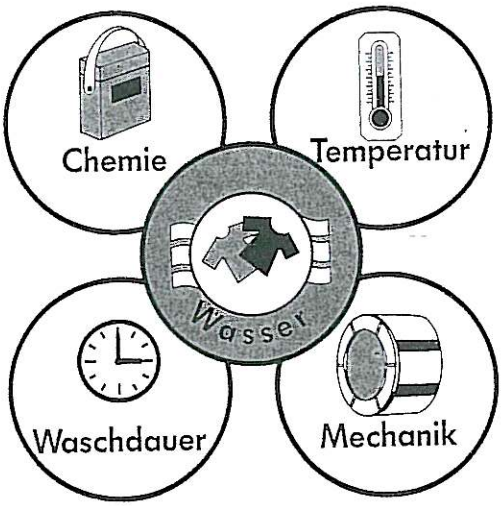
Kapitel 2 - Tekstilvaskeprocessen

Langt størstedelen af vores vasketøj rengøres i vand. En tysk Hr. Sinner har udarbejdet en teori, der systematiserer delelementerne i rengøringsprocessen. Han opdeler processne i 4 faktorer, der indgår i processen.

Kemi:	- Jo kraftigere kemikalier jo bedre rengøring
Mekanisk bearbejdning:	- Jo kraftigere mekanisk bearbejdning jo bedre rengøring.
Tid:	- Jo længere rengøringstid, jo større effektivitet
Temperatur:	- Ved opvarmning virker tensider bedre og vandets overfladespænding nedsættes så smudset bedre løsnes.

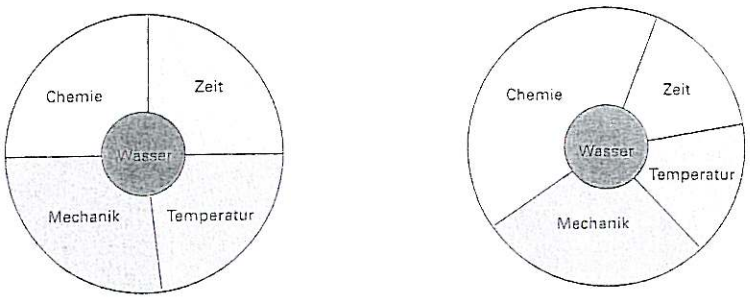


Figur 2.1. Viser de 4 vaskefaktorer efter Sinner [1]

Disse fire parametre er vist i figur 2.1, med vand i midten som det medie, der fjerner de uønskede smudspartikler. For at komme frem til målet "rent tøj", kan forholdet mellem disse faktorer varieres. I gamle dage, hvor der blev brugt vaskebræt og knofedt, var den mekaniske bearbejdning og tidsforbruget til tøjvask stort. Op igennem 60'erne og 70'erne var det temperaturen og de nye selvvirkende vaskemidler, der var dominerende faktorer i vaskeprocessen. De seneste årti har det været maskinernes mekaniske bearbejdning og nye

kemikalier, der er blevet satset på. Efter energikrisen skulle der spares på energien, hvorfor temperaturen i vaskeprocessen blev nedsat. Dette har bevirket, at der er kommet nye og mere effektive kemikalier som enzymer og TAED, der virker ved lavere vasketemperatur. Den mekaniske bearbejdning i maskinerne er samtidig blevet kraftigt forbedret. Der kraftigere mekaniske bearbejdning er kommet ved at lade vasketromlen roterer i længere tid og at tøjets faldhøjde er øget, p.g.a. mindre vand i tromlen.

Forbrugerstyrelsen har de seneste år kørt en energisparekampagne for at få danskerne til at nedsætte vasketemperaturen fra 90°C til 60°C. Ud fra de Sinnerske cirkler vil denne ændring se ud som angivet på figur 2.2. I følge teorien, skal der anvendes en større del af en af de andre faktorer, hvis temperaturen nedsættes i vaskevandet.



Figur 2.2. Viser er de 4 vaskefaktorer fordeling i en 90°C- vask og en 60°C-vask [2]

For at finde frem til parametre, der er vigtige i den fremtidige forbrugeroplysning, starter kapitlet med en kort diskussion af de mest almindelige tekstiler. Derefter en grundlæggende gennemgang af opbygningen af vaskemaskiner, og sidst en beskrivelse af de kemikalier, der anvendes i vaskeprocessen. Dette skulle gerne føre frem til relevante råd og vejledning i forbindelse med køb og brug af vaskemaskinen.

2.1. Tekstiler

I dette kompendie er der ingen gennemgang af tekstillære, idet der henvises til faget materialelære. I afsnittet diskuteres hvorledes valg af tekstiler kan have indflydelse på de ressourcer, der bruges i vaskeprocessen, samt hvordan energiforbruget fordeler sig i hele tekstilets livscyklus.
I 1960 var tekstilerne fordelt med ca. 60% bomuld og 40% syntetiske materialer (HEA, 1998, p.8)
Forbruget af de syntetiske tekstiler og blandingstekstiler har siden været jævnt stigende, således

at den procentvise fordeling af vasketøjet i dag er på 45% bomuld og 55% syntetisk[HEA, 1998, p.8)]
Forbrugerstyrelsen angiver, at 43% af en families vask er vask ved 40°C. [TM 5/99 p.10)]
Selvom variationen i valg af tekstiler er meget stort i de forskellige familietyper er dette tal meget lavt i forhold til andre undersøgelser. [3]
Ved vask af syntetiske tekstiler anbefales det ofte kun at fylde tromlen halvt, mens den fyldes helt ved vask af bomuld. (se skema 2.1.) Den mindre fyldning ved vask af finere tekstiler er begrundet i, at tøjet krøller mindre og at slitagen er nedsat.

Min hypotese er, at de syntetiske tekstiler kræver mindre ressourcer til vask end bomuld, under forudsætning af, at maskinen fyldes op. Min argumentation er følgende:
* Bomuld kræver højere vasketemperatur og kraftigere
mekanisk bearbejdning for at få snavset løsnet
* Bomuld kræver mere vand til vasken, da det har større sugeevne
* Bomuld kræver mere energi til tumblertørring
* Bomuld skal normalt stryges, hvilket også kræver energi

For at underbygge min hypotese refereres der kort til nogle forskellige livscyklusanalyser, der er foretaget på tekstiler.
Min konklusion på analyserne er: Langt størstedelen af energiforbruget i de beskrevne LCA - analyser af vask og tørring af tekstiler ligger i de private husholdninger. (mellem 66 og 82%) Forbrugerens vaskevaner spiller derfor en meget stor rolle i den samlede livscyklus for tekstilerne. Et eksempel er, at der kan spares 92 % af energiudgifterne ved at vaske i koldt vand og anvende ligge- eller udetørring til vask af 20 polyesterbluser.

