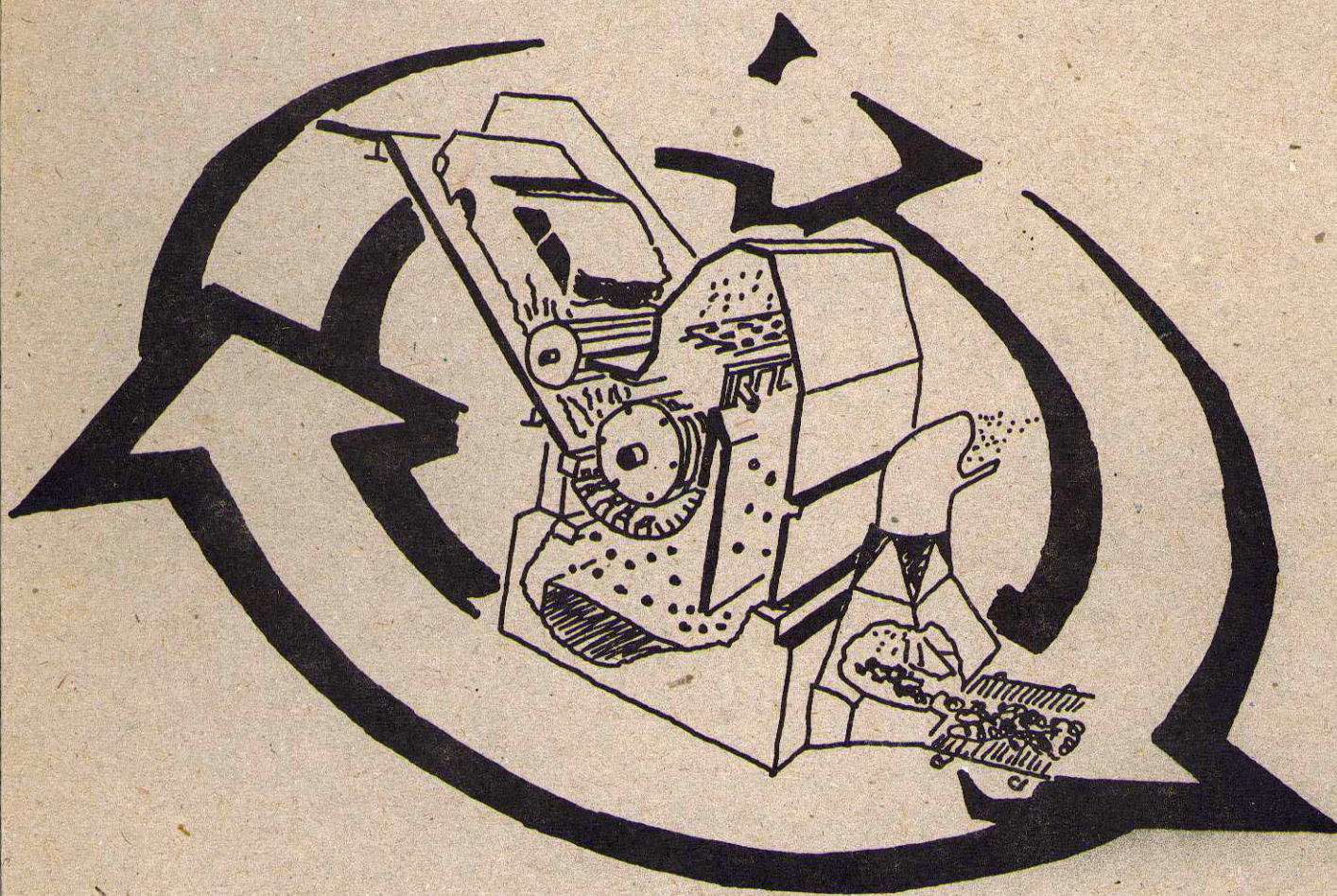




Bortskaffelse af cadmium i biler

Rapport til Miljøstyrelsen

Kim Christiansen
Benthe Rasmussen



December 1988

Bortskaffelse af cadmium i biler

Rapport til Miljøstyrelsen

Kim Christiansen
Benthe Rasmussen

December 1988

MILJØSTYRELSEN
BIBLIOTEKET
Strandgade 29
1401 København K

Bortskaffelse af
cadmium i biler
1.udgave, 1.oplag, 1989
© 1989, Teknologisk Institut
Miljøteknik &
Miljøstyrelsen

Tryk og indbinding
TI/Tryk, Taastrup

Teknologisk Instituts Forlag
ISBN 87-7511-937-4

INDHOLDSFORTEGNELSE

	<u>Side</u>
FORORD	
1. INDLEDNING	1
2. CADMIUM I BILER	7
2.1 Materialesammensætning i biler	7
2.2 Cadmiumanvendelse i biler	
2.2.2 Cadmiering som korrosions beskyttelse	10
2.2.3 Cadmium som mate- riale, stabilisator og pigment	11
2.2.4 Lejemateriale	12
2.2.5 Loddematerialer	12
2.2.6 Kunststofstabilisator og -pigmentering	13
2.2.7 Sammenfatning	14
2.3 Bilforbrug og -skrotning i Danmark	14
2.4 Cadmiumforurening ved bilskrotning	16
3. BILFRAGMENTERING	18
3.1 Fragmenteringsanlæg i Vesttyskland	18
3.2 Fragmenteringsanlæg i Sverige	19
3.3 Fragmenteringsanlæg i Danmark	20
3.4 Indholdet af cadmium i fragmenteringsrest	24
3.5 Det Danske Stålvalseværk	25
4. MILJØBELASTNING MED CADMIUM VED BILFRAGMENTERING	26
LITTERATURLISTE	30

- BILAG A: Analyser på fragmenteringsrest
- BILAG B: Cadmiumemissionsmålinger på
Hadsund Fjernvarmeværk
- BILAG C: Beskrivelse af BK Skrot, København
- BILAG D: Beskrivelse af HI Hansen, Odense
- BILAG E: Beskrivelse af K/S Bilfragmentering,
Hadsund
- BILAG F: Beskrivelse af Roskilde Jernværk,
Roskilde
- BILAG G: Beskrivelse af Stolpehuse Produkt-
handel, Køge

FORORD

Nærværende rapport er udarbejdet som resultat af et projekt for Miljøstyrelsen finansieret over konto 12. Projektforslaget blev udarbejdet af Kim Christiansen i samarbejde med Erik Hansen, Cowiconsult og Stig Hirsbak, Miljøstyrelsen (nu: Teknologisk Institut) og forelagt i august 1985. Efter drøftelser af forslaget blev der med udgangen af oktober 1985 indgået kontrakt baseret på en revideret projektbeskrivelse. Tilrettelæggelse af prøvetagning og analyser blev endvidere drøftet i en gruppe bestående af Arne Grove, TI, Hans Mosbæk, DTH, Erik Hansen og Kim Christiansen. Erik Hansen har derudover løbende deltaget i projektet og bidraget med mange væsentlige input til rapporten.

Til projektet blev der nedsat en styringsgruppe bestående af Stig Hirsbak, Erik Iversen og Henri Heron, alle Miljøstyrelsen og Kim Christiansen. Styringsgruppen har ikke holdt møde, men der er løbende både skriftligt og mundtligt sket afrapportering af projektforsløbet jvnf. bl.a. statusnotater dateret 19.12.1985, 14.5.1986 og 16.12.-1986. Der har været en del udskiftning af styringsgruppens medlemmer undervejs; ansvarlig for projektet ved færdiggørelsen var civilingeniør John Holten Andersen.

Ved projektets opstart var der fire bilfragmenteringsanlæg i Danmark. I begyndelsen af 1987 blev der etableret endnu et anlæg, og efter samråd med Miljøstyrelsen blev det besluttet at inddrage dette anlæg i undersøgelsen. Alle anlæg er besøgt, og fra tre af anlæggene er der udtaget prøver af fragmenteringsrest. Der er fotograferet ved besøgene til brug for beskrivelse af anlæggene (bilag C-G). Disse fotos opbevares på TI. Indholdet af cadmium i de indsamlede prøver er bestemt ved homogenisering, findeling og neddeling på Bioteknisk Institut og analyse hos Kemisk Laboratorium på TI (bilag A). Endvidere er der gennemført cadmiumemissionsmåling på en forsøgsafbrænding af fragmenteringsaffald blandet med dagrenovation (bilag B). Alle bilag betragtes som fortrolige. Det betyder, at oplysningerne heri kun må anvendes og videregives efter aftale med de relevante fragmenteringsanlæg og Miljøstyrelsen.

Hovedrapporten og de relevante bilag er udsendt til høring hos deltagerne i undersøgelsen. Det er således kun Miljøstyrelsen, der har haft lejlighed til at studere det samlede materiale.

