

# **Branchebeskrivelse for produkthandel, autoophug og jern- og metal- genindvindingsvirksomheder**

**Teknik og Administration  
Nr. 9 1997**

## INDHOLDSFORTEGNELSE

## SIDE

1. indledning.....	2
2. Sammenfatning .....	4
3. Generel beskrivelse af branchen .....	7
3.1 Branchedefinition og afgrænsning .....	7
3.2 Branchens strukturelle udvikling .....	9
3.2.1 Historisk udvikling.....	9
3.2.2 Antal virksomheder.....	9
4. processer, teknologi og miljøbelastning.....	11
4.1 Procesbeskrivelse .....	11
4.2 Produktionsindretning.....	12
4.3 Arbejdsmetoder og miljøbelastning .....	12
4.3.1 Produkthandel .....	12
4.3.2 Autoophug.....	14
4.3.3 Jern- og metalgenvindingsvirksomhed med saks og presse.....	17
5. forureningsrisiko.....	20
5.1 Oversigt over potentielle forurenende komponenter.....	20
5.2 Stofbeskrivelse - kemiske data.....	23
6. undersøgelser .....	24
6.1.1 Historisk kortlægning.....	24
6.1.1.1 Oplysning om lokalisering af muligt forurenende virksomheder	24
6.1.1.2 Oplysninger om branchen .....	25
6.1.1.3 Oplysninger om lokaliteten .....	25
6.1.2 Status for branchens miljøbelastning .....	26
6.2 Teknisk undersøgelse .....	27
6.2.1 Prøvetagning .....	27
6.2.2 Analyser .....	29
6.2.2.1 Indledende prøvebeskrivelse.....	29
6.2.2.2 Feltanalyser .....	29
6.2.2.3 Kemiske analyser .....	31
7. litteraturliste .....	36

## BILAGSFORTEGNELSE

Bilag 1: Datablade for udvalgte kemiske stoffer

## 1. indledning

Denne branchebeskrivelse er udarbejdet af Carl Bro as for Amternes Depotenhed i forbindelse med projektet "Erfaringsopsamling på amternes registreringsundersøgelser", med særlig vægt på 8 udvalgte brancher.<sup>1</sup>

Udvælgelsen af brancher til erfaringsopsamlingsprojektet, som gennemføres under Amternes Depotenhed, er foregået ud fra dels et generelt udvælgelseskriterie "mindst 25 registreringsundersøgelser, udført af minimum 5 forskellige amter" dels specifikke begrundelser.

Denne branche er et eksempel på en virksomhedstype med "udendørs produktion", hvor aktiviteterne er spredt ud over et stort areal, og tit er foregået flere steder steder på ejendommen.

En undersøgelse på en grund, hvor der har ligget en produkthandel, autoophug samt jern- og metalgenvindingsvirksomhed bliver derfor oftest udformet som en "screeningsundersøgelse", idet egentlige kilder er svære at udpege.

Spørgsmålet er, om disse undersøgelser kan målrettes, og om der anvendes de rigtige undersøgelsesmetoder.

Der skønnes idag at være 37.500 kortlagte ejendomme, hvoraf der kun er gennemført registreringsundersøgelser på ca. 4.500 /13/.

Af disse 4.500 gennemførte registreringsundersøgelser er 190 (opgjort i oktober 1996) udført på ejendomme, hvor der har været/er en produkthandel, autoophug samt jern- og metalgenvindingsvirksomhed.

Da der således stadigvæk er mange kortlagte ejendomme som endnu ikke er undersøgt, og da enkelte amter endnu ikke er færdige med kortlægningsarbejdet vurderes det, at der fortsat skal udføres registreringsundersøgelser på ejendomme, hvor der har været/er en produkthandel, autoophug samt jern- og metalgenvindingsvirksomhed. Derfor har Amternes Depotenhed valgt at få udarbejdet en branchebeskrivelse for denne branche i forbindelse med erfaringsopsamlingsprojektet.

Formålet med branchebeskrivelsen er:

1. at give en generel indsigt i branchen  
samt
2. at fungere som et lettilgængeligt og direkte brugbart opslagsværk

---

<sup>1</sup> Autoværksteder, garverier, jern- og metalstøberier, korn- og foderstofvirksomheder, metalforarbejdende virksomheder, produkthandel, autoophug og jern- og metalgenvindingsvirksomheder, træimprægneringsvirksomheder samt varmeværker

i forbindelse med arbejdet med registreringsundersøgelser som er højt prioriteret i amterne i disse år.

Branchebeskrivelsen, herunder dens anbefalinger, skal dog altid læses i forhold til de til enhver tid relevante vejledninger mv. fra Miljøstyrelsen.

Rapportens indhold er sammenfattet i kapitel 2 med særlig vægt på de forureningsmæssige aspekter.

I kapitel 3 defineres branchen, og der gives en kort indføring i branchens strukturelle udvikling og sammensætning).

I kapitel 4 beskrives produktionsmetoden/rne på produkthandler, autoophug samt jern- og metalgenvindingsvirksomheder samt hvilken miljøbelastning, med henblik på jord og grundvandsforurening, som kan forventes fra denne branche.

I kapitel 5 gives en oversigt over potentielle forureningskilder, og for udvalgte branchespecifikke forureningskomponenter gives kemiske data.

I kapitel 6 beskrives en fremgangsmåde til at finde relevante historiske oplysninger frem, anbefalinger af hvilke kilder som er relevante at undersøge samt anbefalinger af, hvorledes den tekniske undersøgelse kan udformes, herunder valg af prøvetagnings- og analysemetodik.

I kapitel 7 er der givet en oversigt over anvendt litteratur.

Princippet i den anvendte referencehenvielse i denne branchebeskrivelse er, at står henvisningen lige før et punktum, betyder det, at henvisningen omfatter den foregående sætning. Står henvisningen derimod efter et punktum, er hele det foregående afsnit baseret på den pågældende reference.

## 2. Sammenfatning

### Branchedefinition og afgrænsning

Denne beskrivelse omhandler følgende typer af virksomhed:

- *produktandel*, hvorved forstås virksomheder, der indsamler, sorterer og videresælger jern- og metalskrot uden mekanisk bearbejdning af affaldet/skrottet.
- *autoophug*, hvorved forstås virksomheder, der modtager mere end 10 kasserede biler om året og udtager genanvendelige reservedele, der oplagres med henblik på videre salg, og som kun i mindre omfang anvender stationære hydrauliske klippe- og presseanlæg.
- *jern- og metalgenvindingsvirksomheder*, hvorved forstås virksomheder, der modtager jern- og metalaffald/skrot til sortering og mekanisk bearbejdning (saks- og presseanlæg) med henblik på videresalg af genanvendeligt materiale af skrottet.

### Branchens strukturelle udvikling

Genbrug af jern og metaller har foregået lige så længe, som man har kendt til at forarbejde metallerne til brugsgenstande og værktøj, fordi metallerne repræsenterede en værdi.

Branchen har været kendetegnet ved mange små virksomheder med forskellige former for indsamling, sortering (evt. simple forarbejdning, neddeling el.lign.) og videresalg.

### Processer, teknologi og miljøbelastning

Virksomheder indenfor denne branche beskæftiger sig primært med genvinding af jern og metal. En vigtig del af genvindingsprocessen er sortering af jern- og metalskrot, herunder kasserede biler, hvor der sker en udsortering i en affaldsfraktion, genanvendelige enkeltdele fra f.eks. kasserede biler samt en skrotfraktion.

Traditionelt er aktiviteterne foregået udendørs på ubefæstede arealer. De enkelte aktiviteter har ofte været flyttet rundt på pladsen, og biler eller skrot har været opbevaret forskellige steder. De fleste produktvirksomheder og nogle autoophuggere har haft stationære anlæg i form af mekaniske presser.

Den typiske miljøbelastning fra disse virksomheder er fladeforureninger fra de forskellige aktiviteter, der har været flyttet rundt på en ubefæstet plads. Det kan være oplag af jern- og metalaffald, opbevaring af biler, der ikke er tømt for væsker, autoophug med aftapning af væsker, akkumulatorophug og afbrænding af biler.

Stationære anlæg som mekaniske presser og shredderanlæg, der ikke er anlagt med spildbakker, kan give anledning til forurening fra spild af hydraulikvæske og fra presning af biler, der ikke har været tømt for væsker. Der foregår stadig presning og fragmentering af biler, der ikke er miljøbehandlede.