Det ser ud til, at det er mere energikrævende at fremstille bomuldsfibre i forhold til polyesterfibre. (i primærproduktion og fabrikation af færdigt tekstil). Det eventuelle merforbrug til fremstilling af bomuldsfibre skal lægges til det merforbrug der ligger i vedligeholdelsen af tekstilerne, da det er mere energikrævende at vaske og tørre bomuldstekstiler. Hvor længe forbrugeren anvender tekstilerne inden vask og bortskaffelse har meget stor betydning for det samlede forbrug. Ifølge den amerikanske brancheorganisation skal der satses på at udvikle fibre, der kræver færre ressourcer til vedligeholdelse. Energiforbruget til både vask og tørring kan reduceres meget set i forhold til den energi, der anvendes i produktionen. "Easy care" produkter evt. til kold vask må udvikles.
Såfremt der ønskes flere detaljer henvises til mit notat [4] eller til den originale rapport

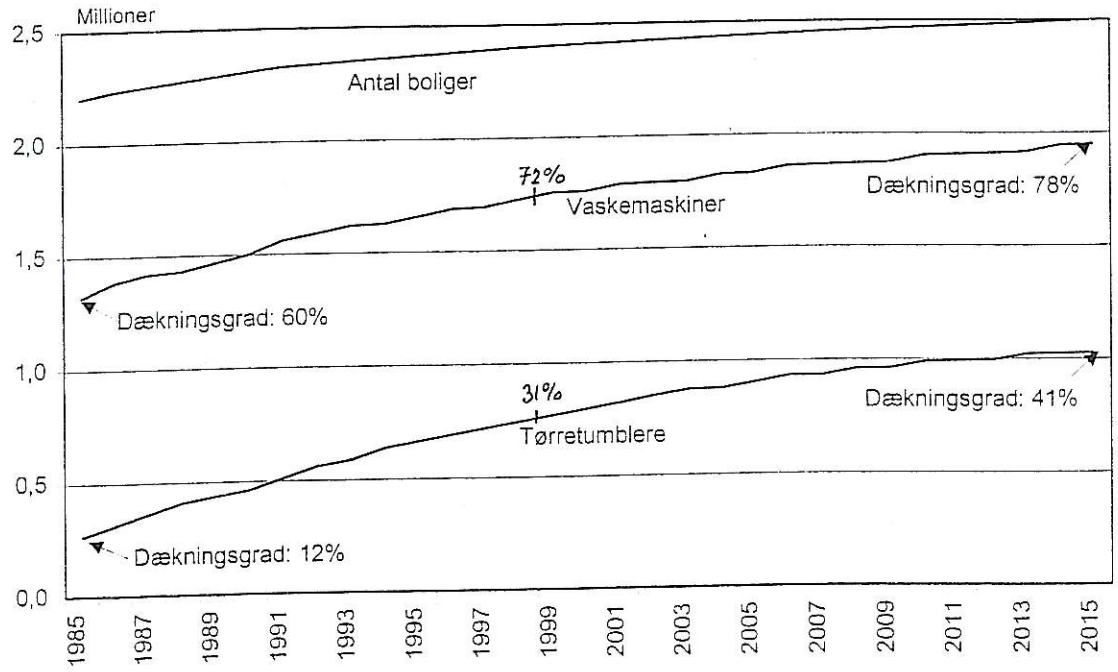
Da ovnenævnte problemstilling kan diskuteres, har jeg hermed et forslag til et projekt:

Et spændende projekt kunne være at undersøge, hvor meget danskerne fylder i vaskemaskinen af de forskellige tekstiler, hvilke programmer de vælger, samt en besvarelse af spørgsmålet: ***Kan forbrugernes valg af tekstiler være med til at nedsætte ressourceforbruget til tøjvaskeprocessen, og vil det ud fra et miljømæssigt synspunkt være en fordel at vælge syntetiske fibre såsom polyester fremfor naturfiberen bomuld ?***

2.2. Vaskemaskinen

Antallet af husstande der har egen vaskemaskine, har været jævnt stigende de sidste 15 år. Dækningsgraden var således 60% i 1985, og er steget til 72% i 1999. Af de resterende husstande vasker 21% på boligvaskeri, mens kun 4% på møntvaskeri [5]

Figur 2.3. viser en prognose for, hvorledes udviklingen af dækningsgraderne for vaskemaskiner og tørretumblere vil blive i de kommende år. Prognosen viser, at der er flere og flere der får egen vaskemaskine og tørretumbler.



Figur 2.3. Viser Udvikling og fremskrivning af dækningsgrader af vaskemaskiner og tørretumblere 1985 - 2015 [6]

2.2.1. Livscyklusvurdering af vaskemaskine

Ved beregning af det akkumulerede energiforbrug for en vaskemaskines livscyklusforløb ligger de 86 % af forbruget hos forbrugeren. Produktion af maskinen andrager ca. 13 %.

Maskinproduktion industrien			13 %
Maskinbrugen i de private husholdninger			87 %
Deraf:	Elektrisk E	57 %	
	Vaskemiddel	26 %	
	Vandforsyning	2 %	
	Spildevand	2 %	
Maskinafvikling/ skrotning			mindre end 0,1 %
Akkumuleret energiforbrug			100 %

Skema 2.1. Viser det akkumulerede energiforbrug i % for en vaskemaskines livscyklus. Vaskemaskinen er en model fra 1991 og holdbarheden er sat til 10 år [7]

Levetiden på vaskemaskinen er sat til 10 år, hvilket er meget kort. Forlænges denne til for eksempel 15 år vil forbrugerens andel af energiforbruget % vis øges, da energien til produktion af vaskemaskinen vil blive fordelt på flere år. Industrien har de senere år satset meget på at fremstille energioptimale vaskemaskiner, hvilket reelt har nedsat forbruget således at:
Elforbruget på 15 år gamle maskiner er ca. 445 kWh/år
Elforbruget på 10 år gamle maskiner er ca. 405 kWh/år
Elforbruget på nye maskiner ligger fra 300 kWh til 415 kWh/år i 1997 [8]
Vælges den mest energioptimale vaskemaskine i dag er forbruget nedsat med 35% i forhold til en gennemsnitsmodel fra 1982. Efter den tyske LCA analyse bør industrien satse på produkter, der har længere levetid. Specielt vil det være en god ting på en vaskemaskine, da denne ikke udskiftes i så høj grad p.g.a. mode. Der må samtidig satses på forbrugerinformation om mere økonomisk vask.