Rapporten er udarbejdet af civilingeniør Kim Christiansen og kemotekniker Benthe Rasmussen. Fra os skal der lyde en tak til alle de ovennævnte for et positivt samarbejde omkring et til tider ømtåleligt emne samt for tålmodighed - især hos opdragsgiver. Endvidere en varm tak til vores sekretær Trine Dahl, uden vis ekstraordinære indsats rapporten ikke var blevet færdig.

København, december 1988.

Kim Christiansen
Benthe Rasmussen

1. INDLEDNING

I slutningen af 70'erne gjorde Miljøstyrelsen status over bilskrotproblematikken i Danmark (Miljøstyrelsen, 1979). Redegørelsen indeholdt en række anbefalinger til fremme af indsamling, forbedret ophugning, forbedret skrotning og afsætning af bilskrot. Det blev skønnet, at 90-95% af det fremkomne bilskrot blev genanvendt. Redegørelsen beskriver forskellige forureningsproblemer - landskabelige gener, luftforurening ved afbrænding (af hele bilskrot), nedsivning fra skrotplader m.m. - men understreger, at "en mere præcis viden om de pågældende forureningsrisici savnes". Redegørelsen omtaler ikke cadmium som et problem i relation til bilskrothåndtering.

Redegørelsen omtaler landets første fragmenteringsanlæg, som blev etableret i 1978 i Hadsund. Anlægget havde kapacitet til landets samlede bilskrotmængde på godt 80.000 tons om året i 70'erne og også til et skøn for 1985 på knap 120.000 tons. Virksomheden påregnede selv at oparbejde ca. 30.000 biler pr. år.

Nærværende projekt blev igangsat af Miljøstyrelsen ud fra et ønske om at få præciseret kendskabet til bilfragmenteringens konsekvenser for miljøet. I det følgende gengives projektbeskrivelsens baggrundsafsnit i en lettere revideret (og opdateret) form.

Miljøstyrelsen anbefaler i sin cadmiumredegørelse fra 1980 bl.a., at anvendelsen af cadmium som pigment og plaststabilisator samt i overfladebehandling (cadmiering) - som alle har relation til indholdet af cadmium i biler - bør begrænses mest muligt.

Nærværende projekt skal derfor ses som et led i de samlede foranstaltninger med hensyn til at begrænse anvendelsen og dermed skadevirkningerne af cadmium på mennesker og miljø.

Projektets resultater skal indgå i Miljøstyrelsens overvejelser om, hvorvidt der er behov for at udvide de eksisterende anvendelsesbegrænsninger i cadmiumbekendtgørelsen og i diskussionerne vedrørende det initiativ om cadmium, som kom fra EF-kommissionen i sommeren 1987.

Projektet sigter mod materialestrømsanalyse for cadmium i biler, således at det klargøres, hvor store cadmiummængder der

- emitteres til luft
- opsamles i filtre
- udspreddes i miljøet ved reparation, ophugning, fragmentering etc.
- henlægges på lossepladser efter behandling hos ophuggere, fragmenteringsanlæg etc.

Det skønnes, at cadmium fra biler kan udledes til miljøet i tilknytning til bilskrothåndtering og herunder især fragmentering. Ikke uvæsentlige mængder cadmiumholdige bildele bortskaffes dog med almindeligt affald ved bilreparation (smådele). Dette affald bidrager hermed til cadmiumemissionen fra forbrændingsanlæggene.

Importen af person- og varebiler udgjorde i 1984 ca. 130.000 stk og heraf ca. 25% fra Japan. Den samlede bilpark er på ca. 1,5 mio. stk, og der kasseres ca. 100.000 stk om året. Hertil kommer importen af lastbiler og busser m.m., som dog er af mindre betydning.

Gennemsnitsbilen vejer ca. 900 kg (Miljøstyrelsen, 1983) og indeholder min. 100 ppm cadmium svarende til en import på min. ca. 7 tons; japanske biler inddraget i denne kortlægning skulle ikke indeholde nævneværdige mængder.

Hovedparten af de kasserede biler behandles på 5 fragmenteringsanlæg, hvor hele eller forklippede biler findeles i hammermølle, og metaldele fjernes med magnet og ved håndsortering. Metaldelen sendes til Stålvalseværket, mens fragmenteringsresten deponeres på lossepladser. Endvidere opsamles støv fra hammermøllerne i filtre og deponeres.

Den eksisterende viden om cadmium som miljøproblem og cadmiumanvendelse i biler og heraf følgende statslige reguleringer og forslag hertil bygger på data fra omkring 1980.

Status for indholdet af cadmium i biler var dengang (Hansen 1980 og Miljøstyrelsen 1983):

- cadmierede låsedele m.m. (10-25 g Cd/bil)
- cadmium-kobber legering i bilradiatorer
- cadmiumlegeringer i lejemateriale
- cadmiumholdige autolakker og plastdele (pigment (0-400 g Cd/bil))
- cadmiumstabiliseret plast (10-30 g Cd/bil)

En del af disse anvendelser var allerede omkring 1980 aftagende; se endvidere kapitel 2.

Svenske og tyske bilfabrikanter har dog anslået i en kommentar til det svenske cadmiumforbud, at indholdet som minimum vil ligge på 50-100 g/bil med ca. 40% som plastpigment og ca. 60% i overfladebehandling (cadmiering og lak).

En materialestrømsbalance for cadmium i Danmark i årene 1977-78 (Miljøstyrelsen, 1980 og Hansen, 1980) anslog, at der med autolak importeredes 4,2 (+/- 50%) tons cadmium pr. år, mens bilimportens betydning for indførslen af cadmium med PVC plast og cadmierede metaldele (bolte, skruer m.v.) ikke kvantificeredes. Endvidere blev der med dæk indført 0,4 tons/år.

Hansen (1980) anslår i afsnittet om bilskrot, at afbrænding af bilskrot emitterer 0,9 tons cadmium pr. år (+/- 50%) stammende fra autolak, mens cadmiumudslip i relation til indhold i dæk og bilkølere var af væsentlig mindre betydning. Det blev skønnet, at afbrændingen af bilskrot dækkede 25% af alle kasserede biler, mens resten blev behandlet i fragmenteringsanlæg. Cadmiumudslippet ved denne afbrænding skønnedes at udgøre 18% af det samlede udslip til luft. Ifølge Det Danske Stålvalseværk er forbrænding totalt ophørt. Det betyder, at det potentielle cadmiumindhold i returmetal, fragmenteringsrest og støv fra skrotmøllerne må ligge på minimum ca. 4 tons. Hansen anslår, at der ialt deponeres godt 30 tons cadmium på lossepladser. Slutdisponeringen af bilskrot udgør således ca. 10%, idet en del cadmium må følge med returmateriale til Stålvalseværket m.m.

Blandt forslag til videre undersøgelser anførte Hansen (1980):

- Omfanget af den danske bilparks lakering med cadmiumholdig dørlak.

- Omfanget af import/eksport af cadmierede dele. Det sidste punkt er opgjort for 1980-81 i

Miljøstyrelsens rapport fra 1983, som anfører

- at der til Danmark i 1981 er foregået en væsentlig nettoimport af cadmium med såvel pigment og stabilisatorer i plast som med cadmierede dele
- at denne nettoimport var af størrelsen ca. 73 tons Cd (46-106 tons Cd)
- at denne import hovedsaglig fandt sted med færdigvarer (herunder transportmidler).

Det skønnes videre, at biler m.m. udgjorde 22% (svarende til 4-10 tons Cd/år) af pigment, 24% (svarende til 4-9 tons/år) af stabilisatorandelen og 53% (svarende til 4-12 tons/år) af cadmieringsandelen; totalt 12-31 tons/år.

Afslutningsvis påpeges, at netteimporten må forventes at falde fremover p.g.a. gennemførte eller forestående reguleringer såvel i Danmark som i udlandet (specielt i Sverige). Rapporten gennemgår i detaljer oplysninger om og skøn over cadmiumindholdet i forskellige landes biltyper ud fra situationen i 1980-81.

EEC (1983) anfører, at cadmiering er stærkt aftagende p.g.a. spildevandsregulering og de svenske forbud. Endvidere er stabilisatorandelen faldende p.g.a. skift til bly-, barium/zink- og cadmium/zinkbaserede stabilisatorer til PVC-plast, mens pigmentanvendelsen (heraf 80% i plast) er nogenlunde konstant.

Scandiaconsult (1985) resumerer situationen omkring bilfragmentering således:

"Ved fragmentering fordeles cadmium på jern- og metaldele og fragmenteringsrest (...) med den dominerende mængde i sidstnævnte.

