel regel er tilberedningstider i opskrifter angivet efter nytteeffekten. Nedenfor er angivet nogle forbrugstal for mikrobølgeovn og en kogezone brugt energioptimalt. Tallet i skemaet kan anvendes til sammenligning med egne forsøg i laboratoriet.

Mængde	Tilberedningstid i minutter*		Strømforbrug i kWh	
	Mikroovn 750W	Kogezone**	Mikroovn 750W	Kogezone**
Opvarmningmælk 2 dl	1,1	2,00	0,03	0,04
4 dl	2,2	2,50	0,05	0,054
Optøning og opvarmning af spinat 150g	5,6	11,00	0,10	0,06
450g	12,2	20,00	0,20	0,15
Kogning gulerødder 200g	6,4	13,20	0,12	0,07
400g	11,4	17,50	0,20	0,10
800g	21,1	20,00	0,38	0,16
Kogning kartofler 250g	7,5	23,00	0,14	0,07
500g	12,4	23,30	0,20	0,14

Skema 3.5. Viser tids- og energiforbrug på mikrobølgeovn henholdsvis kogezone ved tilberedning af forskellige produkter. (HEA, 1993)

* Inklusive brug af eftervarme på kogezone og tid til evt. omrøring m.v. og ventetid efter endt kogning i mikrobølgeovnen.

** Der er anvendt optimal gryde og energisparemetode ved kogning på kogezonen.

Note: Afhængig af hvordan kogezonerne anvendes kan energiforbruget fordobles. Se eksempler på side 42.

Opsamling: Beskriv herunder, hvornår det kan betale sig at anvende mikrobølgeovnen

3.8. Kilder til kapitel 3

1. "Mad-Miljø-Samfund", A-G. Rasmussen, RUC 6/95, 1.DM- TEK/SAM
 2. "Elektroherde" HEA - Bilderdienst, afsnit 6.2., 1996, findes på Ankerhus Seminarium
 3. "Miljøvenlige komfurer og ovne", Miljøprojekt nr. 338/1996, Miljøstyrelsen
 4. "Kantineudstyr - Komfur" Baggrund, Miljøstyrelsen, 1997 (fås gratis telf. 33 92 76 92)
 5. Teknik og Miljø nr.11/98, Forbrugerstyrelsen
 6. "Induktionsplader", Råd og Resultater med Tekniske Meddelelser 10/96, Forbrugerstyrelsen
 7. "Mikrowellengeräte" afs. 6.3.1. HEA - Bilderdienst,, 1993, findes på Ankerhus
 9. "Mikrobølgeovne" - ernæring, mikrobiologi og andre sundhedsmæssige aspekter, Publikation nr.217 Maj 1993, Levnedsmiddlestyrelsen
 10. "Mikrobølgeovne" Temablade fra Forbrugerstyrelsen, gammel udgave
-
8. Råd og resultater nr. 2/98