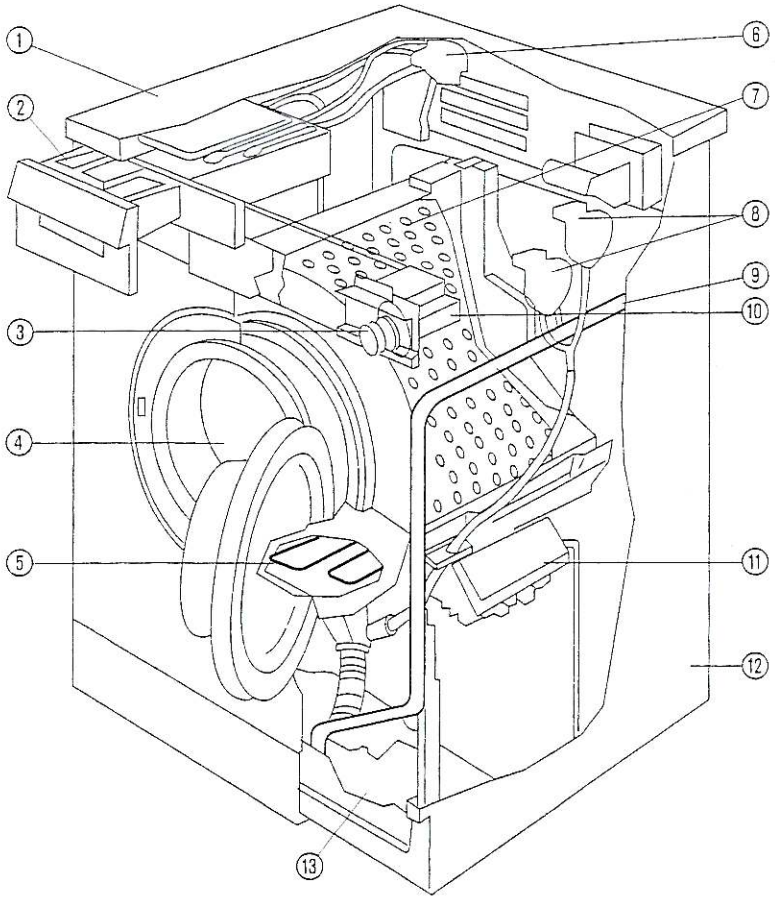
2.2.2. Opbygning af vaskemaskine

Langt hovedparten af de vaskemaskiner, der forhandles i Danmark er frontbetjente tromlevaskemaskiner. Disse modeller har været dominerende på det danske marked siden

midten af 60'erne. Til brug i lejligheder findes der også topbetjente tromlemaskiner og forskellige modeller af halvautomatiske mindre maskiner, samt vaskemaskiner med indbygget tørretumbler. En ajourført markedsoversigt over samtlige vaskemaskiner kan fås hos el-selskaberne. Af disse fremgår, at der for tiden findes:

* 96 Frontbetjente modeller - i energiklasse A til C
* 14 Topbetjente modeller - i energiklasse A til C
* 13 Vaske/tørremaskiner - i energiklasse C - E

Figur 2.4. viser opbygningen af en frontbetjent tromlevaskemaskine. Følgende numre refererer til tallene på figuren.



Figur 2.4 Viser opbygning af en tromlevaskemaskine [9]

1 - Arbejdsplade
2 - Vaskemiddelkammer
3 - Programvælger
4 - Åbning til vasketromle
5 - Varmelegemet
6 - Magnetventil
7 - Tromle og vaskekar
8 - Niveauregulator
9 - Afløbsslange
10 - Programværk
11 - Motor
12 - Kabinet
13 - Tømmepumpe

Programvælger (3)
De billige maskiner har ofte kun en programknap. Der er faste programmer med fast temperatur, og altså kun en knap der skal stilles på. I dag markedsføres disse som "ungkarlemodeller", da de ret nemme at indstille. De fleste maskiner har dog to knapper, der skal indstilles før start. En programvælger og en temperaturvælger. De dyrere Miele modeller har derudover en knap, der kan variere den mekaniske bearbejdning i tromlen.
Den indstillede temperatur på temperaturvælgeren virker kun i klarvasken, mens der ofte er indsat en termostatbegrænser til at sørge for at temperaturen højst bliver 40°C i forvasken. Selvom der er trinløs termostatregulering *kan* der være isat blokeringer for at undgå forkert programvalg. Eksempelvis har flere maskiner en blokering, således at uld ikke kan vaskes ved 90°C. Nogle maskiner har tillige tidsstyret opvarmning. Her virker termostaterne som en sikkerhed for at temperaturen ikke bliver for høj, men er ingen garanti for at temperaturen bliver høj nok.

Varmelegemet (5) er placeret i vaskekarrets bund. Ved optimal dosering af vaskemiddel skulle varmelegemet ikke kalke til, hvorfor det ikke er nødvendigt, at tilsætte de opreklamerede kalkbindere til hver vask. Nogle maskiner har en lille låge, der kan åbnes ned til vaskekarret. Hvis man er i besiddelse af et lille hoved, kan man tage en lommelygte og se efter om der er kalk på varmelegemerne. På nogle maskiner kan man se om der er kalk på indersiden af vaskekarret (og dermed nok også på varmelegemerne) ved at stikke fingerne ind under plastbælgen ved døråbningen.
Effekten på varmelegemet er på de fleste maskiner under eller omkring 2000 watt, hvilket indebærer, at de kan installeres på én fase + 0 og med en 10 amperes sikring (230V~). Tidligere var effekten større på varmelegemet, således at maskinen skulle installeres på et kraftstik (400V~). Denne ændring skyldes at vandforbruget i klarvasken er blevet meget nedsat.

Tromle og vaskekar (7) er ofte lavet af rustfrit stål. Enkelte vaskekar kan dog være af emaljeret stål, polypropylen eller Carboran, som er kulfiber forstærket med polypropylen. [10] I tromlen sidder der valker, som har til formål at løfte tøjet med op, så det kan falde og dermed få en øget mekanisk bearbejdning. Størrelsen af tromlen på husholdnings vaskemaskiner varierer mellem 40 og 50 liter (HEA, 1998,p.16) , hvilket svarer til en tøjkapacitet på 4 - 5 kg bomuld.

Niveauregulator (8) og magnetventil (6)
Når der startes for maskinen aktiveres magnetventilen elektromagnetisk og slukker enten efter en bestemt tid (mængde) eller efter impuls fra niveauregulatoren. Fra magnet ventilerne ledes vandet gennem forskellige slanger til sæbeautomaten.