Målinger tyder på et indhold i størrelsesorden med indholdet i husholdningsaffald (ifølge Hansen 1980 ca. 2,2 ppm eller ca. 3,3 tons). Beregninger ud fra produktinformationer tyder dog på væsentligt højere tal (ifølge Miljøstyrelsen 1983 mellem 5 og 50 ppm med en stikprøve på 260 ppm). Vesttyske bilfabrikanter angiver en uomgængelig minimumsgrænse på

100 ppm af bilens vægt under hensyn til sikkerheds- og kvalitetskrav.

Bedre data bør indhentes ved målinger på fragmenteringsrest og ventilationsluft fra skrotmølle (såvel rensset som urensset). Fragmenteringsaffald går normalt til deponering, og dette kan umiddelbart ske under sammeforholdsregler som for husholdningsaffald. En omfattende britisk undersøgelse anslår udvaskningstiden til omkring 1000 år for cadmium.

Ved forbrænding vil cadmium spredes dels ved emission af rensset røggas, dels ved støv flugt fra slagge- og flyveaskedepoter. Det antages, at 50% af cadmiumindholdet bindes i slaggen, mens resten findes i røggassen, og heraf fanges 50-99,5% ved rensning. Tilførelsen af cadmium til depot for forbrændingsrester bliver ved ordentlig røggasrensning af samme størrelsesorden som ved direkte deponering af fragmenteringsrester. Udvasningsrisikoen synes dog større fra finpartikulært materiale som flyveaske.

I relation til udslip af cadmium i miljøet synes direkte deponering derfor at være bedst."

Mosbæk (1985) angiver et normalindhold i røggas fra affaldsforbrændingsanlæg på $0,15 \text{ mg/Nm}^3$ (50-200 $\mu\text{g/Nm}^3$ (ved 7% CO_2), hvoraf ca. 5% findes på gasform og resten partikelbundet (primært små partikler). Totalemissioner opgøres til knap 1,8 tons/år fra affaldsforbrændingsanlæg med det største bidrag fra anlæg med dynamisk filter. Dette kan sammenlignes med en emission fra kulkraftværker på 1,7 tons pr. år.

Sammenfattende deponeres der ca. 30 tons cadmium med affald og rester fra forbrændingsanlæg og knap 1 ton med flyveaske fra kulforbrænding. Deponering af fragmenteringsrester bidrager med ca. 4 tons.

Emissionen til luft er ca. 2 tons fra affaldsforbrænding og ca. 2 tons fra kulkraftværker. En eventuel afbrænding af fragmenteringsrester vil føre til emission af 1-2 tons pr. år.

Ud fra denne status er der gennemført besøg på de fem fragmenteringsanlæg, og prøver af fragmenteringsrester er udtaget og analyseret fra 3 af disse. Endvidere er der udarbejdet en status over cadmiumindholdet i biler af Automobilteknik, Teknologisk Institut. Denne gengives i revideret form som kapitel 2 med tilføjelser fra andre referencer. Der foretages p.t. ikke afbrænding af fragmenteringsrester i Danmark, men forsøg er gennemført bl.a. i tilknytning til anlæggene i Odense og Hadsund.

2. CADMIUM I BILER

I forbindelse med projektet "Muligheder for erstatning af cadmium i plast", som gennemføres af Teknologisk Institut for Rådet vedrørende genanvendelse og mindre forurenende teknologi, har automobiler været behandlet som et særskilt anvendelsesområde. Til brug for dette og nærværende projekt har Automobilteknik (ved konsulent Peter Juul Hansen) udarbejdet en statusrapport for cadmiumanvendelsen i biler baseret primært på vesttyske data samt importøroplysninger fra Volvo, Peugeot og Toyota.

2.1 Materialesammensætning af biler

Wutz (1979) angiver følgende sammensætning af skrottede biler tilført 24 vesttyske fragmenteringsanlæg; se tabel 2.1.

Tabel 2.1

Sammensætning af bilskrot i Vesttyskland i slutningen af 70'erne (Kilde: Wutz (1979)).

76,5 % jern og stål
4,6 % non-jernmetaller (aluminium 2%, bly 1,1%, kobber og kobberlegeringer 1,0%, zink 0,5%)
5,2 % gummi
4,0 % glas
2,5 % plastik
7,2 % andet

I moderne japanske biler ses typisk en sammensætning som gengivet i tabel 2.2.

Tabel 2.2

Materialefordeling i moderne japansk bil (Kilde: SAE (1984))

69,4 % jern og stål
3,8 % aluminium
3,6 % glas
4,8 % gummi
7,4 % plastik
11,2 % andet

Tabel 2.3

Forventet udvikling i materialer i amerikanske biler (Kilde: SAE (1974))

kg	1980	1985	1990
stål	810	720	635
jern	240	160	190
aluminium	60	65	90
plastik	90	105	140
andet	300	260	160
totalvægt	1500	1310	1135

Den forventede udvikling i materialesammensætningen af amerikanske biler ses af tabel 2.3.

Blandt de masseproducerede japanske biler indeholder Honda Civic CRX mest plast, nemlig 11,1% (vægt). I 1978 indeholdt japanske biler typisk 4,9% plast (SAE, 1984, 65 ff).

Franke (1987) har forsøgt at opdatere det vesttyske materiale, og hun giver bl.a. et bud på materialesammensætningens udvikling - se tabel 2.4.

Tabel 2.4

Materialesammensætning af vesttyske bilskrot baseret på en 10-årig levetid (Kilde: Franke (1987))

Materialer	Skrottet i året					
	1980/85		1990/95		2000	
	kg	vægt%	kg	vægt%	kg	vægt%
Stål	560	55,1	535	53,0	465	47,0
Støbejern	142	14,0	126	12,5	109	11,0
Non-jern metaller	45	4,5	53	5,2	59	6,0
- heraf alumini- um, kobber, kobberlegerin- ger, zink og bly		2,5				
Gummi	53	5,2	51	5,0	50	5,0
Plast	45	4,5	91	9,0	158	16,0
Glas	40	3,9	40	4,0	40	4,0
Andet	130	12,8	114	11,3	109	11,0
Total	1015	100,0	1010	100,0	990	100,0

Fremtidens bil kommer til at indeholde mere og mere plastik, men af typer, som ikke kræver stabilisering eller indfarvning med cadmium. Blandt andet kan nævnes materialet polyurea, som måske bliver gennembrudt for plastikbilen, idet det stof har styrke, formbarhed og især lav cyklistid på niveau med stål til karrosseri. (Plastpanorama 9/86, 12-15). Tilsvarende udføres flere og flere enkeltdele i biler af plast som f.eks. dørtrinsindfatning, gearbox til vinduesvisker-motor, tagkonstruktion, kofangere, membran i støddæmpere, ladforinger i varebiler o.m.m. Ud over korrosionshensyn synes især vægtbesparelse og mindsket luftmodstand at være de væsentlige årsager hertil (Plastpanorama 9/86, 20-23). En mere udtømmende oversigt over plast til biler fås af SAE (1984). Her gives bl.a. en beskrivelse af brug af kombinerede materialer i biler f.eks. pyntelister af metal-PVC. Der anvendes fortsat en del PVC i biler, men angiveligt ikke cadmiumstabiliseret.

Alle ovennævnte referencer nævner ikke cadmium som en specifik bestanddel. Franke (1987) fremhæver, at den stigende anvendelse af plast og letmetal kræver større enheder p.g.a. mindre styrke end for tilsvarende emner i stål og støbejern. Det kan, hvis cadmium anvendes i plast og metalemner, betyde et stigende cadmiumindhold i bilerne.

I en brochure fra Adam Opel AG omtales en reduktion af cadmiumindholdet fra omkring 500 g pr. bil til omkring 1 gram pr. bil.

Böhm & Mann (1984) resumerer cadmiumindholdet i tyske biler således:

Bilproducenterne opgav i 1983 cadmiumindholdet i plastik i biler til 0,02 vægtprocent og i overfladebehandlet metal (cadmiering) til 0,005-0,01 vægtprocent. For en gennemsnitsbil på 1000 kg fås heraf 200 cadmium i plast og 50-100 g i metal. Andre opgørelser har vist, at 50% af det totale forbrug til cadmiering i BRD anvendes i bilindustrien. Med et stk antal på knap 4 mio. fastsættes cadmiumandelen til 50 g pr. bil. Tilsvarende er plastandelen også i overkanten, hvorfor indholdet i midten af 80'erne kan sættes til totalt 100 g.

2.2 Cadmiumanvendelse i biler

2.2.1 Indledning

Cadmium har igennem alle tider haft en central plads ved automobilproduktion. Specielt til korrosionsbeskyttelse, lejemateriale eller elektriske komponenter og i de senere årtier ved plast- og lakproduktionen har cadmium haft stor anvendelse. Grænsende til cadmiumområdet har der ligeledes været stor anvendelse af bly og blyforbindelser til kølere, varmelegemer, el-komponenter, lejer og ved processer som bly- og hårdlodning.