## Potentielle forureningskilder

I forbindelse med ovennævnte aktiviteter vil følgende kilder til jord- og grundvandsforurening skulle overvejes undersøgt:

<i>Kilder som <b>altid medtages</b> i en undersøgelse</i>
• Jordlagene omkring stationære presser og sakse
• Udendørs oplag inkl. kemikalie- og affaldsoplag
• Oplag af gamle bildele (akkumulatorer m.m.)
• Benzin/olieudskillere samt sandfang
• Nedgravede tanke med tilhørende rørføringer, påfyldning og udluftning
• Sted for demontering samt aftapning af væsker
<i>Kilder som <b>anbefales medtaget</b> i en undersøgelse</i>
• Utætte kloakker
• Områder med udendørs oplag af biler
<i>Kilder som <b>i specielle tilfælde kan medtages</b> i en undersøgelse</i>
• Øverste jordlag på hele pladsen og evt. naboejendomme

På en produkthandel, autoophug eller jern- og metalgenvindingsvirksomhed er det relevant at undersøge for jordforurening med metaller, og ved undersøgelse for organisk forurening skal undersøgelsen belyse såvel jord- som grundvandsforurening.

Der håndteres en lang række forskellige *forurenende stoffer og produkter* på denne type virksomheder. De væsentligste af disse er nævnt nedenfor:

- Olieprodukter, brændstof, skære- smøre og hydraulikolie
- Akkumulator syre, indeholdende Pb
- Køler- og bremsevæske, indeholdende bl. a. glycol
- Chlorerede opløsningsmidler
- Metaller, specielt Pb, Zn, Cu og Fe

## Undersøgelsesteknik

I forbindelse med en registreringsundersøgelse på en produkthandel, autoophug eller jern- og metalgenvindingsvirksomhed anbefales følgende undersøgelsesstrategi:

- Historisk redegørelse
- Prøvetagning af jord og vand
- Feltnåling af jordprøver for olie med "test-kit"
- EDXRF-screening af jordprøver for metallerne Pb, Cu, Zn og Fe
- *Jordprøver* analyseres for opløsningsmidler og benzin/olieprodukter ved GC-FID (Evt. for chlorerede opløsningsmidler ved GC-ECD.)

- *Vandprøver* analyseres for opløsningsmidler og benzin/olieprodukter ved GC-FID (Evt. for vandblandbare opløsningsmidler ved GC-FID eller GC-MS og for chlorerede opløsningsmidler ved GC-ECD)

### 3. Generel beskrivelse af branchen

#### 3.1 Branchedefinition og afgrænsning

Overskriften for denne branchebeskrivelse er "Produkthandel, autoophug og jern- og metalgenvindingsvirksomheder". Man kunne også bruge betegnelser som "jern- og metalgenbrugsvirksomheder" eller "autogenbrugsvirksomheder". Fælles for disse virksomheder er, at de beskæftiger sig med genvinding af jern- og metalaffald (eller "skrot", som det også vil blive betegnet i denne rapport).

Denne beskrivelse omhandler følgende typer af virksomhed:

- *produkthandel*, hvorved forstås virksomheder der indsamler, sorterer og videresælger jern- og metalskrot uden mekanisk bearbejdning af affaldet/skrottet.
- *autoophug*, hvorved forstås virksomheder der modtager mere end 10 kasserede biler om året og udtager genanvendelige reservedele, der oplagres med henblik på videresalg, og som kun i mindre omfang anvender stationære hydrauliske klippe- og presseanlæg.
- *jern- og metalgenvindingsvirksomheder*, hvorved forstås virksomheder der modtager jern- og metalaffald/skrot til sortering og mekanisk bearbejdning (saks- og presseanlæg) med henblik på videresalg af genanvendeligt materiale af skrottet.

Beskrivelsen vil ikke omhandle virksomheder, der modtager biler til genbrug i form af istandsættelse og videresalg (brugtvognshandlere).

De kommunale modtagepladser og genbrugsstationer, der modtager jern- og metalskrot fra private husstande og mindre erhvervsvirksomheder, er heller ikke omfattet.

Til jern- og metalgenvindingsindustrien i Danmark hører også de såkaldte "bilfragmenteringsanlæg" eller shreddere, der er højteknologiske og meget komplicerede anlæg til fragmentering/neddeling af metalaffald. Sådanne anlæg er ikke medtaget i denne rapport, da der er tale om meget få anlæg. P.t. findes der fem anlæg af denne type i Danmark. Shredderanlæg producerer store mængder af affald, hvorfor de har haft miljømyndighedernes bevågenhed i de seneste år. For denne type anlæg anbefales det, at der forud for eventuelle forureningsundersøgelser indhentes specifikke oplysninger om den aktuelle virksomhed.

"Skrot"branchen er i mange henseender en "atypisk" branche. Dette giver sig blandt andet til udtryk i, at der ikke findes ret mange skriftlige kilder til belysning af branchens produktionsforhold eller andre forhold. En stor del af de oplysninger, der ligger til grund for nærværende beskrivelse, er således fremkommet i forbindelse med besigtigelse af virksomheder i branchen, samtaler med personer med branchekendskab samt egne erfaringer fra forureningsundersøgelser.

Litteraturhenvisninger er det derfor småt med i denne beskrivelse.

## Miljøbeskyttelsesloven

Virksomhederne i "skrot"branchen er godkendelsespligtige efter miljøbeskyttelsesloven, enten som hørende under punkt K.2 eller punkt K.5.

Punkt K.2 omfatter:

- Anlæg for behandling eller oparbejdning af affald samt nedknusning af affald
- Anlæg for oplagring eller deponering af affald; herunder containerpladser med flere end 4 containere, fyldpladser, lossepladser og specialdepoter samt modtagestationer eller modtagepladser for olie- eller kemikalieaffald

Punkt K.5 omfatter:

- Ophugningsanlæg, herunder bilophugning.

Til punkt K.5 hører autoophugningsvirksomheder, hvis hovedaktivitet består i udtagning af genanvendelige reservedele fra biler, og som kun i mindre omfang anvender stationære hydrauliske klippe- og presseanlæg, mens virksomheder, der foretager egentlig bearbejdning af skrot, hører under punkt K.2. Miljøstyrelsen har beskrevet afgrænsningen mellem K.2 og K.5 i brev til amter og kommuner i 1993, jf. /2/, bilag D.

Derudover er der en række virksomheder i skrotbranchen, som ikke er godkendelsespligtige. Det drejer sig om mindre virksomheder, der kan opfylde alle tre nedennævnte krav:

- virksomheden foretager alene sortering og ikke mekanisk bearbejdning i forbindelse med behandling af affald/råvarer
- der oplagres eller deponeres ikke affald/råvarer i et større omfang end svarende til indholdet i 4 containere eller 30 tons, eller oplagres/deponeres nogen form for olie- og kemikalieaffald
- der er (efter tilsynsmyndighedens vurdering) ikke risiko for væsentlig forurening forbundet med behandlingen eller den efterfølgende oplagring af affaldet.

En del af de såkaldte "produkthandlere" vil således ikke være godkendelsespligtige.

## Danmarks Statistik

Branchen er ikke opgjort samlet i Danmarks Statistik, dog kan nogle være opgjort under andre betegnelser som f.eks. produktforretninger.

## Erhvervsregistre

Virksomheder indenfor denne branche er i Kompass erhvervsregister opført under kode 61-380 Genbrug, affaldsråvarer, overskudsvarer, og i Greens erhvervsregister under kode 51.57.00. Koden er Nace, Dansk branchekode.

## **Brancheorganisation**

Autoophugningsbranchen er organiseret i Dansk Auto Genbrug (DAG), der blev stiftet i 1963-64 og i dag tæller ca. 90 medlemsvirksomheder ud af 350-400 autoophugningsvirksomheder i Danmark, hvoraf ca. 150 kan betegnes som større virksomheder.

Jern- og metalgenvindingsvirksomheder er organiseret i Genvindingsbrancherådet, som tæller ca. 60 medlemsvirksomheder, der skønsmæssigt omsætter 90% af den skrotmængde, der årligt behandles i Danmark.

### **3.2 Branchens strukturelle udvikling**

#### **3.2.1 Historisk udvikling**

Genbrug af jern og metaller har foregået lige så længe, som man har kendt til at forarbejde metallerne til brugsgenstande og værktøj, fordi metallerne repræsenterede en værdi.