Maskiner med *tidsstyret vandindtag* er en ulempe, hvis man bor i områder hvor vandtrykket ikke er konstant. Vandmængden i vaskeprocessen kan variere meget, hvilket specielt er et problem i boliger på landet, hvor vandtrykket kan være lavt, - og hvis maskinen samtidig har tidsstyret opvarmning. Maskiner med *niveaureguleret vandindtag* tager vand ind af flere gange. Efterhånden som tekstilerne suger vandet til sig vil vandstanden falde, og magnetventilen åbner for vandtilførslen igen. Når den ønskede vandstand er nået slukker magnetventilen og varmelegemet tilkobles. Niveauregulatoren kan koble fra ved forskellige vandhøjder, som eksempelvis lav vandstand ved normalprogrammer, og høj vandstand i skåneprogrammer og skyl.

Programværket (10) kan være mekanisk (også kaldet elektromekanisk) eller elektronisk, og styrer ind- og udkoblingen af de forskellige processer. Det *mekaniske* programværk består af forskellige skiver, der bliver drevet af en lille elektromotor. Skiverne har hakker, der således tænder og slukker strømkredsen for de enkelte elektriske dele, eksempelvis varmelegeme, centrifugemotor, afløbspumpe m.v. Ved det *elektroniske* programværk koordinerer en mikrocomputer hele programforløbet. En del nyere maskiner har fået " Fuzzy-logik" kontrol, hvilket vil sige at mikroprocessorer styrer processerne med menneskelig logik. Ordet "Fuzzy" betyder sløret eller uklar. Vasken skulle blive optimeret med hensyn til vaskeevne, skylleevne med et reduceret forbrug af ressourcerne vand og energi.(HEA, 1998, p. 24)

Motorens (11) opgave er, at få tromlen til at rotere, således at tøjet får en mekanisk bearbejdning. Den mekaniske bearbejdning kan reduceres enten ved at nedsætte tromlens omdrejningstal eller ved at reducere den tid den tid tromlen roterer. Omdrejningstallet i vaskeprocessen er på skåneprogrammer er på ca.25 Rpm (Rotations per minuts) og mellem 50-55 Rpm i normalprogrammer. Under centrifugeringen kommer den op på mellem 500 - 1.600 Rpm. Den tid tromlen roterer i vaskeprogrammet varierer mellem 40 - 80% af vasketiden, jo længere tid jo kraftigere mekanisk bearbejdning.(HEA, 1998 p. 22-26). For at beskytte motoren, kan der i motorviklingen være en bimetalsikring, der slår maskinen fra ved overbelastning. Efter afkøling af bimetallet vil vaskeprogrammet fortsætte.

2.2.3. Vaskeprogrammer

Udbudet af vaskeprogrammer er steget i takt med den teknologiske udvikling. Mulighederne for programvalg er på nogle maskiner enormt store. Dette er elektroniske styrede dyre maskiner, som sætter store krav til at brugerne kan finde ud af at bruge den megen elektronik.

De fleste maskiner har dog nogenlunde ens grundprogrammer, som skitseret i skema 2.2.

Program typer:	Tøjtype	Vandstand ** Klarvask/skyl	Mekanisk bearbejdning	Maskinfyldning
Normalvask	Bomuld og ikke sarte syntetiske fibre (PP, PA blandinger)	Lav/lav	Kraftig 50-55 Rpm	Hel fyldning 3,5 - 5 kg 1:13 eller 1:10 *
Skånevask (Finvask)	Sarte syntetiske fibre: Viskose, PP, PA (skjorter og gardiner)	Lav/høj	Skåne 35-40 Rpm.	Halv fyldning 1,5 - 2,5 kg 1:26 eller 1:35 *
Ekstra Skåne	Uld og silke - evt viskose (kaldes også uldvask eller vuggevask)	Høj eller lav/ høj	Ekstra skåne ca. 25 Rpm.	Kvart fyldning 1 kg 1:35 eller 1:50 *

Skema 2.2. Viser grund programmerne på vaskemaskiner *(egen konstruktion efter HEA, 1998 p.27)*
** Angiver antal kg tøj i maskinen pr. liter tromlerunfang*
*** Vandstanden på ældre vaskemaskiner er høj i skyllene og på skåne- og uld programmer.*

Programmerne er ofte opbygget således, at program A (eller 1) er forvask og program B (eller 2) er klarvask. B - vasken er en vask med kraftig bearbejdning, mens bearbdningen bliver mindre og mindre på C, D, H vask. Efter klarvasken sker der en ludfortynding, hvilket vil sige, at der lukkes noget koldt vand ind og afkøler vaskevandet inden udpumpning. Dette bevirker, at tekstilerne bliver kølet langsomt ned, således at de ikke bliver så krøllede, og at afløbsinstallationen ikke ødelægges af det varme vand. Tøjet skylles i 2 til 6 hold skyllevand, hvor der oftest er en eller flere mellemcentrifugeringer. Nogle maskiner har elektronisk styring af skylleprocessen, således at alt vaskemiddel skylles ud af tøjet (Fuzzy - kontrol)

Centrifugering

Under centrifugering øges vasketromlens omdrejningstal så vasketøjet bliver presset mod tromlens vægge, hvorved vandet presses ud af tøjet. Der er flere faktorer, der har indflydelse på centrifugeringsevnen så som:

* Omdrejningstal
* Tromlediameter
* Tøjsammensætning
* Tøjfordeling i tromlen
* Centrifugeringsprogram
* Centrifugeringstid

Det vand, der er tilbage i vasketøjes betegnes restfugtigheden (RF), og angives i % af tøjets vægt i tør tilstand.

$$RF = \frac{\text{Tøjets vandindhold x 100}}{\text{Vægt før vask}} \ \%$$

Et eksempel: 5 kg. tøj vaskes, og vejer 8 kg efter centrifugering

$$RF = \frac{\text{8 kg - 5 kg x 100\%}}{\text{5 kg}} = \underline{\underline{\text{60 \%}}}$$

Da restfugtigheden er afhængig af, hvilke tekstiler der centrifugeres er der indført en standard - tøjportion på internationalt plan, således at restfugtighedsprocenterne kan sammenlignes på de forskellige maskiner. Centrifugeres bomuldslærred vil restfugtigheden være nogenlunde således:

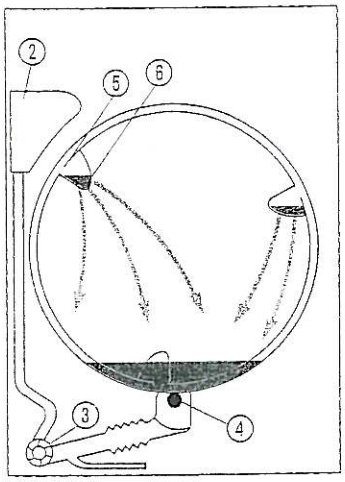
Tromleomdrejninger pr. min.	Restfugtighed
500 Rpm	Ca. 86%
1000 Rpm	Ca. 59%
1200 Rpm	Ca. 53%
1600 Rpm	Ca. 44 - 48% (HEA, 1998 p. 28).