Der er i det sidste årti sket en stor udvikling inden for alle de ovennævnte områder, og store ressourcer er sat ind for at erstatte cadmium i automobilproduktionen. Det er lykkedes på mange områder, og i dag anvendes cadmium ud fra tekniske hensyn til cadmiering (som overfladebehandling imod korrosion) og som lejemateriale i glidelejer. Hertil skal lægges indholdet af cadmium som følgestof i grundmaterialer som f.eks. zink. Denne naturlige andel andrager i en gennemsnitsbil ca. 0,005% af køretøjets samlede vægt; med 900 kg egenvægt svarer det til ca. 45 g cadmium. Dette indhold er ikke i overensstemmelse med det af Opel ovenfor oplyste; årsagen til denne modstrid er ikke afklaret, men den

2.2.2 Cadmiering som korrosionsbeskyttelse

Cadmium har haft stor betydning som overfladebehandling af diverse staldetaljer i automobilproduktionen. Fordelen ved cadmiering er, at der ved en minimal lagtykkelse opnås særdeles gode korrosionsbeskyttende egenskaber mod fugt, alkalier og chlorider. Der kan nævnes eksempler som løse dele, bremsedele, motorbeslag o.s.v.

Cadmiums korrosionsbeskyttende egenskab fremkommer ved, at materialet ligger lavere på den elektrolytiske spændingsrække end de materialer, det traditionelt skal beskytte (støbejern, kobber og jern).

Ved korrosionsangreb træder cadmieringen ind som anode og forhindrer korrosion af komponenten. Cadmium har endvidere som andre tilsvarende beskyttelsesmaterialer eksempelvis zink den

effekt, at det også kan beskytte over en vis afstand.

En anden fordel er, at cadmium ved korrosion ikke danner "fyldige biprodukter" f.eks. karbonater, sulfider, sulfater og chlorider. Dette er af speciel stor betydning ved bevægelige dele, hvor funktionen ville blive hæmmet eller stoppet helt af sådanne korrosionsdannelser.

Det tredje punkt af betydning, hvor cadmiering er en god overfladebehandling, er ved overgange mellem stål og aluminiumsdetaljer. Her virker cadmiering som afisolierende lag og derved undgår den kontaktkorrosion, der ellers ville opstå.

Udviklingen for cadmiering som korrosionsbeskyttende behandling er stagneret, og i dag er der i større udstrækning kun tale om bremsedele, låse- dele, monteringsbeslag og bolte/skruer for samling af komponenter. Vægtandelene var for cadmiering for bare 10-15 år siden oppe på ca. 25 g pr. bil, i dag er den reduceret til ca. 10 g pr bil. En lang række bilproducenter, med de tyske i spidsen, har reduceret yderligere, så der praktisk talt er tale om cadmieringsfri køretøjer.

Årsagen til denne reduktion skal blandt andet findes i de forhold, der råder omkring bilproduktion, hvor eksempelvis aluminium i langt større udstrækning anvendes til de komponenter, hvor der tidligere var tale om cadmierede ståldele. Hertil kommer, at andre materialer til korrosionsbeskyttelse er fremkommet såsom zink, hvor næsten de samme egenskaber kan opnås og til en konkurrencedygtig pris.

2.2.3 Cadmium som materiale, stabilisator og pigment

Cadmium har mange anvendelsesområder som materiale. Der kan specielt nævnes områder som nævnt i tabel 2.5.

Tabel 2.5

Cadmium til materialetilsætning i biler (Kilde: Automobilteknik, Teknologisk Institut)

<u>Loddematerialer</u>	<u>% indhold i Cd</u>
Hårdlodning (Ag/Cd/Cu/Zn/Ni)	7-25
(Cd/Zn/Ag/Zn)	40-95
Blødlodning (Sn/Cd/Pb/Bi)	12-70
<u>Lejematerialer</u>	
<u>Glidlejer</u>	
(Pb/Sn/Sb/Cu/Cd/Al)	< 3
(Cd/Ni/Ag/Cu)	> 97
<u>Kunststof-stabilisatorer</u>	
PVC (polyvinylchlorid)	1,5-3
<u>Pigmentering</u>	
Kunststofpigmentering	0,2-1,5
Lakpigmentering	0

2.2.4 Lejemateriale

Cadmium har som tidligere nævnt en anvendelse ved produktion af glidelejer (krumtaplejer, hovedlejer o.s.v.), hvor der kræves stor vedhæftning, livslængde og varmebestandighed. Dette anvendelsesområde er nok det sværeste område at erstatte cadmium på. Der synes ikke på nuværende tidspunkt at være materialer fremme, der kan erstatte cadmium som lejemateriale. Andelen af cadmium til glidelejemateriale på et gennemsnitskøretøj i dag andrager dog under 5 g, da der især anvendes de blybaserede lejematerialer.

2.2.5 Loddematerialer

Brugen af loddematerialer er for alvor på vej retur ved automobilproduktionen, selvom den elektriske/elektroniske del er for opadgående. Årsagen til dette er, at karrosserisamlingen på produktionslinien i dag foretages med andre samlingsmetoder end tidligere samt at karrosserierne i dag er langt mere nøjagtige i komponenternes samlinger. Dette gør, at såvel lodning som samlingsmetode og som fyldmateriale til samlinger er særdeles sjældne.

Der er herudover kommet nye materialer i komponentproduktionen, således at de traditionelt "store" loddeopgaver er væk. Her tænkes specielt

Der er i modsætning til dette en øget anvendelse af cadmiumlegerede loddematerialer ved lodning af print, el-udstyr og kontaktflader, men langt fra i en størrelsesorden, der opvejer de ovennævnte reduktioner. Det skønnes, at der i dag rent praktisk anvendes mindre end 5 g cadmium ved loddeprocesser pr. bil.

2.2.6 Kunststofstabilisatorer og pigmentering

Plast indgår i indtræk (kunstlæder til døre, tag og sæder) (især PVC), i instrumentbræt (ABS, ABS-PVC) og i ledninger (PVC). Endvidere fremstilles yderpaneler i ABS, men manglende farvestabilitet giver skift til polypropylen og polyurethan.

Som stabilisator ved kunststoffremstilling er det specielt til PVC-materialer, der benyttes cadmium. PVC-materialerne deles i to hovedgrupper, henholdsvis hård og blød, og cadmiumindholdet varierer imellem de to grupper. Ved bilproduktionen er det specielt de bløde PVC-materialer, der er aktuelle, og her er cadmium som stabilisator almindeligvis anvendt i flydende tilstand. Som flydende stabilisator andrager den ca. 1,5 - 2,5% af kunststofvægten.

Ved pigmentering specielt røde, gule og orange kulører af kunststofdele anvendes cadmium i ca 0,2 - 1,5% af kunststofvægten. Det er primært i interiørdele, denne pigmentering sker (kontakter, håndtag, instrumentering o.s.v.).

Ved lakpigmentering anvendtes for få år siden cadmium, men i dag skulle såvel produktions- som reparationslak være cadmiumfri.

Andelen af cadmium til stabilisator og pigmenteringsformål anslås til mindre end 5 g pr bil for nye biler. I ældre biler må indholdet anslås at være væsentligt højere - op til 50-100 g pr bil. eller højere.

2.2.7 Sammenfatning

Cadmiumindholdet ved de forskellige processer og i materialerne til automobilproduktion er igennem det sidste årti reduceret med ca 90%. Totalt andrager cadmiumandelen ca 0,01% af køretøjets egenvægt i dagens tyskproducerede køretøjer. Den typiske 1980-bil indeholdt 1000 ppm, men stop for brug i lakker reducerede hurtigt dette med 50% (VDA, 1983). VDA angiver et minimumindhold på 100 ppm af sikkerhedshensyn. En producent brugte i 1985 godt 20 g/bil (heraf 12 g til cadmiering og 8 g til plastpigment), mens en fabrikant af luksusbiler brugte 1300 g/bil. Cadmiumandelen på 0,01% i tyskproducerede køretøjer er en smule større i nogle japanskproducerede biler og nogenlunde tilsvarende de tyske tal ved svenskproducerede biler. Indholdet af cadmium i dagens bil er ca 100 g, hvoraf de ca 50 g er som følgestof (naturligt indhold i materialer). Der sker fortsat udviklingsarbejde på alle de områder, hvor cadmium anvendes. På kunststofområdet (stabilisatorer og pigmentering) er der de seneste år sket en kraftig reduktion. Derimod er en reduktion på leje-, lodde- og cadmieringsområderne hæmmet af manglende grundforskning i alternative materialer.

I bilagsmaterialet til Scandia Consult (1983) refereres oplysninger fra bilindustrien som følger:

En "belgisk" Volvo indeholder 120 g tilsat cadmium, heraf 90 g i farve og 10 g til plaststabilisering. Resten anvendes til cadmiering af låsedele m.m. Opgørelsen fra omkring 1980 anslog indholdet til 300-400 g i plast (pigmentering og stabilisering) og 3-40 g til cadmiering.