Branchen har været kendetegnet ved mange små virksomheder med forskellige former for indsamling, sortering (evt. simple forarbejdning, neddeling el.lign.) og videresalg.

Danmarks jern- og metalgenvindingsvirksomheder omsætter nu 700-750.000 t jernskrot årligt, hvoraf halvdelen eksporteres, og ca. 100.000 t metalskrot, hvoraf 80% eksporteres, /2/.

#### **3.2.2 Antal virksomheder**

Ca. 60 af Danmarks jern- og metalgenvindingsvirksomheder med omkring 80 driftssteder omsætter skønsmæssigt 90% af den skrotmængde, som årligt behandles i Danmark. Disse virksomheder er medlem af brancheorganisationen "Genvindingsbrancherådet", der har eksisteret siden starten af 1980-erne /2/.

Autoophugningsvirksomhederne har siden 1963-64 været organiseret i brancheorganisationen "Dansk Auto Genbrug" (DAG), der i dag har ca. 90 medlemsvirksomheder. Virksomhederne under Dansk Auto Genbrug håndterer ifølge oplysninger fra brancheorganisationen 30-35% af de 80-125.000 biler, der årligt skrottes /1/. DAG kræver i dag, at alle medlemsvirksomheder skal have en miljøgodkendelse.

I 1990-erne findes der 350-400 autoophugningsvirksomheder i Danmark, hvoraf de 150 må betegnes som større virksomheder. Autoophugningsbranchen beskæftiger i disse år omkring 1.000-1.200 medarbejdere, hvoraf 6-700 medarbejdere er fuldtidsbeskæftigede i DAG. /1/

Derudover findes et større antal mindre jern- og metalprodukthandlere.

Da branchen ikke tidligere har været organiseret, er det vanskeligt at få oplysninger om den historiske udvikling inden for denne branche. Der eksisterer ikke systematiske fortegnelser over virksomhederne med f.eks. ibrugtagningstidspunkt, adresser mv.

## 4. processer, teknologi og miljøbelastning

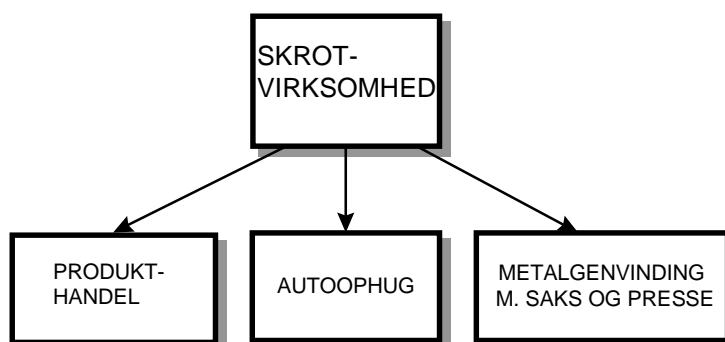
### 4.1 Procesbeskrivelse

Branchen består af virksomheder med meget forskellige bearbejdningsteknologier. Virksomhederne er i det følgende opdelt som følger:

- *produktandel*: Virksomheder der indsamler, sorterer og videresælger jern- og metal-skrot uden mekanisk bearbejdning af affaldet/skrottet.
- *autoophug*: Virksomheder der modtager mere end 10 kasserede biler om året og udta-ger genanvendelige reservedele, der oplagres med henblik på videresalg, og som kun i mindre omfang anvender stationære hydrauliske klippe- og presseanlæg.
- *jern- og metalgenvindingsvirksomheder med saks og presse*: Virksomheder der modta-ger jern- og metalaffald/skrot til sortering og mekanisk bearbejdning (saks- og presse-anlæg) med henblik på videresalg af genanvendeligt materiale af skrottet.

Ovennævnte virksomhedstyper er hver især underopdelt på en række processer.

Figur 4.1 viser et "organisationsdiagram" for "skrot"branchen.



**Figur 4.1** Organisationsdiagram for "skrot"branchen

På trods af forskellige behandlingsteknologier bearbejder alle virksomheder stort set samme råvarer.

I det følgende anvendes nedennævnte definitioner på de forskellige materialekategorier, der findes på anlæg, der behandler skrot (eller affald i øvrigt).

- *råvarer* defineres som modtaget, men endnu ikke behandlet skrot
- *mellemprodukter* defineres som skrot, der har gennemgået en eller flere sorteringer og/eller behandlinger på virksomheden, men som fortsat skal viderebearbejdes internt på virksomheden eller på andre virksomheder
- *færdigvarer* er de behandlede fraktioner af skrottet, som afsendes til direkte genbrug eller til omsmeltning på støberier/jernværker

- *affald* er den rest, der efter behandling af skrottet ikke kan genbruges/genanvendes, men må afsættes til deponi, forbrænding eller behandling på KommuneKemi

## 4.2 Produktionsindretning

Traditionelt er aktiviteterne på virksomheder i skrotbranchen foregået udendørs. Også oplag af råvarer, mellemprodukter og færdigvarer bliver oplagret udendørs.

Virksomhederne er meget pladskrævende på grund af disse store oplag.

Forskellen på tidligere tiders anlæg og de (miljøgodkendte) anlæg, der er i drift i dag, er mht. indretning, at der nu stilles krav om befæstning (og afvanding via olieudskillere) af de arealer, der anvendes til oplag og produktion. Ligeledes stilles der krav om indretning af befæstede "spildebakker" under klippe- og presseværktøjer.

"Skrot"branchen har ikke før miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden været reguleret, og der har formentlig ikke været nogen kontrol med, hvordan pladserne var indrettet, hvordan de blev drevet, eller hvad der blev af affaldet fra pladserne.

Det er ikke mange stationære maskiner, der anvendes på denne type virksomheder. Af maskineri benyttes ud over sakse, presser og shreddere forskellige former for mobilt løftemaskineri (kraner monteret på gravemaskiner eller lastvogne) samt en vægt ved "varemodtagelsen".

De forholdsvis få stationære maskiner samt det faktum, at en stor del af arbejdsgangen består i sortering og oplagring af forskellige helt eller delvist rene fraktioner af bestemte færdigvarer, gør, at indretningen af pladsen til stadighed ændres.

Dette vanskeliggør naturligvis tilrettelæggelse af en forureningsundersøgelse på en sådan lokalitet. Undersøgelsen må oftest udformes som en screeningsundersøgelse.

## 4.3 Arbejdsmetoder og miljøbelastning

Nedenfor er arbejdsmetoderne på en produkthandel, autoophug og jern- og metalgenvindingsvirksomhed beskrevet.

### 4.3.1 Produkthandel

#### Arbejdsmetode

Helt overordnet kan aktiviteterne på en produkthandel bestå i følgende:

- varemodtagelse og vejning på lastvognsvægt
- oplag af modtagne råvarer
- indledende sortering af råvarer
- oplag af udsorterede mellemprodukter

- maskinel og manuel sortering af mellemprodukter fra mekanisk bearbejdning
- oplagring af færdigvarer til salg
- oplag af affald og bortskaffelse af affald

Aktiviteterne på denne type virksomhed vil typisk være indsamling af skrottede produkter eller produktionsaffald fra metalforarbejdende virksomheder. Disse råvarer oplagres på forskellig vis, evt. først efter en indledende sortering ud fra materialestørrelse og jern- eller metaltype. Der kan forekomme skærebrænding i større eller mindre grad samt omlastning af rene metalfraktioner til større emballager /2/.