Selve centrifugeringsprocessen kan være opbygget meget forskelligt. Eksempelvis trincentrifugering, også kaldet intervalvariomatik eller intermitterende centrifugering. Dette skulle bevirke en mere ensartet centrifugering, og mindre krøllet tøj. Brugsmæssigt vil det være en fordel, at maskinen kan indstilles på forskellig centrifugeringshastigheder. Jo højere centrifugering, jo mere krøllet bliver tøj, mens tørretiden bliver kortere. Ved anvendelse af tørretumbler anbefales der en maskine med høj centrifugering. At centrifugere vandet ud af tøjet i vaskemaskinen bruger meget mindre energi end at fordampe det i en tørretumbler.

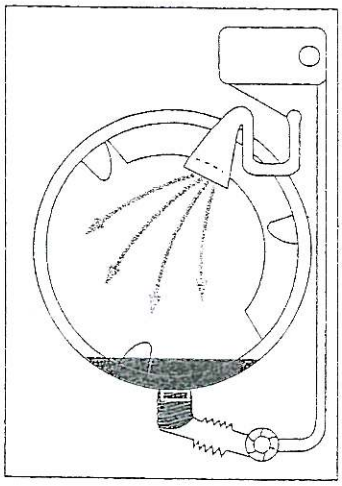
2.2.4. Nyudvikling på vaskemaskiner

Selvom vaskesystemet har været uforandret i over 30 år, er der dog sket en produktudvikling henimod mere miljøvenlige modeller og programmer. Vand, energi og kemikalieforbrug er nedsat betydeligt, samtidig med, at der er kommet mange flere valgmuligheder med hensyn til programvalg.
Specielt har der været satset på at nedsætte vaskemiddelspildet og energiforbruget.

Undersøgelser fra Forbrugerstyrelsen i 80'erne viste, at mange maskiner smider 10 - 60% af vaskepulveret ubrugt ud i kloakken. På figur 2.6. er der vist nogle konstruktioner, der forhindrer dette mekaniske spild af vaskemiddel, og eksempler på ændringer i konstruktionen, der kan nedsætte vandforbruget i selve klarvasken. Da ca. 80% af den tilførte energi bruges til vandopvarmning, vil energiforbruget falde med faldende mængde vand i klarvasken.

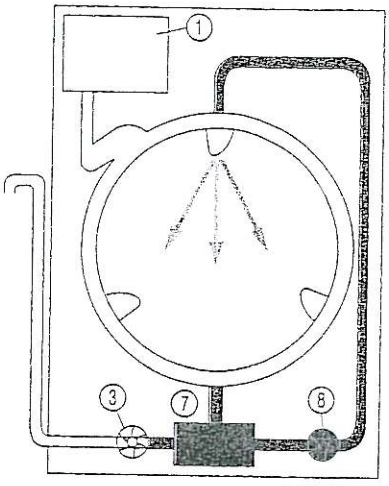


A: "Øsesystemet"
(AEG, Bauknecht, Blomberg, Boach, Miele)



B: Overbrusningssystemet
(Elektrolux, Zanussi m.fl.)

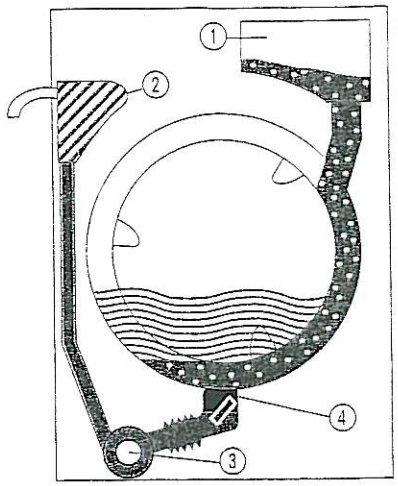
1 - Vaskemiddelbeholder
2 - Udligningsrum
3 - Tømmepumpe
4 - Anordning med klap eller kugle
5 - Vandskovle
6 - Vandskovle med skyllehuller
7 - Opsamlingsbeholder
8 - Cirkulationspumpe



C: Direktindspuling
(Bauknecht)

Figur 2.6 Viser forskellige indretninger i vaskemaskinerne til besparelse af vand (HEA, 1998, p.22)

1 - Vaskemiddelbeholder
2 - Udligningsrum
3 - Tømmepumpe
4 - Anordning med klap eller kugle



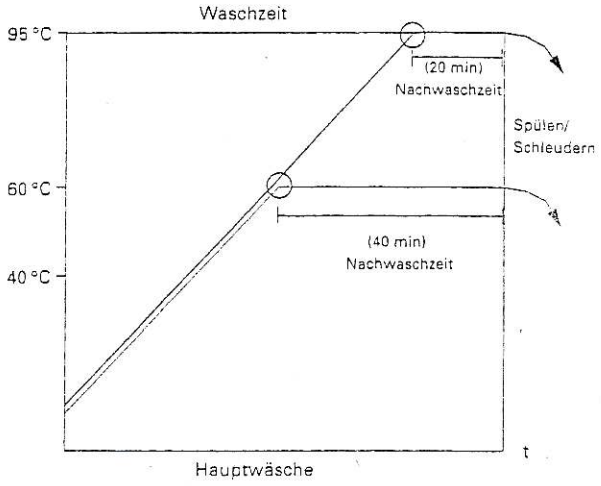
Figur 2.7. Viser indretning i vaskemaskinerne til besparelse af vaskemiddel (HEA, 1998 p. 22)

Der kommer hele tiden nye finesser på vaskemaskinerne. Efter min mening kan berettigelsen af nogle af disse nyheder diskuteres, mens andre er en god og brugbar teknologi. Et udpluk af de nyere tiltag på vaskemaskiner følger til diskussion:

- Aquastop - er en vandsikring ved tilløbsslangen. Den anbefales ved etagebyggeri og hvis gulvet ikke kan tåle vand, der hvor maskinen er installeret.
- Energispareprogrammer, som er forlængede programmer vist på figur 2.8.
- Kvik programmer, som er korte programmer til let tilsmudset tøj
- ½ fyldningsprogrammer - nedsætter vandforbruget i skyllene. En halvfyldningsvask bruger næsten samme mængde vand og energi, som et normalt program
- Iblødlægningsprogram - (Zanussi)
- Forudprogrammering - til senere start - op til 19 timer
- Skumcensor (AEG) som i centrifugerings første del måler skumhøjden. Er denne for høj søger maskinen automatisk for et ekstra skyl.
- "Fuzzi logic" - mikroprocessorer styrer processerne med "menneskelig" omhu
- Varmtvandstilslutning - Undersøges p.t. af Elsparefonden
- Ekstra vandknap
- Vandgenbrug
- Ballancekontrol - sørger elektronisk for, at tøjet fordeles jævnt under centrifugering