2.3 Bilforbrug og -skrotning i Danmark

Importen af biler til Danmark er angivet i tabel 2.6. Det er ikke muligt at skelne tallene for skrotning, salg til udland og andre årsager fra hinanden.

Tabel 2.6

Import af biler til Danmark (Kilde: Automobilteknik, Teknologisk Institut)

	Personbil	Varebil < 3 tons
1965:		
Europa	80910	21623
Japan	380	725
I øvrigt (USA)	883	42
1970:		
Europa	104694	20573
Japan	3733	1046
I øvrigt (USA)	354	4
1975:		
Europa (- Sverige)	91949	15334
Sverige	6427	1610
Japan	17002	4552
I øvrigt (USA)	183	186
1980:		
Total	73774	10678
Europa (- Sverige)	53440	5584
Sverige	3132	490
Japan	17152	4554
I øvrigt (USA)	50	50
1985:		
Europa (- Sverige)	102762	8947
Sverige	4615	460
Japan	50096	16935
I øvrigt (USA)	1	1

Tabel 2.7

Fortsat eksisterende biler i Danmark

	Personbil	Varebil < 3 tons
1970:	31625	470
1975:	80093	9343
1980:	70844	9176
1985:	156555	26219

Tallene i tabel 2.7 angiver antallet af eksisterende biler fra den angivne årgang i 1985. Der regnes med en gennemsnitlig levetid på 12-13 år. Materialet muliggør ikke en beregning af antal skrottede biler pr. år. Ifølge Automobilteknik er det ikke muligt at få mere præcise tal.

Ifølge autoophugger Børge Andersen, Brønderslev (Jyllands-Posten 26.6.87) ophugges der årligt over 100.000 biler i Danmark. Foreningen af Autoophuggere omfatter 74 virksomheder, og de håndterer kun ca. 30.000 biler. Resten bliver skrottet af "bl.a. jernhandlere og folk, der arbejder sort hjemme i baghaven". Børge Andersen mener, at dette fører til en omfattende forurening med benzin og olie (som bl.a. indeholder bly), kølevæske og batterisyre.

2.4 Cadmiumforurening ved bilskrotning

I kapitel 1 blev der givet en førprojekt status for den mulige belastning af miljøet med cadmium ved bilfragmentering. Det blev heri skønnet, at den samlede mængde cadmium i importerede biler var ca. 7 tons. Dette tal baseredes på et indhold på 100 ppm og en gennemsnitsvægt på 900 kg. På basis af de foregående afsnit kan dette skøn nuanceres således:

Importen udgjorde i 1985 ca. 160.000 stk personbiler og cadmiumindholdet 50-100 ppm svarende til 8-16 tons cadmium. Den gennemsnitlige import i 1979-1985 var ca. 110.000 stk og cadmiumindholdet 50-1000 ppm svarende til 5-100 tons cadmium.

Skrotningen omfattede i 1985 godt 100.000 stk svarende til 5-100 tons cadmium. Med en levetid på 10-15 år for biler importeret i 60'erne og 70'erne fås et gennemsnitlig skrottal for 80'erne på ca. 100.000 stk.

Den kraftige reduktion i cadmiumanvendelsen i biler skønnes at medføre et typisk indhold i biler skrottet i 1985 på 100-500 ppm; enkelte mærker dog op til 1000 ppm. Med en middelvægt på 1000 kg svarer dette til 11-55 tons cadmium. Ud fra en typisk levealder på 10-11 år vil en ikke uvæsentlig del af de i 1985 skrottede biler være

fra før 1975, hvorfor belastningen kan udgøre op til 100 tons.

Det Danske Stålvalseværk har bemærket (DDS, 1988), at støbejernsdele som motorer og gearkasser (inkluderende slidbanedele med cadmium) udtages hos skrothandlerne inden fragmentering. Ved besøg på anlæggene har en sådan praksis ikke kunnet observeres.

Det anførte understregede skøn anvendes derfor i det følgende som grundlag for en vurdering af, hvilken miljøbelastning med cadmium, bilskrotningen medfører. For den fremtidige bilfragmentering vil belastningen være reduceret til omkring 5 tons inden for 5-10 år.

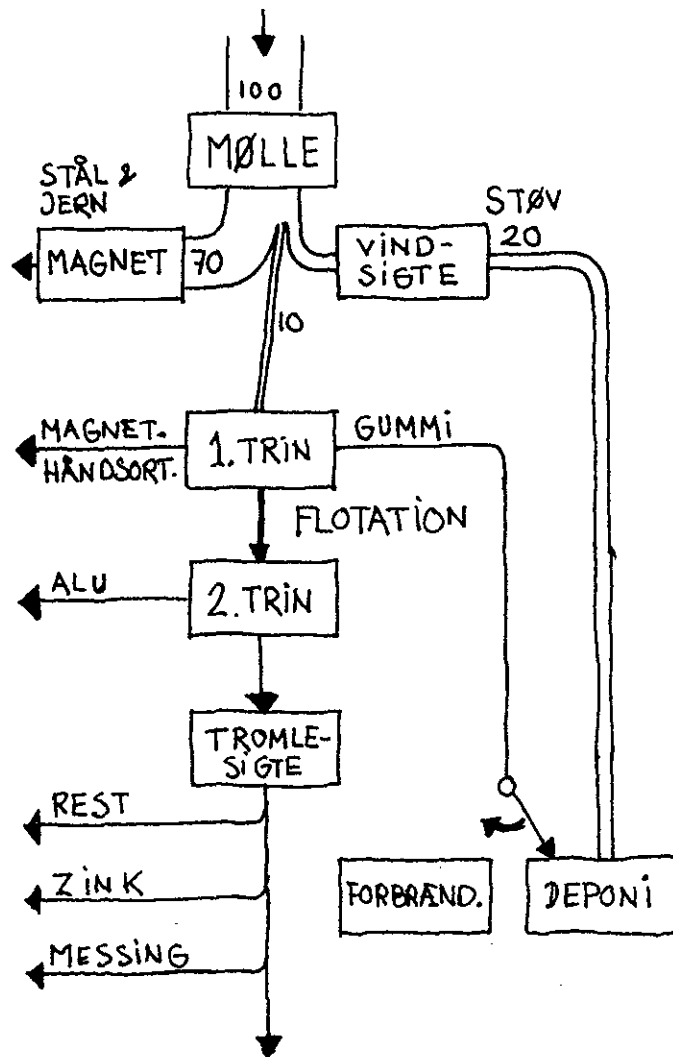
3. BILFRAGMENTERING

3.1 Fragmenteringsanlæg i Vesttyskland

Franke (1987) har opstillet en materialestrøm for de 24 vesttyske fragmenteringsanlæg som gengivet i figur 3.1. Det fremgår heraf, at man efter magnetseparation af jernmetaller og vindsigtning af støv anvender flotation til videre-sortering. I Danmark anvendes her håndsortering og i begrænset omfang tromlesigtning. Flotationsanlægget hos firmaet Evmet i Frankfurt anvender ferrosilicium, som recirkuleres fra vasketrin mellem flotationstrinnene.

Figur 3.1

Materialestrøm gennem vesttyske fragmenteringsanlæg (Kilde: Franke (1987))



Bortskaffelsen af automobilvrug i Vesttyskland foregik i slutningen af 70'erne hos skrothandlere, hvor værdifulde bestanddele (reservedele) først blev fjernet. Herefter blev bilvraget brændt, og det resterende metalvrug blev presset til en terning, som sendtes til omsmelting. Produktet var typisk jern af lav kvalitet p.g.a. forurening med andre metaller f.eks. tin og kobber.