Råvarerne kan f.eks. være:

#### *Skrottede produkter*

- dåser, tromler og andre emballager
- jern- og metalholdigt bygningsaffald (jernrør, armeringsjern)
- værktøjer, maskindele
- cykler, barnevogne
- hvidevarer

#### *Produktionsaffald fra jern- og metalindustrien*

- skære-/drejespåner
- lockpropper
- afklip
- fejlproduktioner

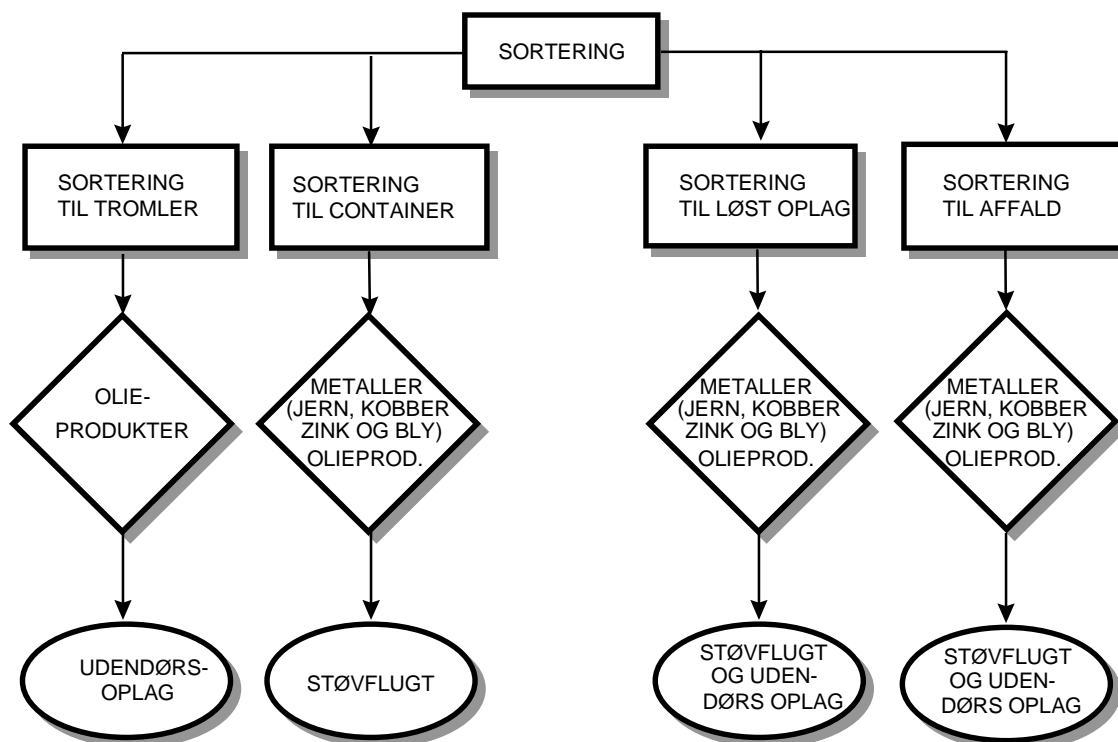
### **Miljøbelastning**

Oplag og håndtering af kasseret jern og andre metaller kan medføre diffus metalbelastning pga. spredning af støv og metaldele (rust, spåner), afskallede maling- og lakrester, rustbeskyttelse mv.. Metalbelastningen vil fortrinsvist være at finde i de allerøverste jordlag og risikoen for udvaskning af metaller er til stede.

Øvrige forureningskilder på en produkthandel kan være udsivning af olie fra skære- eller drejespåner, der er oplagret på ubefæstet areal.

Andre væsker, organiske såvel som uorganiske, der er stede i de emner, der oplagres på produkthandlen (tromler, maskiner), kan medføre miljøbelastning ved udsivning, men det må betragtes som urealistisk at skaffe oplysninger om alle produkter, der har været håndteret på den enkelte plads.

Miljøbelastningen fra en produkthandel er vist skematisk i figur 4.2.



**Figur 4.2** Oversigt over arbejdsmetoder, potentielt forurenende stoffer/produkter samt potentielle forureningskilder på produkthandel

### 4.3.2 Autoophug

#### Arbejdsmetode

Overordnet kan aktiviteterne på en autoophugningsvirksomhed bestå i følgende:

- modtagelse af biler
- aftapning af væsker
- afmontering af akkumulatorer
- miljøbehandling og opbevaring
- demontering af reservedele
- sortering af affald
- skrot til shredder anlæg

På en autoophugningsvirksomhed bliver kasserede biler (f.eks. nyere, trafikskadede biler, som indeholder værdifulde dele til genbrug) skilt ad, og de genanvendelige dele oplagres med henblik på videresalg.

Nogle autoophugningsvirksomheder foretager ligeledes en mekanisk bearbejdning af biler og andet metalskrot. Dette foregår som omtalt i næste afsnit “metalgenvindingsvirksomhed med saks og presse”.

Fra de indkomne biler foretages der en manuel afmontering af brugbare enkeltdele til videre salg. Herudover frasorteres normalt de mest miljøproblematiske enkeltdele som f.eks. akkumulatører, og der sker en aftapning af olie, benzin, kølervæske, bremsevæske og sprinklervæske, inden resten af bilen sendes videre til et shredder anlæg, hvor hele biler neddeles til stykker på maksimalt 8 cm i diameter. Efter fragmenteringen udsorteres jernfraktionen ved magnetseparering. /1/.

Hos DAG's medlemsvirksomheder kontrolleres alle indkomne biler for utætheder i diverse væskebeholdere og tanke, og alle miljøproblematiske enkeltdele bliver afmonteret.

En væsentlig del af autoophugningen foregik tidligere ved 'selvpluk', hvor kunderne selv demonterede brugbare dele på kasserede biler. De kasserede biler har oftest været placeret på ubefæstede arealer og har ikke været tømt for diverse væsker. Selvpluk foregår stadig i et mindre omfang.

Op til 1970-75 blev alle kasserede biler afbrændt, før de blev afleveret til skrotning. Afbrændingen foregik ved at antænde op mod 100 biler ad gangen, hvorved sædebetræk, isoleringsmaterialer på bl.a. kabler og andet brandbart materiale blev fjernet.

Autoophugningsvirksomhederne modtager råvarer fra følgende leverandører:

- værksteder
- bilforhandlere
- forsikringselskaber (formidlere)
- private
- importører af udenlandske biler
- andre autoophuggere
- egen import af udenlandske biler

Produkterne (genanvendelige dele) afsættes til følgende aftagere:

- værksteder
- bilforhandlere
- private
- eksport
- renoveringsindustrien (f.eks. motorer, gearkasser, trækakslar, generatorer, startere, bremsecalibre, koblinger, dæk)

Restprodukterne afsættes, ofte via produktvirksomheder, til følgende aftagere:

- bilfragmenteringsanlæg
- metalgenvindingsanlæg med saks og presse
- smelteværker (jern og aluminium)
- olieginvinding
- indsamlingsvirksomheder for kemikalieaffald

- ædelmetalgenvinding (katalysatorer)
- andre indsamlingsordninger

### **Miljøbelastning**

I forbindelse med autoophug kan følgende give anledning til jord- og grundvandsforurening:

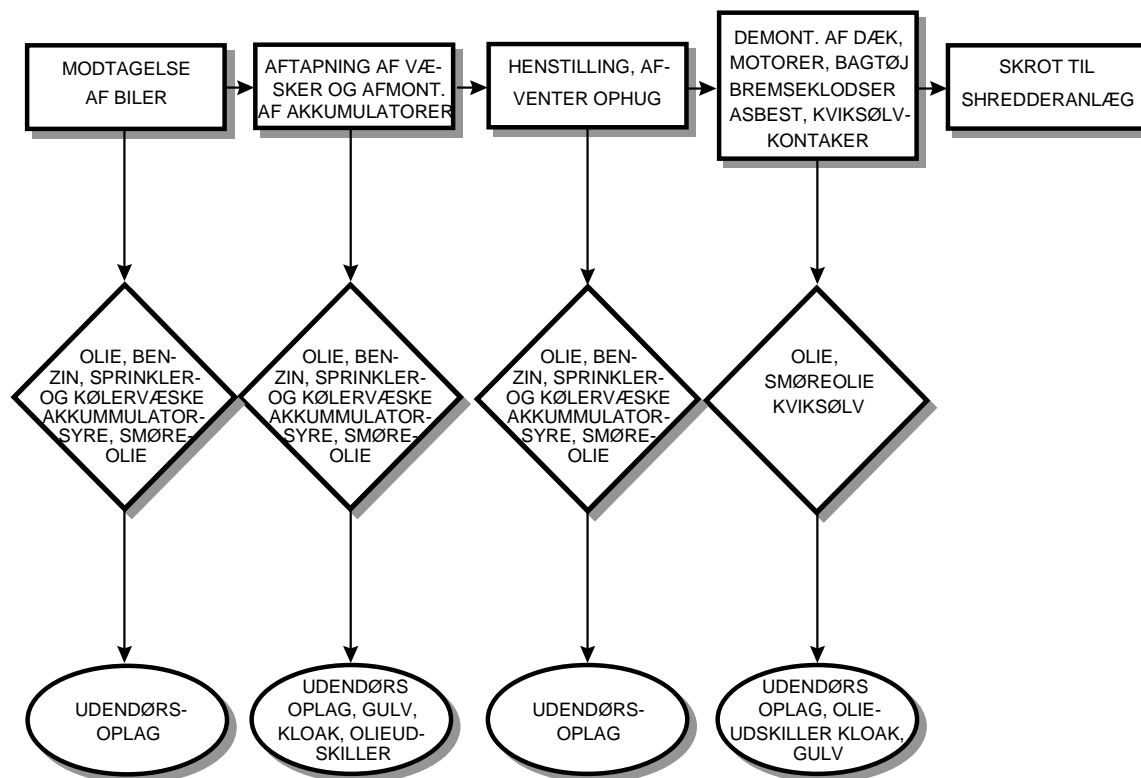
- olie
- benzin
- bremse-, køler- og sprinklervæske
- dæk
- akkumulatorer
- kviksølvkontakter og genopladelig batterier
- hydraulikolie fra presser