I hvor stor udstrækning disse finesser anvendes i praksis, findes der ingen undersøgelse af. En amerikansk forsker har i sit arbejde konkluderet, at det er mændene, der udvikler den, det er mændene der køber den smarte teknik til deres koner - men ak, den bliver ikke brugt efter

hensigten. Dele af denne påstand bekræftes af mine tidligere undersøgelser af brugen af ekstraudstyr og elektronik på mikrobølgeovne og komfurer. [11] Rapporten konkluderer, at smart elektronik og ekstraudstyr på mikrobølgeovne og komfurer bruges sjældent eller aldrig. Der er brug for vejledning i forbindelse med køb og brug af denne "smart elektronik". Denne konklusion kunne måske overføres til brugen af vaskemaskiner.
Energispareprogrammer, er programmer, hvor temperaturen er nedsat og den mekaniske bearbejdning er øget ved at forlænge vasketiden. På figur 2.8. er vist et E - program, hvor temperaturen er nedsat fra 95 °C til 60 °C, og vasketiden i klarvasken er steget fra 20 til 40 minutter. På samme vis kan et 60 °C program nedsættes til et 40 °C program, eller 30 °C. Ved at anvende disse energispareprogrammer til vask af kraftigt tilsmudsede bomuldstekstiler udnyttes ressourcerne optimalt. Skal tøjet kun opfriskes eller hvis det er syntetiske fibre, kan der anvendes et kortere program.



Figur 2.8. Viser et eksempel på et energispareprogram (HEA, 1998, p. 17)

2.2.5. Forbrugsdata

For at illustrere udviklingen i vaskeprocesssen i de danske husholdninger, har jeg forsøgt at sammenholde vasketøjsmængde, vand- og elforbrug fra Forbrugerstyrelsens undersøgelser af vaskemaskiner i skema 2.3.
Som det ses af skemaet, har der været en stor teknologisk udvikling af maskinerne siden 1963. På en kogevask med forvask er energiforbruget nedsat fra 1 kWh til 0,65 kWh pr. kg vasketøj, og vandforbruget er tilsvarende gået fra omkring 150 liter til 77 liter i 1993.
Vasketøjsmængden er i sidste kolonne angivet til være på 1498 kg årligt for en modelfamilie på 4 personer i 1999, hvilket er en stigning på knapt 300 % siden 1963. Det anslås, at familien vasker 312 gange om året fordelt på forskellige programmer som alle er uden forvask. [12] Fordeles den angivne mængde vasketøj på 1498 kg på de 312 vaske, giver dette en

gennemsnitsfyldning på 4,8 kg, hvilket er meget højt sat.

Råd og resultater nr/år - antal maskiner	**Kogevask med forvask** Fyldning 3 - 4 kg kWh pr. kg tøj:	Vand til hele vasken:	4 - pers. familie's vasketøj/år (år)
1/63 - 5 maskiner	1,01 kWh	163 liter	540 kg (1965/66)
6/72 - 5 maskiner	0,67 kWh	140 liter	712 kg (1978)
6/82 - 6 maskiner	0,72 kWh	122 liter	860 kg (1982)
3/88 - 5 maskiner	0,65 kWh	100 liter	860 kg (1986)
1/93 - 6 maskiner	0,65 kWh	77 liter	720 kg (1993)
*	**Kogevask uden forvask** Fyldning: 4,5 - 5 kg kWh pr. kg tøj:	Vand til hele vasken:	
5/98 -19 maskiner	0,42 kWh	64 liter	1109 kg (1997)
**	**60°C - vask uden forvask** (E-vask) Fyldning: 4,5 - 5 kg kWh pr. kg tøj:	Vand til hele vasken:	
5/98 - 19 maskiner	0,27 kWh	63 liter	1109 kg (1997)
5/99 - 6 maskiner	0,22 kWh	50 liter	1498 kg (1999)

Skema 2.3. Viser udviklingen i el, vandforbrug og vasketøjsmængde fra 1963 til 1999 (gns.)
Kilde. De angivne numre af Råd og Resultater, Forbrugerstyrelsen

* I undersøgelsen fra 1998 er der anvendt nye EN' regler. Dette bevirker, at maskinerne prøves med fabrikantens kapacitetsangivelse, som er 1 kg bomuldstøj pr. 10 liter tromlerumfang. Forbrugerstyrelsen har indtil 1998 angivet el- og vandforbrug samt vaskeevne med en fyldning på 1 kg vasketøj pr. 13 liter tromlerumfang og på en kogevask (90°C) med forvask. Maskinerne er ikke blevet større, men der er vasket med større fyldning, hvorfor vand og energiforbrug pr. kg vasketøj nedsættes kraftigt.
** Vand og energiforbrug er målt på en 60°C vask uden forvask, hvilket næsten halverer energiforbruget, mens vandforbruget er nogenlunde konstant.

Denne store fyldning af vaskemaskinen har bevirket, at der er meget stor spredning på maskinernes vaskeevne resultater. Kun 4 ud af 19 maskiner har fået karakteren "god vaskeevne" mens 6 maskiner har fået "under middel". [13] Det kan altså lade sig gøre at vaske

tøjet rent på nogle af maskinerne ved 60°C uden forvask og med meget stor fyldning.

Sammenholdes vaskeeffektivitet med energi og vandforbrug må det konstateres, at nogle af maskinerne er blevet mere effektive.

Til beregning af udgifterne til en families vask kan følgende gennemsnitstal anvendes.

Program	Fyldning kg/vask	Strøm kWh	Vand liter	Pris pr. vask kr	Vaskemiddel ml	Kr	Samlet pris Kr
Koge/broget vask 90°C	5	1,7	58		90		
Varmvask 60°C	5	1,1	58		90		
Finvask 30°C	1,5 - 2,0	0,4	60		140		
Uldvask 30°C	1,5 - 2,0	0,4	60		140		

Skema 2.4. Viser gennemsnitsforbrugstal på forskellige vaske uden forvask (HEA 1998 p.41)

Skemaet kan anvendes til beregning af de løbende udgifter til tøjvask.