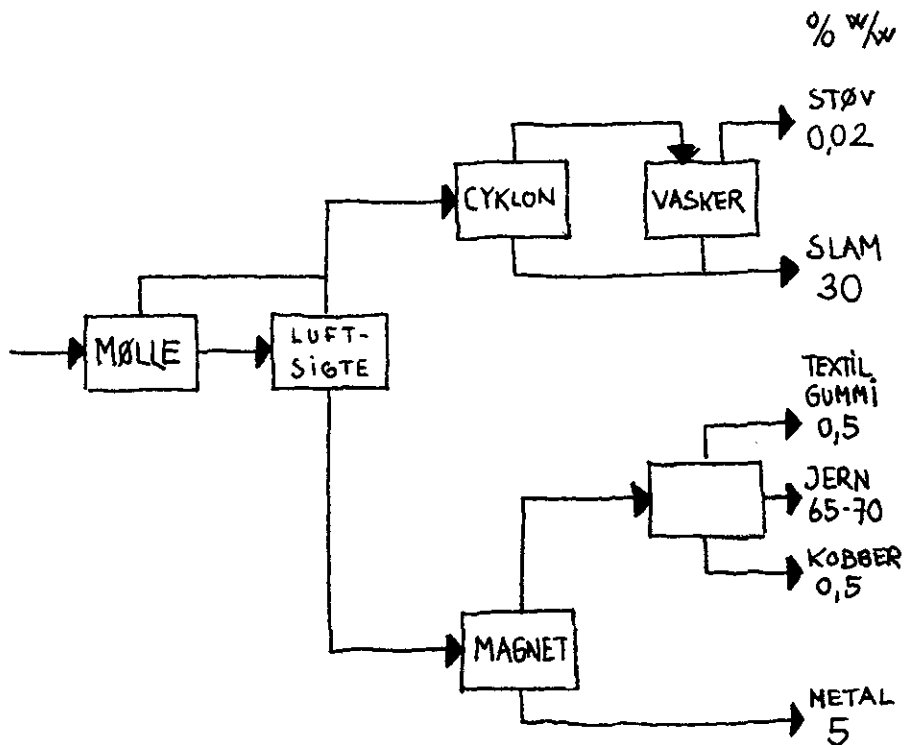
I 1961 introduceredes hammermøllen, og hermed blev det muligt at neddele bilskrot med henblik på en bedre sortering af jern og metaller inden omsmelting. Noget senere fremkom den transportable presse, som især fik betydning for transporten af bilvrug. Hermed øgedes de økonomiske muligheder i bilfragmentering betragteligt (Henstock, 1979).

3.2 Fragmenteringsanlæg i Sverige

Scandia Consult (1985) beskriver bilfragmenteringen i Sverige. Materialestrøm over et svensk anlæg fremgår af figur 3.2

Figur 3.2

Svensk fragmenteringsanlæg (Kilde: Scandia Consult (1985))



Figuren illustrerer anlægget i Huddinge fra 1977, men anlægget i Halmstad fra 1971 har samme opbygning; begge de to svenske anlæg ejes af Bilfragmentering AB. Firmaet skønner antallet af skrottede biler i Sverige til 140-150.000 stk/år. Kapaciteten for de to anlæg er 200.000 stk/år, hvoraf der kan fremstilles 100.000 tons stålskrot svarende til 10% af jernværkernes skrotbehov. Anlægget i Huddinge kan producere 20-30 tons færdigt stålskrot og i Halmstad 40-50 tons pr. time.

Bilvragene er normalt tømt for benzin, akkumulator og køler m.m. hos skrothandlerne. Bilskrotning er reguleret af særlovgivning i Sverige, og det medfører bl.a. autorisationsordning for skrothandlerne.

Scandia Consult skønner indholdet af cadmium i biler til ca. 100 g/bil med en øvre grænse på 500 g/bil; en ny Volvo 240 indeholder 15 g tilsat cadmium.

I fragmenteringsresten, som består af slam fra vaskedelen og restfraktion fra manuel sortering af magnetisk materiale, anslås cadmiumindholdet til 50-500 mg/kg.

Scandia Consult fik ikke tilladelse fra anlæggene til at gennemføre de beskrevne prøvetagninger og analyser, idet man mente, at det var umuligt at udtage repræsentative prøver.

Scandia Consult (1985) anfører også, at der ved litteratursøgning ikke fandtes supplerende oplysninger.

3.3 Fragmenteringsanlæg i Danmark

Der findes 5 bilfragmenteringsanlæg i Danmark:

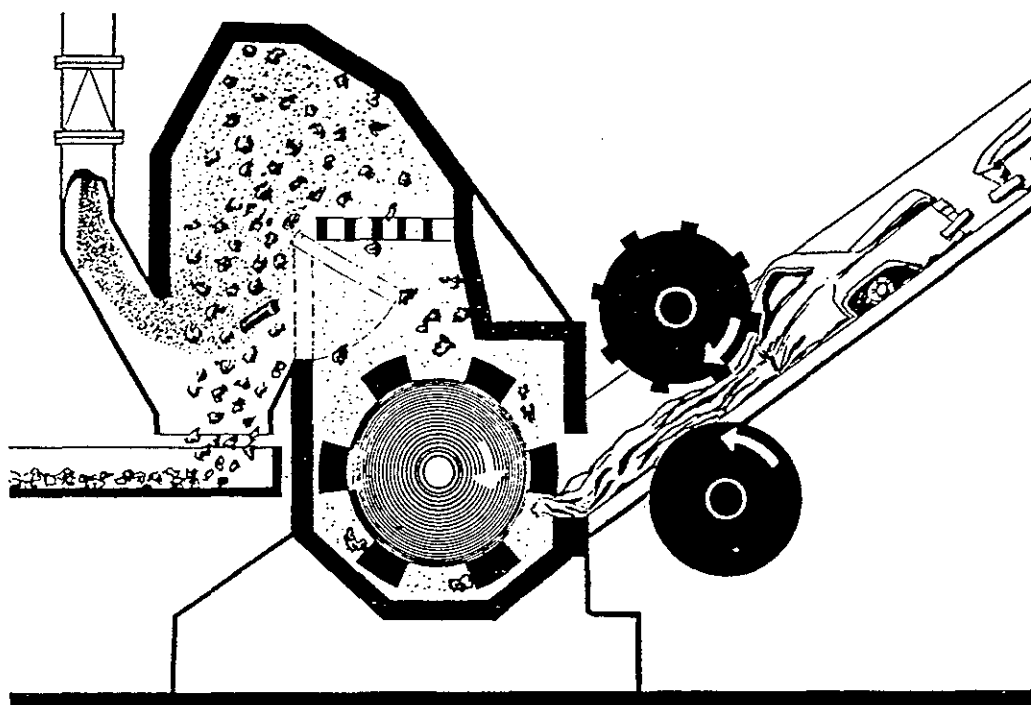
- KS Bilfragmentering i Hadsund (etableret i 1978, overtaget af HI Hansen i 1986)
- HI Hansen i Odense (etableret 1980)
- BK Skrot i København (etableret 1980)
- Roskilde Jernværk i Roskilde (ældre anlæg etableret i 1981 og lukket med ibrugtagning af nyt anlæg i 1987)
- Stolpehuse Produkthandel i Køge (etableret i 1987)

Fra alle anlæg er der udtrykt ønske om, at de indsamlede data behandles fortroligt. Talmaterialet i det følgende er derfor opført anonymt, ligesom rækkefølgen er ændret. Oplysninger om de enkelte anlæg er samlet i bilag C-G.

Anlæggene er opbygget efter de samme principper som i Vesttyskland og Sverige.

Hele eller forklippede biler indføres via valser i en hammermølle, som på et enkelt anlæg er lodretstående, mens de øvrige er vandrette, som illustreret på figur 3.3.

Figur 3.3
Typisk teknik for dansk fragmenteringsanlæg.



Inden hammermøllen føres forklippede biler over et rystebor på et enkelt anlæg. Denne rysterest indeholder lakrester, sten, grus, træstumper, plast m.m. samt jord, som udgør en væsentlig andel. Rysteresten føres med det øvrige fragmenteringsaffald til deponering. Efter hammeren føres det findelte materiale med et transportbånd forbi rystebord og magnet. Afsugning efter hammer og ved rystebord føres til cyklon kombineret med vaskeanlæg. Rester fra cyklon og slam fra vaskeanlæg udgør den primære fragmenteringsrest.

Det øvrige materiale bestående af knytnævestore fragmenter skilles af magnet i en jernfraktion og en non-jernfraktion. Det skal dog bemærkes, at begge fraktioner indeholder blandet jern og nonjern. Både jern delen og metaldelen føres typisk til manuel sortering, hvor især kobberholdigt materiale frasorteres til genbrug, mens større gummi, tekstil, plast og dækstykker frasorteres til affald. Dette indgår i fragmenteringsresten.

På nogle anlæg er der på de ovennævnte linier indføjet extra magneter, tromlesigter, svømmeseparation m.m. med henblik på en bedre sortering.

Fragmenteringsresten indeholder sammenfattende materiale fra:

- evt. sigtning på rystebord af forklippede biler
- blandet rest fra cyklon og slam fra vaskeanlæg
- frasorterede rester fra håndsortering af jern- og metalfraktionen

Fragmenteringsresten indeholder i skønsom blanding:

- jerndele evt. presset sammen med gummilister, pakninger etc.
- letmetaldele (ikke-magnetiske) f.eks. aluminium, kobber, zink
- ledninger m/u isolering, kobbertråd herunder spoler (jern- og metal ialt 10%)
- plastdele fra indtræk, instrumentbræt, beholdere, håndtag m.m.m. (15%)
- skumgummi (sædefyld m.m.), lærred og gummi (10%)
- træ, sten, grus, glasskår etc. (65%).