Før 1975-80 foregik autoophug og herunder tømning af bilens væsker hovedsageligt udendørs på ubefæstede arealer, hvilket har givet anledning til punktforurening primært med olie og med batterisyre, der øger mobiliteten af tungmetaller i jorden. Desuden vil der ofte findes glas, gummilister, tændrør, oliefiltre m.m. spredt på hele arealet.

DAG regner med, at godt 75% af de biler, der skrottes i shredder anlæg, ikke er miljøbehandlet, dvs. tømt for væsker og miljøbelastende materialer.

Der har ofte været behov for at stabilisere en grund, der benyttedes til autoophug. Der er i den forbindelse bl.a. anvendt tjæreforurenede slagge fra gasværker.

I figur 4.3 er miljøbelastningen fra en autoophugningsvirksomhed vist.



**Figur 4.3** Oversigt over arbejdsmetoder, potentielt forurenende stoffer/produkter samt potentielle forureningskilder på en autoophugningsvirksomhed

### 4.3.3 Jern- og metalgenvindingsvirksomhed med saks og presse

#### Arbejdsmetode

Helt overordnet kan aktiviteterne på en jern- og metalgenvindingsvirksomhed med saks og presse bestå i følgende:

- varemottagelse og vejning på lastvognsvægt
- oplag af modtagne råvarer
- indledende sortering af råvarer
- oplag af udsorterede mellemprodukter
- mekanisk behandling (klipping, presning)
- maskinel og manuel sortering af mellemprodukter fra mekanisk bearbejdning
- oplagring af færdigvarer til salg
- oplag af affald og bortskaffelse af affald

Aktiviteterne fra produkthandlen vil oftest genfindes på denne virksomhedstype. Den væsentligste forskel er tilstedeværelse af saks og/eller presse. Saksen benyttes til neddeling af materialerne, således at dimensionen egner sig til transport og smeltning. Pressen benyttes til at komprimere materialer. /2/

Generelt kan man betegne aktiviteterne som "sortering" og "lavteknologisk behandling". Den teknologi, der anvendes i branchen i dag (undtagen shredder anlæggene), er nogenlunde den samme, som har været anvendt hidtil. Indtil for 20 år siden var brugen af skærebrenner dog mere udbredt.

Uagtet at maskinparken må betegnes som uændret, er der alligevel forskel på, hvorledes arbejdet foregår i dag sammenlignet med tidligere. Myndighedskrav har påbudt virksomhederne at aftappe alle væsker fra f.eks. biler, forinden de behandles i pressen, hvilket sjældent har været tilfældet tidligere. Ligeledes stilles der i dag krav til virksomhederne om befæstning af arealer, der benyttes til produktion eller opbevaring for at minimere risikoen for forurening af jord og grundvand eller risiko for spredning af forurening ved støvflugt /2/.

Udover de råvarer, der er omtalt under produkthandlen, modtager jern- og metalgenvindingsvirksomhederne følgende typer af råvarer:

- tanke
- stålkonstruktioner
- såkaldt "storskraldsjern" fra kommunale genbrugspladser
- blyplader fra trykkerier
- akkumulatorer
- bilskrot
- affald fra metalforarbejdning
- affald fra galvaniseringsindustrien
- "forbrændingsjern" (jern fra affaldsforbrændingsanlæg)

Nu til dags har virksomhederne sammen med miljømyndighederne udarbejdet en liste over, hvilke råvarer der må modtages på det enkelte anlæg, og hvilke materialer der skal afvises. En sådan "modtagekontrol" har ikke været kutyme tidligere, hvorfor der i princippet har kunnet afleveres "hvad som helst", f.eks. tanke med indhold.

Aftagerne af jern og metal fra jern- og metalgenvindingsvirksomhederne er støberier og smelterier f.eks. Stålvalseværket.

### **Miljøbelastning**

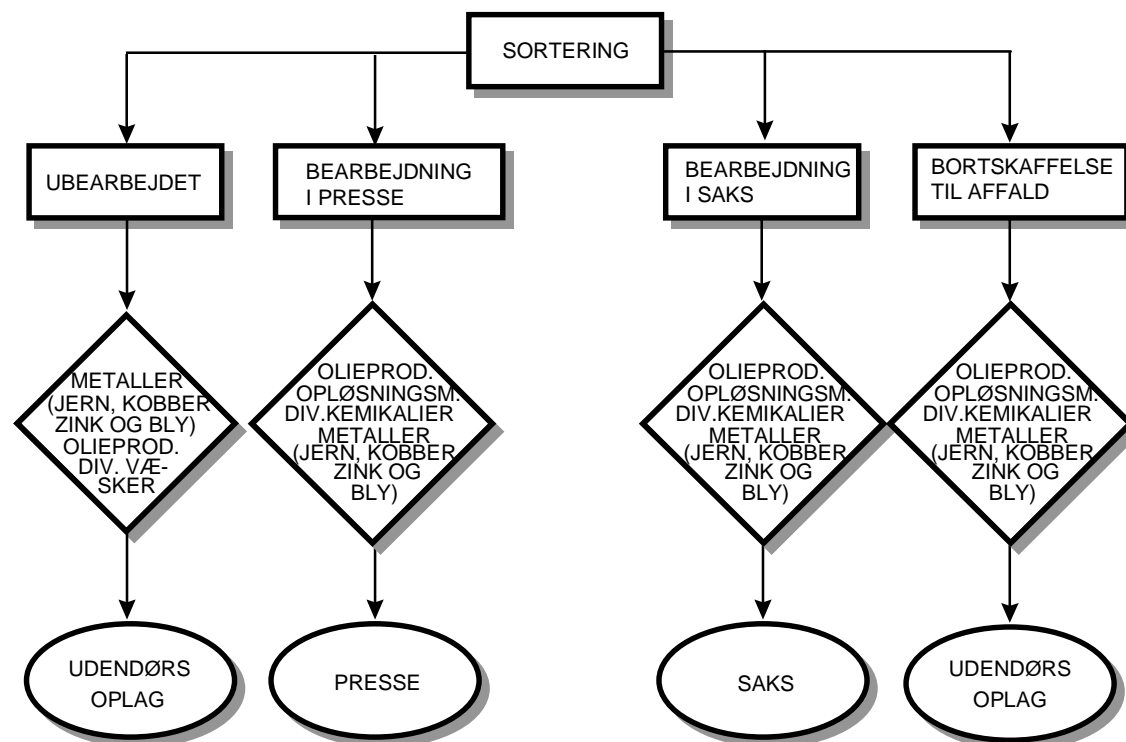
Oplagring på ubefæstede arealer indebærer risiko for jord- og grundvandsforurening med dels metaller, dels olieprodukter og kemikalier.

Behandlingsanlæg (saks og presse) medfører ligeledes risiko for miljøbelastning med metaller, olieprodukter og kemikalier, hvis anlægget ikke er indrettet med "spildebakke" eller lignende.

Da der produceres store mængder affald ved behandling i f.eks. shredder anlæg, har der i forbindelse med miljøgodkendelse af virksomheder i "skrot"branchen været krævet sikkerhedsstillelse, i henhold til Miljøbeskyttelseslovens §39, for et beløb, som svarer til

myndighedernes udgifter til oprydning af de mængder af affald, der må være på pladsen ifølge miljøgodkendelsen.

Miljøbelastningen fra en jern- og metalgenvindingsvirksomhed med saks og presse er vist på figur 4.4.