Priseksempel på el og vand:
1 kWh koster 1,36 kr og 1 m^3 vand koster 34 kr
Priseksempel på vaskemidler:
Ultravaskemiddel: 26 kr pr. kg (1 kg = 1200 ml)
Finvaskemiddel: 30 kr pr. kg (1 kg = 1200 ml)
Uldvaskemiddel: 50 kr pr. liter

Øvelse 2.1. Beregn drift udgifterne for de forskellige programmer og sæt dem ind i skemaet.
Øvelse 2.2. Beregn dine samlede udgifter til vask og tørring ud fra tallene i skema 2.3

Ved beregning af de samlede udgifter til vask skal investeringen i selve maskinen også medregnes. Forbrugerstyrelsen har løbende eksempler på sådanne udregninger. Skema 2.5. viser beregning af vaske/tørre udgifter for en 4 - personers familie. Da udgifterne vil afhænge af de aktuelle priser, kan skemaet anvendes til beregning af egne udgifter ved at indsætte egne data såsom mængde vasketøj, pris for vaskemaskine, el, vand og vaskemiddel.

Årlige udgifter til vask for en 4-personers modelfamilie

Antal vaske	66 hedvaske ved 90°C á 4,8 kg 112 varmvaske ved 60°C á 4,8 kg 134 finvaske ved 40°C á 1,9 kg	312 vaske, ialt 1109 kg tøj	
Driftsudgifter til maskinvask			
Elforbrug	1,8 kWh ved 90°C vask 1,1 kWh ved 60°C vask 0,5 kWh ved 40°C vask	Ialt 309 kWh á 1,19 kr.	368 kr.
Vandforbrug	66 l ved 90°C vask 59 l ved 60°C vask 52 l ved 40°C vask	Ialt 17,9 m³ á 23,20 kr.	415 kr.
Vaskemiddel		Ialt 312 vaske á 1,81 kr.	565 kr.
Årlige driftsudgifter (1109 kg tøj)			1348 kr.
Driftsudgift pr. kg tøj			**1,22 kr.**
Faste udgifter til vaskemaskinen			
Anskaffelsespris 7.000 kr. Funktionstid 11 år. Afskrivningstid 7 år. Afskrivning ca. 14 % pr. år. Rentefod 3 %.			
Afskrivning og forrentning pr. år			1085 kr.
Forsikring 2.-5. år. 495 kr. ialt (6.-11. år regnes med 500 kr. i rep. udgifter i stedet for forsikringen)			90 kr.
Faste udgifter pr. år			1175 kr.
Faste udgifter pr. kg tøj			**1,05 kr.**
Driftsudgifter + faste udgifter pr. kg tøj			**2,27 kr.**
Tørring			
Tørretumbleren bruges i gennemsnit 169 gange om året Der regnes med fyldt tumbler – 4,8 kg tøj pr. gang – ialt 811 kg tøj			
Tørretumbler Årlige driftsudgifter	0,8 kWh pr. kg tøj, ialt 649 kWh 649 kWh á 1,19 kr.		772 kr.
Driftsudgifter pr. kg tøj, der tørres i tumbler			**0,95 kr.**
Faste udgifter pr. kg tøj, beregnet som for vaskemaskinen. Anskaffelsespris 5.000 kr. Reparationer 100 kr.			1,33 kr.
Driftsudgifter + faste udgifter pr. kg tøj			**2,28 kr.**

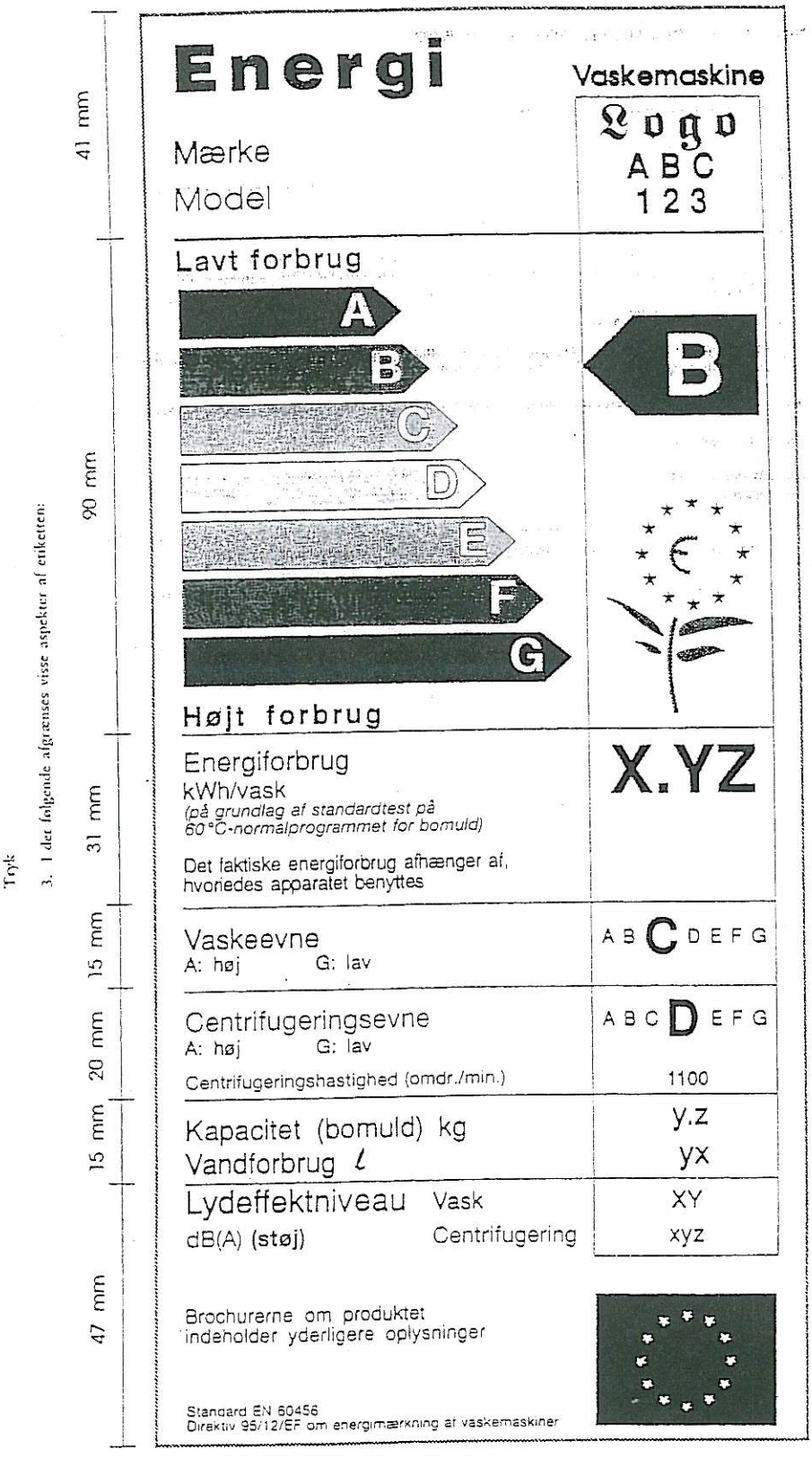
Skema 2.5. Viser beregning af udgifter til vask og tørring for en 4 - personers familie [14]

2.2.6. Energimærkning

Loven om energimærkning af vaskemaskiner trådte i kraft 1/4/96 [15]. Alle vaskemaskiner skal være forsynet med et energimærke med oplysninger om energiforbrug til en vask ved 60°C normalprogram uden forvask, om vaskeevne, centrifugeringsevne, kapacitet og støjniveau. Formålet med mærkningen er at styrke forbrugernes muligheder for at vælge apparater med lavt energiforbrug i forhold til ydeevnen.