Mængdeandelen i parentes bygger på få håndsorteringer af udvalgte prøver og bør kun tages som et groft skøn.

Fragmenteringsrestens store indhold af brændbart materiale har ført til flere forsøg med afbrænding i anlæg beregnet til husholdnings- og erhvervsaffald.

Imidlertid giver dette anledning til driftsproblemer i form af slaggedannelse på riste og tilstopning af rørkanaler i varmekonvertere. Dette har ført til, at en aftale mellem et fragmenteringsanlæg og et fjernvarmeværk om afbrænding af fragmenteringsrest blandet med andet affald er stillet i bero.

Et andet fragmenteringsanlæg har i samarbejde med bl.a. et kedelfirma udviklet et specielt forbrændingsanlæg til fragmenteringsaffald baseret på fluid-bed. Man håber at kunne opnå støtte fra Energiministeriet til bygning af et demonstrationsanlæg i begyndelsen af 1988. Omkostningerne hertil anslås til ca. 40 mio. kr. Ifølge firmaet har ingen af de 400-450 bilfragmenteringsanlæg i verden i dag en tilfredsstillende bortskaffelse af fragmenteringsrest via forbrænding, så der vil være et stort marked for et anlæg.

Ud over biler fragmenterer alle anlæg skrot fra industri og landbrug samt hårde hvidevarer. I tabel 3.1 er anført stærkt afrundede tal for anlæggenes behandling af skrot. Det skal understreges, at oplysningerne fra flere af anlæggene stammer fra de respektive miljøgodkendelser, og at de derfor ikke siger noget om den aktuelt behandlede mængde. Det kan dog antages, at den totalt behandlede mængde bilskrot svarer til den aktuelle situation. Tallene er forfatterens sammenfatning af de indhentede oplysninger.

Branchen angiver for 1987 (Jungersen, 1988) en genanvendelse af jern- og metalskrot på 6-700.000 tons, hvoraf 400.000 tons går til Det Danske Stålvalseværk, 50-60.000 tons til jernstøberier og 60-70.000 tons (metaller som kobber, aluminium, bly og zink) til metalværker. Endvidere eksporteres en ukendt andel, hvoraf ca. 20.000 tons er skrot fra forbrændingsanlæg ifølge Det Danske Stålvalseværk. Samme anfører som kommentar til tabel 3.1, at den totale fragmenterede skrotmængde udgør 120-130.000 tons.

Tabel 3.1
Fragmenterede skrotmængder i Danmark

1000 tons/år	Tons biler	Tons skrot i alt	Tons frag- menterings- rest
Anlæg 1	10	20	5
Anlæg 2	20	40	6
Anlæg 3	15	30	8
Anlæg 4	25	45	10
Anlæg 5	20	30	6
Total	90	165	35

3.4 Indholdet af cadmium i fragmenteringsrest

Alle anlæg behandler ud over biler også blandet industri- og landbrugsskrot samt hårde hvidevarer. Andelen af bilskrot i det behandlede affald varierer således meget, hvilket vanskeliggør udtagning af repræsentative prøver af fragmenteringsresten.

Som beskrevet i bilag A er der udtaget prøver fra 3 af de 5 anlæg. Prøverne er udtaget fra affaldscontainere indeholdende affald fra flere dages produktion. Der er udtaget stikprøver, og disse er blandet og findelt. Delprøver af det homogeniserede materiale er syreoplukket og analyseret for cadmium ved atomabsorption.

Indholdet af cadmium i fragmenteringsresten er større i anlæg med vandret mølle, hvilket må skyldes en større knusningseffekt. Den totale mængde cadmium i fragmenteringsrest til deponering udgør ud fra ovenstående og de gennemførte målinger omkring 700 kg. Usikkerhed på prøveudtagning og opgørelse over mængden af fragmenteringsrest giver et interval på 250-1400 kg cadmium.

3.5 Det Danske Stålvalseværk

Jernholdigt skrot fra bilfragmenteringen sendes primært til DDS i Frederiksværk. Her behandles "bilskrot" blandet med andet skrot, og man råder ikke over nærmere opgørelser over mængderne. Direktør Flemming Knudsen oplyser, at man generelt regner med, at cadmium primært findes som følgestof til zink i mængder omkring 0,03%.

Zinkholdigt filterstøv fra DDS sendes til behandling i udlandet. I 1985 eksporteredes ca. 15.000 tons med et zinkindhold på 20-25%. Herudfra kan cadmiumindholdet skønnes til omkring 1 ton.

Metalemissionen fra DDS har løbende været genstand for undersøgelser. Vestergaard et al. (1986) har ved tragtopsamling og udsat mos søgt at måle nedfaldet af bl.a. cadmium. Nedfaldet korrigeret for baggrundsnefald kan herudfra anslås til i 1977 at have været godt 8 tons og i 1982 til godt 2 tons. Denne reduktion skyldes en reduktion i omsætningen (18%) samt installation af mere effektive posefiltre.

I 1986 etableredes et pelleteringsanlæg til zinkstøv, hvilket har reduceret støvemissionen yderligere.

Det med jernskrot af biler tilførte cadmium til DDS synes derfor primært at blive eksporteret med filterstøv.

De ovenfor anførte mængder af cadmium udledt fra DDS med filterstøv til eksport og emitteret på ca. 3 tons er ikke i overensstemmelse med overslag i kap. 4 (s. 28). Her anslås en tilførsel på omkring 4-8 tons, under forudsætning af at al jernskrot fra biler tilføres DDS.

4. MILJØBELASTNING MED CADMIUM VED BILFRAGMENTERING

Indholdet af cadmium i biler varierer meget med producent og alder. Med henblik på en vurdering af den nuværende bilfragmenterings betydning for cadmiumbelastningen kan gennemsnitsindholdet sættes til 100-300 g pr. bil af 1000 kg.

Cadmiumindholdet antages fordelt som følger:

Stabilisator og pigment i plast	30-100 g
Cadmiering, legeringer og følgestof	50-130 g
Pigment i autolak	20- 70 g

Ved skrotning af 100.000 biler årlig svarer dette til 3-10 tons cadmium i plast, 5-13 tons cadmium i cadmierede dele m.m. og 2-7 tons cadmium i autolak, hvilket ialt svarer til 10-30 tons.

Det kan anslås (Hansen, 1988), at biler i 70'erne indeholdt 25-60 kg plast af typerne PVC, PE, ABS og PUR. I PVC ligger indholdet af cadmium som stabilisator på 500-2000 ppm. Ved pigmentering af plast med cadmium anvendtes typisk 1000-5000 ppm med det lave indhold i beigenuancer og de høje i klare gule, orange og røde nuancer.

Omkring forbruget af cadmium i lak skal bemærkes, at skøn for biler i slutningen af 70'erne (Hansen, 1980) viste et forbrug af dæklak på ca. 2 kg, hvoraf cadmiumpigmenterede udgjorde ca. 10%. Endvidere blev det skønnet, at 10-30% af vognparken var indfarvet i cadmiumfarver. Mængden af cadmiumholdig dæklak i skrottede biler er som udgangspunkt mindre, da reparationslakering i større og større udstærkning er udført med cadmiumfri lakker (Hansen, 1988).

Ved fragmenteringen vil nogle cadmiumholdige dele blive meget findelt, mens andre vil forefindes som større partikler op til knytnevæstørrelse. Det er ikke muligt ud fra kendskabet til bildele indeholdende cadmium og fragmenteringsanlægs teknik entydigt at forudsige de enkelte deles skæbne.

Scandia Consult (1985) refererer svenske og vesttyske undersøgelser af fragmenteringsrester

visende 5-10 ppm cadmium og teoretiske beregninger på op til 1000 ppm.

Målinger på danske anlæg viser et indhold på 10-40 ppm; der skal dog tages forbehold for den begrænsede prøvemængde samt usikkerhed omkring oplukningens effektivitet. Denne skønnes dog ud fra målinger på bestanddele af husholdningsaffald at ligge på 50-100%.

Omregnet til den samlede mængde fragmenteringsrest på ca. 35 tons fås heraf 350-1500 kg cadmium. Den største andel findes bundet i fint støv (pulveriseret plast, lak m.m.), mens metalbundet cadmium udgør omkring 1% i fragmenteringsresten.

Med disse bemærkninger er der i samarbejde med Erik Hansen udarbejdet et udkast til en cadmiumbalance for skrottede, fragmenterede biler i midten af 80'erne; se tabel 4.1

Af tabellen fås et indhold i fragmenteringsresten på 1-5,5 tons, hvilket fordelt på 35.000 tons svarer til omkring 30-160 ppm. De gennemførte analyser ligger typisk på 10-40 ppm, og selv ved anvendelse af en opluknings- og analyseeffektivitet på 50% fås kun 20-80 ppm eller ca. halvdelen. En nærmere vurdering heraf forudsætter flere prøver.