**Figur 4.4** Oversigt over arbejdsmetoder, potentielt forurenende stoffer/produkter samt potentielle forureningskilder på en jern- og metalgenvindingsvirksomhed med saks og presse

## 5. foruRENINGSRISIKO

### 5.1 Oversigt over potentielle forurenende komponenter

Som antydnet i kapitel 4 er de potentielt forurenende stoffer mangeartede og helt afhængige af evt. kemikalieindhold i det skrot, virksomheden får ind.

Det vil derfor ikke være muligt at udarbejde en udtømmende liste over potentielt forurenende stoffer på skrotpladser.

I tabel 5.1, 5.2 og 5.3 på de næste sider er miljøbelastningen fra hhv. produkthandel, autoophug og jern- og metalgenvinding med saks og presse angivet på tabelform.

PROCES	KILDER	SPREDNING	FORURENENDE STOFFER/ PRODUKTER
Sortering og neddeling (skærebrænder) af metalskrot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udendørs behandling af skrot</li> <li>• Øverste jordlag på hele virksomheden (og evt. også naboejendomme)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Støvflugt (rust, støv mv.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metaller, specielt jern, kobber, zink og bly</li> </ul>
Oplag	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udendørs oplag af råvarer på ubefæstet jord</li> <li>• Udendørs oplag af affald på ubefæstet jord</li> <li>• Øverste jordlag på hele virksomheden (og evt. også naboejendomme)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Støvflugt</li> <li>• Dryp af væsker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metaller, specielt jern, kobber, zink og bly.</li> <li>•olieprodukter</li> </ul>

**Tabel 5.1** Miljøbelastning fra produkthandel

PROCES	KILDER	SPREDNING	FORURENENDE STOFFER/ PRODUKTER
Oplagring af biler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udendørs oplag på ubefæstet jord</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dryp af væsker fra f.eks. bremseser, motor, akkumulator</li> <li>• Uautoriseret demontering af reservedele</li> <li>• Støvflugt (rust, afskalninger mv.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pb fra akkumulatører</li> <li>• Olieprodukter (motor-, gear- og hydraulikolie samt evt. Brændstof</li> <li>• Glycoler, alkoholer og forskellige alifatiske kulbrinter fra køler- og bremsevæske</li> <li>• Metaller f.eks. Cr, Cu, Ni, Zn, Pb og Hg</li> </ul>
Aftapning af væsker	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udendørs område for aftapning af væsker</li> <li>• Oplag af aftappede væsker</li> <li>• Bortskaffelse af væsker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spild</li> <li>• Direkte udledning til jord</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pb fra akkumulatører</li> <li>• Olieprodukter (motor-, gear- og hydraulikolie samt evt. brændstof)</li> <li>• Glycoler, alkoholer og forskellige alifatiske kulbrinter fra køler- og bremsevæske</li> </ul>
Afmontering og op-hug af akkumulatører	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Udendørs oplag af akkumulatører</li> <li>• Udendørs område for opugning af akkumulatører</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dryp af akkumulatørvæske</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pb</li> <li>• Pb-holdig svovlsyre</li> </ul>
Demontering af brugbare reservedele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rampe/smøregrav</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dryp af div. væsker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olieprodukter</li> </ul>

**Tabel 5.2** Miljøbelastning fra autoophugningsvirksomheder indtil slutningen af 80'erne. I dag gælder en række nye miljøregler, der håndhæves af DAG

PROCES	KILDER	SPREDNING	FORURENENDE STOFFER/ PRODUKTER
Klipning og presning, generelt	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jorden under eller omkring saks og/eller presse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spild og uheld med hydraulisk udstyr</li> <li>“Rystejord”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Olieprodukter (skære-, smøre- og hydraulikolier)</li> <li>Metaller, specielt Fe, Cu, Zn og Pb</li> </ul>
Klipning eller presning af tromler og tanke	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jorden under eller omkring saks og/eller presse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spild af kemikalier fra ikke helt tømte emballage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organiske opløsningsmidler</li> <li>Chlorerede opløsningsmidler</li> <li>Olieprodukter</li> <li>Mulighed for mange andre kemikalier der anvendes industrielt</li> </ul>
Presning af hele biler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jorden under eller omkring saks og/eller presse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dryp af overskydende væsker i motor, gearkasse mv.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Olieprodukter (motor og gearolie evt. brændstof)</li> <li>Kølevæske</li> <li>Bremsevæske</li> </ul>
Sortering og neddeling (skærebrænder) af metalskrot	<ul style="list-style-type: none"> <li>Øverste jordlag på hele virksomheden (og evt. også naboejendomme)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Støvflugt (rust, støv mv.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metaller, specielt Fe, Cu, Zn og Pb</li> </ul>
Oplagring af skrot	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oplag af råvarer på ubefæstet jord</li> <li>Oplag af affald på ubefæstet jord</li> <li>Øverste jordlag på hele virksomheden (og evt. også naboejendomme)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Støvflugt (rust, støv mv.)</li> <li>Dryp af overskydende væsker i motor, gearkasse mv.</li> <li>Afdræning af olie fra skærespåner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metaller, specielt Fe, Cu, Zn og Pb</li> <li>Olieprodukter</li> <li>Evt. kølevæske</li> <li>Evt. bremsevæske</li> </ul>

**Tabel 5.3** Miljøbelastning fra jern- og metalgenvindingsvirksomheder med saks og presse

## 5.2 Stofbeskrivelse - kemiske data

I bilag 1 findes datablade for udvalgte af de i afsnit 5.1 omtalte forureningskomponenter.

De udvalgte stoffer er:

- Benzen
- Toluen
- Ethylbenzen
- Xylener
- Benz(a)pyren
- Cadmium
- Kobber
- Zink
- Chrom
- Nikkel
- Bly
- Methyltertiærbutylether (MTBE)
- Ethylenglycol
- Propylenglycol
- Toluendiisocyanat (TDI)
- Toluendiamin

Databladene for de organiske stoffer viser fysisk-kemiske data; molvægt, densitet, kogepunkt, damptryk, vandopløselighed og oktonol-vand fordelingskoefficient, hvor det har været muligt at finde relevante data. Endvidere er det anført, om stoffet er optaget på listen over farlige stoffer, /11/.

For metallerne er anført de mest forekommende ioner i jord- og grundvandsmiljøet, samt hvilken betydning redoxforhold, udfældning, sorption og kompleksering har for stoffets fordeling i jord og grundvand.

Ud fra de fysisk kemiske egenskaber er det i databladet anført, i hvilken fase (jord, vand eller luft) man vil forvente at finde stoffet på en forurennet grund.

Stofferne er udvalgt på baggrund af formodet hyppighed i anvendelse og farlighed.

## **6. undersøgelser**

### **6.1 Historik**

#### **6.1.1 Historisk kortlægning**

Forud for enhver teknisk undersøgelse er det vigtigt at få beskrevet de aktiviteter, som man har mistanke om, kan have medført forurening. Dette gøres ved at gennemgå forskellige historiske kilder.

Jo bedre oplysninger der er om de aktiviteter, der er foregået, jo mere målrettet kan den tekniske undersøgelse blive.

Strategien i forbindelse med den historiske kortlægning afhænger af, hvilke oplysninger der søges efter.

I det følgende er kildegennemgangen opdelt i tre faser efter hvilke oplysninger, som ønskes:

#### **Oplysninger om lokalisering af muligt forurenende virksomheder**

Indhentning af oplysninger om hvor der har været virksomheder, som mistænkes for at have medført forurening - med henblik på en generel kortlægning af forurenede lokaliteter.

#### **Oplysninger om branchen**

Indhentning af oplysninger som er specifikke for branchen for at opnå et generelt branchekendskab.

#### **Oplysninger om lokaliteten**

Indhentning af oplysninger om de aktiviteter der er foregået på den pågældende lokalitet med henblik på en registreringsundersøgelse.

##### **6.1.1.1 Oplysning om lokalisering af muligt forurenende virksomheder**

Det at finde frem til hvilke lokaliteter der kan have medført forurening forudsætter, at man ved hjælp af mere "brede" historiske kilder som vejvisere, telefonbøger, lokalvejvisere og annonceværker, har lokaliseret de ejendomme, hvor der har ligget en virksomhed inden for den branche man kortlægger. Kendetegnende for disse historiske kilder er, at de har en bred dækning, men en lav detaljeringsgrad.