Oplysningerne skal angives på en standardmærkat som er ens i alle EU lande. Energiforbrug, vaskeevne og centrifugeringsevne angives med bogstaver, på en skala fra A til G, hvor A er den bedste vurdering, se figur 2.9. På skema 2.6. er angivet grænserne for de forskellige klassificeringer af vaskemaskinerne, samt hvor mange energisparepile elselskaberne giver

bogstaverne i deres markedsoversigter.



Figur 2.9. Viser en EU Energimærkningsmærkat for vaskemaskiner

Energi klasse	Energiforbrug kWh/kg	Centrifugeringsevne % restfugtighed	Elselskabernes energisparepile
A	≤ 0,19	< 45%	1-4
B	>0,19 til 0,23	45% til < 54%	5-6
C	>0,23 til 0,27	54% til < 63%	7-8
D	>0,27 til 0,31	63% til < 72%	9
E	>0,31 til 0,35	72% til < 81%	10
F	>0,35 til 0,39	81% til < 90%	11
G	>0,39	≥ 90%	12 - 15

Skema 2.6. Viser hvorledes vaskemaskinen klassificeres efter EU - energi mærknings reglerne. Tallene er fremkommet ved vask på et standardprogram på 60'C uden forvask (Norm EN60456) (HEA, 1998 p. 38 og 40)

2.2.7. Fremtidens vask

Om muligt, skal der satses på helt nye teknologier til vaskeprocessen. Der har været nye undervejs, men uden at disse har kunnet lade sig realisere i praksis. En af rapporterne om Danmarks energifremtider [16] giver følgende opsummering på nye tekniske løsninger:

Citat: "*Mulighederne for at mindske vaskemaskiners elforbrug ved reduktion af vandforbruget er for de bedste maskiner på markedet ved at være udtømte. En yderligere reduktion af vandforbruget vil efter al sandsynlighed gå ud over vaskekvaliteten. De største besparelser i elforbruget må fremover forventes at kunne opnås på følgende måde (tekniske muligheder):*

* *Vask ved lavere temperaturer med anvendelse af mere effektive vaskemidler (med enzymer)*
* *Varmt- og koldtvandsindtag.*
* *Varmeveksling med vand fra eksisterende varmtvandssystem*
* *Vaskemaskiner med vakuum i tromlen*
* *Ultralydmaskiner*
* *Forbedret motoreffektivitet*" (Citat slut)

Flere af disse nye systemer har været afprøvet i laboratorier, men har vist sig for dyre at sætte i produktion. Efter tallene i den tyske LCA analyse bør industrien satse på maskiner med længere levetid. Det er ikke miljøoptimalt at maskinernes holdbarhed er faldende. Specielt vil det være hensigtsmæssigt på en vaskemaskine, da denne ikke udskiftes i så høj grad p.g.a.

mode. Rapporten lægger op til, at det indenfor vaskeprocessen er de adfærdsmæssige ændringer, der skal satses på i fremtiden, hvilket mine notater og beregninger også konkluderer. Der må satses på forbrugerinformationen om mere miljørigtig vask.

De seneste års diskussioner om energibesparelser er gået fra at være produktorienteret til i dag at være mere proces orienteret. Det vil sige undersøgelser af hele vaskeprocessens forløb eller livscyklus. Der findes dog ingen fuldstændig undersøgelse af hele processen, men her skal kortfattet refereres til LCA analysen på vaskemaskiner, vaskemidler og af tekstiler.

2.2.8 Opgaver

1 - Opsumer de råd du vil give til en forbruger der skal købe en vaskemaskine
2 - Hvilken metode vil du anvende til at finde frem til det rigtige valg ?
3 - Hvilke adfærdsmæssige råd vil du give en forbruger ?
4 - Hvad er forskellen på et normalprogram og et skåneprogram?
5 - En vaskemaskine bruger 10 liter vand i klarvasken. Hovedparten af energiforbruget går til opvarmning af vandet. Beregn hvor mange kWh der teoretisk vil bruges til opvarmningen af vandet når indløbsvandet er 10°C

a) ved en kogevask - 90°C
b) ved er varmvask - 60°C
c) ved en finvask - 40°C
d) hvor meget energi spares der, hvis 100 kogevaske erstattes med varmvaske ? - Beregn den %- vise besparelse.
e) hvor meget energi spares der, hvis 100 varmvaske erstattes med finvaske ? - Beregn den %- vise besparelse.

2.2.9. Kilder til kapitel 2.1 og 2.2.

1. "Waschmaschinen" HEA-Bilderdienst, Afsnit 6.5., 1986, p. 7

2. "Waschmaschinen" HEA-Bilderdienst, Afsnit 6.5.1 1998, p. 10

3. Egne undersøgelser, ikke offentliggjort og kilde 2

4. "Miljøstyring på daginstitutioner ? ", Notat A-G Rasmussen, Ankerhus 2/99

5. "Adfærd med hensyn til tøjvask og opvask i danske husstande", Klint,J et.al., CASA, 1996 p. 28

6. "Demonstrationsprojekter for energieffektiv tøjvask og-tørring i husholdningssektoren", Elsparefonden, 2/1999 p. 7

7. Der Kumulierte energiaufwand von Waschmashinen ,Hauswirtschaft und Wissenschaft 3/93

8. Energisparepile fra elselskaberne "Vaskemaskiner" nr.6/97

9. "Waschmaschinen" HEA-Bilderdienst, Afsnit 6.5.1 1998, p. 10

10. Teknik og Miljø nr.5/1999, Forbrugerstyrelsen

11. Rasmussen A-G, " Mad, miljø og samfund" RUC, juni 1995

12. Råd og Resultater med Teknik og Miljø nr. 5/1999, p.11

13. Råd og Resultater nr. 5/98, Forbrugerstyrelsen

14. Råd og Resultater nr. 7/97, Forbrugerstyrelsen

15. "Bekendtgørelse om mærkning og oplysningspligt vedrørende vaskemaskiner", Energistyrelsens bekendtgørelse nr. 105 af 28. februar, 1996

16."Teknologikatalog - energibesparelser i boligsektoren" Energistyrelsen, 1996