Til tabellen bemærkes i øvrigt:

I bilens levetid bliver der næppe udskiftet meget plast og metal, måske et instrumentbræt og nogle hjulbolte, en enkelt dørt eller dørlås etc. De fleste biler vil utvivlsomt være blevet lakeret om mindst en gang. Dette betyder, at størstedelen af autolakken er slebet af og bortskaffet som slibestøv.

Hos autoophuggeren kan igen blive fjernet enkelte plastdele, men først og fremmest metaldele. Da autoophuggere næppe behandler mere end 30% af den samlede bilbestand, bliver effekten begrænset.

Størsteparten af cadmiummængden i plast og metal må derfor komme til fragmenteringsanlægget. Der sker sandsynligvis en del eksport/import af bilskrot, foruden at en del biler får lov til at ruste op hos landmænd etc.

Tabel 4.1

Forslag til cadmiumbalance for fragmenterede biler.

Ton	Plast	Cadmiering m.m.	Autolak
Forbrug	3-10	5-13	2-7
Fjernet i bilens levetid	0-1	0-2	2-6
Fjernet hos autoophugger	0-1	1-2	0
Tilført fragmenteringsanlæg	3-8	4-9	0-1
I fragmenteringsrest	1-4	0-1	0-0,5
I jernskrot	1-2	3-6	
I metalskrot	1-2	1-2	0-0,5

Fragmenteringsresten deponeres i dag på lossepladser. Scandia Consult (1985) beregner, at cadmium vil udvaskes over ca. 1000 år, hvilket ved deponering af den samlede mængde fragmenteringsrest i Norden skulle svare til 50 kg om året ved deponering over 50 år.

Ved afbrænding af fragmenteringsresten vil cadmium frigives dels finpartikulært dels på gasform. Mere end 90% vil dog fanges af røgrensnin-gen og således blive deponeret med flyveasken, hvor udvaskningen kan være hurtigere.

Med det store udsving på indholdet af cadmium i biler fås også stor usikkerhed på det teoretiske indhold; usikkerheden ved de gennemførte målinger er ikke af samme størrelsesorden. Det må dog vurderes, at miljøbelastningen med cadmium ved såvel deponering som afbrænding af fragmenteringsresten kun udgør en mindre del af den samlede miljøbelastning med cadmium. Da cadmiumindholdet i biler endvidere reduceres, synes bortskaffelsen af fragmenteringsaffald fra bilskrotning ikke at udgøre en væsentlig miljøtrussel.

Hovedparten af cadmiumindholdet i biler må på baggrund af de gennemførte undersøgelser føres med jern- og metalfraktionerne henholdsvis 4-8,5 tons og 2-4,5 tons. Det cadmium som indgår i cadmiering og som følgestof til zink følger med jernfraktionen, som sendes til Stålvalseværket.

Cadmium i plastdele og cadmium i lak følger med henholdsvis jern- eller metalfraktionen afhængig af sammenpresning/indklemning i jern- og metaldele, grader af lakering etc. Det har ikke været muligt at vurdere dette i detaljer.

Bortskaffelsen af jernfraktionen skønnes at udgøre det relativt største potentielle miljøproblem. Dels ender alt jernskrot på et sted, dels indeholder jernfraktionen: formodentlig den største andel af cadmiumindholdet - ikke mindst i nyere biler. Et umiddelbart skøn over rigtigheden af denne antagelse på kunne tilvejebringes ved analyser på filterstøv fra DDS.

Ved gennemførelsen af projektet er der indkommet oplysninger om andre miljøforhold ved bilskrotning og -fragmentering. Der synes derfor behov for, at Miljøstyrelsens bilskrotredegerelse følges op med en nærmere undersøgelse af forholdene i dag. Udover de ovennævnte forhold omkring jern- og metalskrot kan forhold omkring bortskaffelsen af akkumulatorer og specielt akkumulatorsyrer, som allerede er genstand for undersøgelse i Miljøstyrelsens regi, inddrages heri.

Hertil kommer nedsivningsforhold og potentiel jord- og grundvandsforurening ved skrot- og fragmenteringsanlæg. Endvidere kan nævnes en mere detaljeret undersøgelse af støvemissioner specielt immissionsforhold samt udslip af CFC ved skrotning af hvidevarer, køleanlæg o.lign. Endvidere bør opmærksomheden rettes mod brugen af kviksølvvippekontakter i bagagerumslåg. Denne anvendelse ses bl.a. i nye biler fra Volvo og SAAB (Appelberg, 1988).

LITTERATURLISTE

Lr. A. Ansems, TNO, personlig oplysning, oktober 1987.

M. Appelberg, Statens Naturvårdsverk (1988): Personlig oplysning, december.

E. Böhm & J. Mann (1984): Möglichkeiten und Hemmniss der Cadmium-Substitution in Kraftfahrzeugbau. Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung. Forschungsvorhaber Abfallbeseitigung Nr. 103301115, Umweltforschungsplan des Bundesministers des Innem.

E. Böhm & J. Mann (1985): Aspekte der Substitution von Cadmiumbeschichtungen im Kraftfahrzeugbau. Metaloberfläche 39(12), 449-454.

K. Carlsson (1985): Emission of Heavy Metals from Energy-from-Waste-Plants. ISWA Specialized seminar on Incinerator Emissions of Heavy Metals and Particulates Copenhagen, September 18-19, 1985.

G. R. Dabom & M. Webb (1983): Treatment of fragmentizer waste by starved air incineration - A brief feasibility study. Warren Spring Laboratory, Department of Trade and Industry.

DDS (1988): Personlige oplysninger fra forsyningschef May, februar og marts.

EEC (1983): Possibilities for the Reduction of Cadmium use and Emission by Development of New technologies. Final Report from Metra Consulting Group Limited, London.

A. Elmlund, T. Mikkelsen og H. Mortensen (1983): Hårde hvidevarer i Norden - ressource/problem. Udarbejdet for Nordisk Ministerråd af Gendan A/S. Nordisk Ministerråd miljørapport, 1983:6.

Curt Ericsson (1984): Kan vi ta tillvara mer skrot från våra avfallsanläggningar? FOU Avfall, Byggnadsförskningsrådet, Kommunförbundet, Styrelsen för Teknisk Utveckling.

M. Franke (1987): Auto und Umwelt. Trends der Materialzusammensetzung und Massnahmen zum Recycling. Entsorgungs-Praxis 7-8, 336-341.

Erik Hansen (1980): Cadmiumtransport og -forurening i Danmark og teknologiske muligheder for at begrænse denne forurening. Laboratoriet for Teknisk Hygiene, DTH.

Erik Hansen (1988): Personlige oplysninger.

Peter Juul Hansen (1987): Cadmium i automobilproduktion. Delrapport III, Muligheder for erstatning af cadmium i plast. Automobilteknik, Teknologisk Institut.

M.E. Henstock (1987): Ressource Recovery from Automobiles. International Recycling Conference, Berlin, 1303-1335.

Andreas Jungersen (1988): Status for metalskrot i Danmark i 1987. Gendan-Nyt nr. 74, 26. januar 1988.

Miljøstyrelsen (1979): Bilskrot. Miljøstyrelsens redegørelse om bilskrotproblematikken i Danmark.

Miljøstyrelsen (1980): Import af cadmium. En opgørelse af nettoimporten af cadmium med plast og cadmierede dele. Udført af Cowiconsult A/S.

Hans Mosbæk (1985): Emission af uorganiske forbindelser. I "Emission fra affaldsforbrændingsanlæg", Dansk Komité for Affald, Skrift nr. 2, 1985, s. 115-128.

NIOSH (1984): Cadmium. Current Intelligence Bulletin 42, September 27, 1984. U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health.

SAE (1984): Plastic in Passenger Cars. Society of Automotive Engineers, Inc. Publ. SP-566. (særligt indeholdende en række artikler).

Scandia Consult (1985): Förekomst av cadmium vid bilfragmentering. Upubliceret rapportudkast.

Siv Svensson (1983): Bilskrotningsbranschen och dess miljöfarliga avfall. Kontroll av miljöfarligt avfall, PM nr. 4, Göteborgs hälsövarðsforvaltning.

VDA (1983): Comments on the Swedish cadmium ban. Document for the Association of Swedish Automobile Manufacturers and Wholesalers. Verband der Automobilindustrie e.V.

N.K. Vestergaard, V. Stephansen, L. Rasmussen og K. Pilegaard (1986): Airborne Heavy Metal Pollution in the Environment of a Danish Steel Plant. Water, Air and Soil Pollution 27, 363-377.

M. Wutz (1979): Recycling - Technologies and Recycling of Materials in the Field of Motor Vehicles. International Recycling Conference, Berlin, 1296-1302.