Vedrørende industrikortlægning generelt henvises til Lossepladsprojektet, Udredningsrapport U6, "Kilder til industrikortlægning", december 1989, /11/, som er en bibliografi over industrihistorisk litteratur og kildemateriale.

### 6.1.1.2 Oplysninger om branchen

Af litteratur der beskriver skrot- og ophugningsbranchen, kan udover denne branchebeskrivelse nævnes;

- Brancheorientering for autoophugningsbranchen. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5, 1993, /1/.
- Brancheorientering for jern- og metalgenvindingsvirksomheder. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 3, 1992, /2/.

### 6.1.1.3 Oplysninger om lokaliteten

Den efterfølgende kildegennemgang retter sig mod beskrivelsen af de aktiviteter, der er foregået på den enkelte kortlagte ejendom i forhold til at skulle tilrettelægge og gennemføre en registreringsundersøgelse.

I forbindelse med tilrettelæggelsen af en registreringsundersøgelse kan de historiske kilder opdeles i forhold til, om der søges oplysninger om:

- Lokalisering og driftsperiode
- Fysisk indretning og udvikling heri
- Identifikation af processer, oplag og produktionsomfang samt udvikling heri
- Identifikation af håndterede miljøfarlige stoffer og lokalisering af hotspots
- Oplysninger om brande og ulykker

Der knytter sig forskellige kildemæssige muligheder og tilgange afhængig af, hvilke oplysninger der søges.

#### Lokalisering og driftsperiode

- Kommunens arkiver (adresse, matr.nr. ejerforhold)
- Fredningsplanudvalgenes registrering og kortlægning af skrotpladser 1971-72
- Registreringen er senere indgået som baggrundsmateriale for "Bilskrot - Miljøstyrelsens redegørelse om bilskrotproblematikken i Danmark, Miljøstyrelsen (nov. 1979)
- Tingbog (driftsperiode)

Tingbogen vil normalt være nok til at kunne oplyse driftsperioden, som supplement kan evt. gennemgås:

- Kraks: Danmarks ældste forretninger
- Festskrifter
- Vejvisere
- Brancheforeninger
- Virksomhedsarkiver (f.eks. Erhvervsarkivet eller det Kgl. Bibliotek)

### **Fysisk indretning og udvikling heri**

- Kommunens arkiver (ejendoms-, bygnings- og miljøforvaltning samt byplan- og vejafdeling for oplysninger om indretning, grund- og situations- og kloakplaner, oplysning om nedgravede tanke og deres status, oplag, miljøsager m.m.)
- Lodfotos fra Kort- og Matrikelstyrelsen, amter og kommuner
- Skrå-/flyfotos fra lokalhistorisk arkiv, museer, Det Kgl. Bibliotek, f.eks. Sylvest Jensens fotosamling
- Fredningsplanudvalgenes registrering og kortlægning af skrotpladser 1971-72
- Politarkiv (kun ved oplag af brandfarlige væsker. Kræver årstalsangivelse for sagsbehandling af den pågældende på arkivet)

### **Identifikation af processer, oplag og produktionsomfang samt udvikling heri**

- Arbejdstilsynets inspektionsberetninger (tidligere Fabrikstilsynet)
- Kommunens arkiver (ejendoms-, bygnings- og miljøforvaltning samt byplan- og vejafdeling for oplysninger om indretning, grund- og situations- og kloakplaner, oplysning om nedgravede tanke og deres status, oplag, miljøsager m.m.)
- 1971-73 Fredningsplanudvalgenes registrering og kortlægning af skrotpladser 1971-72
- Interviews af tidligere ansatte på virksomheden eller hos kommunen
- Festskrifter, tidsskrifter, avisartikler

I forbindelse med udarbejdelse af en historisk redegørelse for skrotpladser og autoophugere kan det være til stor nytte at fremskaffe flyfotos. Flyfotos er særdeles velegnede i forbindelse med virksomheder med udendørs aktiviteter. Herpå vil man kunne se, hvorledes virksomheden har udviklet sig gennem årene, hvis man kan skaffe en serie af fotos. Udover oplag, placering af maskineri mv. vil ændringer i terrænforholdene ligeledes træde frem, og det kan være af betydning for vurdering af evt. intern affaldsdeponering. Undersøgelsen vil kunne tilrettelægges herefter.

### **Identifikation af håndterede miljøfarlige stoffer og lokalisering af hotspots**

Det vil her være relevant at gennemgå kilderne under pkt. 3).

### **Oplysninger om brande og ulykker**

Der søges oplysninger hos ejer/bruger, brandvæsen og kommune om brande eller ulykker, der kan have medført spredning af forurening.

I øvrigt henvises til litteraturlisten kap. 7 i denne branchebeskrivelse samt Lossepladsprojektet, Udredningsrapport U6, "Kilder til industrikortlægning", december 1989 /11/.

#### **6.1.2 Status for branchens miljøbelastning**

På produkthandler, autoophug eller jern- og metalgenvindingsvirksomheder kan der som omtalt i de tidligere afsnit være flere kilder til jord- og grundvandsforurening. I kapitel 4

og 5 er der udarbejdet oversigter over mulige miljøbelastninger fra de forskellige aktiviteter, der kan foregå/har foregået på denne virksomhedstype. I oversigterne er de mest sandsynlige miljøbelastninger nævnt.

På baggrund af ovennævnte tabeller er der nedenfor givet en prioriteret liste over forureningskilder på en produkthandel, autoophug eller jern- og metalgenvindingsvirksomhed. Listen er baseret på erfaringer fra Carl Bro as. Der gøres opmærksom på, at listen er baseret på GENERELLE erfaringer, hvorfor listen i hvert enkelt tilfælde skal vurderes sammen med de konkrete forhold på den aktuelle lokalitet, som den historiske redegørelse har vist.

<i>Kilder som <b>altid medtages</b> i en undersøgelse</i>
• Jordlagene omkring stationære presser og sakse
• Udendørs oplag inkl. kemikalie- og affaldsoplæg
• Oplæg af gamle bildele (akkumulatorer m.m.)
• Benzin/olieudskillere samt sandfang
• Nedgravede tanke med tilhørende rørføringer, påfyldning og udluftning
• Sted for demontering samt aftapning af væsker
<i>Kilder som <b>anbefales medtaget</b> i en undersøgelse</i>
• Utætte kloakker
• Områder med udendørs oplæg af biler
<i>Kilder som i <b>specielle tilfælde kan medtages</b> i en undersøgelse</i>
• Øverste jordlag på hele pladsen og evt. naboejendomme

På produkthandler, autoophug eller jern- og metalgenvindingsvirksomheder er det relevant at undersøge for jordforurening med metaller, og ved undersøgelse for organisk forurening skal undersøgelsen belyse såvel jord- som grundvandsforurening.

## 6.2 Teknisk undersøgelse

### 6.2.1 Prøvetagning

Udførelse af boringer og udtagning af jord- og vandprøver er beskrevet i Miljøstyrelsens generelle branchevejledning, /3/, hvortil der henvises.

#### Boringer

Ved stationære og identificerbare kilder såsom stationære sakse og presser anbefales det, at der udføres boringer. I det omfang der påtræffes vandførende lag, filtersættes minimum en boring (helst nedstrøms forureningskilden) med henblik på undersøgelse af grundvandsforurening.

Der udtages jordprøver i tilknytning til udførelse af borearbejdet. Fra filtersatte boringer udtages tillige vandprøver.



## Gravninger

I forbindelse med undersøgelse af skrotpladser hvor der overvejende er tale om diffus forurening, bør det overvejes at supplere borearbejdet med gravninger.

Gravninger er velegnede til at undersøge de terrænnære jordlag på store arealer for forurening. Gravningerne kan udføres med maskiner, f.eks. rendegraver eller "bob cat" eller med håndkraft vha. spade eller jordspyd/håndbor.

Fordelen ved gravninger er dels, at man kan få undersøgt et stort areal i overfladen nemt og hurtigt (og billigt sammenlignet med borearbejde), dels at man får et godt indtryk af sammensætningen af fyldlagene, hvilket har betydning for vurdering af f.eks. forhold omkring affaldsdeponering.

### 6.2.2 Analyser

#### 6.2.2.1 Indledende prøvebeskrivelse

Den indledende karakterisering foretages på samtlige jordprøver, der er udtaget i forbindelse med feltarbejdet.

Den indledende karakterisering bør omfatte:

- registrering af laggrænser i jordprofilet
- geologisk karakterisering
- registrering af misfarvninger
- registrering af evt. lugt
- PID-måling (måling med photoionisationsdetektor)

PID-målinger anvendes for at identificere mulige forureninger med flygtige organiske stoffer. Retningslinier for udførelse af PID-måling er anført i Miljøstyrelsens vejledning, /3/.

For vandprøver vil det som regel på forhånd være besluttet, hvilke boringer der skal benyttes til prøvetagning, hvorfor der som regel ikke foretages indledende karakterisering. Ligeledes bør lugt eller tilstedeværelse af oliefilm i forbindelse med prøvetagningen noteres.

#### 6.2.2.2 Feltanalyser

Til hjælp til udvælgelse af jordprøver på produkthandler, autoophug eller jern- og metalgenvindingsvirksomheder samt til afgrænsning af forureningen kan det anbefales at anvende følgende feltanalyser:

- Metalscreening med røntgenfluorescensteknik (EDXRF)
- Screening for oliekomponenter med Felt Test Kit

Metalforurening lader sig som bekendt ikke spore med den indledende karakterisering. På skrotpladser, hvor det ofte vil være store arealer, der skal undersøges for diffus forurening (punktkilder som f.eks. aftapning af batterisyre kan sandsynligvis ikke stedfæstes), vil det ubetinget være en fordel at anvende feltanalyser til metalscreening af et stort antal prøver fra lokaliteten med henblik på at kortlægge forurenede områder.

Til hjælp til afsløring af forurening med højtstående olieprodukter, som ofte ikke giver udslag på PID-måleren, kan det være en fordel at benytte nogle af de felt test kits til bestemmelse af olieprodukter, der findes på markedet. Ved anvendelse af felt test kits i kombination med PID, syn og lugt kan man screene hele området for højtstående olieprodukter. Anvendelse af Felt Test Kit skal ikke betragtes som en erstatning for laboratorieanalyser, men derimod som et supplement til registreringsundersøgelsen. Desuden er Felt Test Kit et værktøj til udvælgelse af laboratorieanalyser. Der findes i dag på markedet et bredt udvalg af diverse Felt Test Kit, og der udvikles til stadighed nye metoder.

I det følgende er de anbefalede metoder beskrevet kort.

Metalscreening - EDXRF	
Anvendelsesområde	Almindeligvis medbestemmes Cr, Ni, Cu, Zn, As og Pb med de fleste typer EDXRF-udstyr
Kort om princip	Måling af metallerne med røntgenfluorescenceteknik direkte på jordprøven (evt. først tørret)
Fordele	Ingen oplukning eller prøveforberedelse Kan anvendes i felten Væsentligt billigere end andre metalscreeningsmetoder
Ulemper	Bestemmer jordens totale indhold af de forskellige metaller, Detektionsgrænseniveauet er højere end ved AAS og ICP analyser
Henvisninger	/12/

Felt Test Kit - Kemisk kolorimetrisk bestemmelse	
Anvendelsesområde	Aromatiske hydrocarboner (benzin, diesel, fyringsolie, spildolie). PAH-forbindelser medbestemmes ikke.
Kort om princip	Kort ekstraktion med heptan. Efterfølgende farverreaktion efter tilsætning af reagens. Farveintensiteten sammenlignes med kendte standarder.
Fordele	Hurtig Prisbillig Kræver kun simpel og kort introduktion Visse test kits kan anvendes både til jord og vand
Ulemper	Falske positive resultater ved tilstedeværelse af naturligt forekommende organiske komponenter i jorden (humus)
Henvisninger	Carl Bro as

Felt Test Kit - Immunoassay	
Anvendelsesområde	Olieprodukter
Kort om princip	Ekstraktion med methanol. Ekstraktet tilsættes reagenser bl.a. antistoffer/enzymer, som reagerer med farve, hvis prøven ikke indeholder oliekomponenter over en forudbestilt koncentration. Testniveauer kan bestilles efter behov. Farveintensiteten bestemmes ved hjælp af spektrofotometer
Fordele	Stofspecifik. Der findes f.eks. også test kit til PAH-forbindelser. Mere nøjagtig koncentrationsbestemmelse end ved kolorimetrisk bestemmelse
Ulemper	Kræver kemisk uddannet personel og gerne indendørs faciliteter
Henvisninger	/12/

### 6.2.2.3 Kemiske analyser

For at opnå det mest optimale analyseprogram er det vigtigt allerede i planlægningsfasen at have en god dialog med analyselaboratoriet. Laboratoriet bør så præcist som muligt informeres om, hvilke parametre man ønsker at bestemme. Herved kan laboratoriet tage de relevante forholdsregler med hensyn til analysemetoder, ekstraktionsmidler m.m., så de bedst mulige analyseresultater sikres.

Nedenfor er givet forslag til analyseprogrammer for såvel jord- som vandprøver. Analyseprogrammerne medtager de komponenter, der er hyppigst forekommende på skrotpladser og autoophug. Der skal dog gøres opmærksom på, at der derudover kan være mulighed for en række andre forureningskomponenter. Nedenstående analyseprogrammer kan derfor udvides med analyse for specifikke komponenter, hvis den historiske redegørelse indikerer håndtering af specielle produkter.

#### 6.2.2.3.1 Jordprøver

Det anbefales, at udvalgte jordprøver udtages på lokaliteter, hvor der er/har været produkthandel, autoophug eller jern- og metalgenvindingsvirksomhed analyseres for parametrene anført i tabel 6.1.

Analyseprogram	Følgende parametre medbestemmes	Analysemetode	Detektions-grænseniveau
Metaller	Bly Cadmium Chrom Kobber Nikkel Zink	ICP eller AAS	0,1-2 mg/kg
Andet	pH	DS	
Organiske stoffer	Tjærestoffer (PAH) Mineralolie Højt kogende olieprodukter Terpentin Petroleum	Ekstraherbare, organiske stoffer ved GC-FID evt. i kombination med GC-MS	Ca. 0,1 mg/kg for enkeltkomponenter. 2-50 mg/kg for sammensatte produkter

Note: De anførte detektionsgrænser er hentet fra gældende metodebeskrivelser og prislister fra et udvalg af danske analyselaboratorier i løbet af den periode, hvor branchebeskrivelsen er blevet til, d.v.s. 1996/97

**Tabel 6.1** Analyseprogram for jordprøver

Jordprøverne analyseres for metallerne bly, chrom, nikkel, kobber, zink samt i udvalgte prøver også cadmium. Der findes flere metoder til analyse for disse metaller. I det følgende er de anbefalede analysemetoder kort beskrevet.

Atomabsorbtiionsspektrometri, AAS	
Anvendelsesområde	De fleste metaller kan bestemmes ved AAS. For at bestemme arsen skal der dog anvendes en specialteknik (hydridmetoden).
Kort om princip	Syreoplukning efterfulgt af måling af hvert enkelt metal ved atomabsorbtiionsspektrometri med flamme
Fordele	Specifik metode Lav detektionsgrænse Meget lave detektionsgrænser kan opnås med AAS med grafovsn
Ulemper	Arbejdskrævende Ikke multielementteknik (ikke screening) Høj pris
Henvisninger	/12/

Plasmaemissions spektroskopi, ICP	
Anvendelsesområde	Mange metaller kan bestemmes ved ICP, dog ikke arsen.
Kort om princip	Syreoplukning efterfulgt af screening for metaller i ekstraktet ved (induktivkoblet) plasmaemissionspektroskopi
Fordele	<p>Multielementteknik (flere metaller bestemmes samtidig)</p> <p>Billigere end AAS</p> <p>Detektionsgrænseniveau omtrent som for traditionel AAS med flamme</p> <p>Ved kombination med massespektrometri fås meget lav detektionsgrænse</p>
Ulemper	<p>Arsen medbestemmes ikke</p> <p>Dyrere end EDXRF</p>
Henvisninger	/12/

pH medtages i analyseprogrammet, fordi et lavt pH kan afsløre forurening med akkumulatorsyre, og fordi pH har betydning for vurdering af metallernes mobilitet i jorden.

Fra borer, hvor der findes bly og lavt pH, vil det være relevant også at analysere for bly i de dybereliggende jordlag. Analysen udføres ved samme metoder som anført ovenfor.

Der udføres en screeningsanalyse ved gaschromatografi med flammeionisationsdetektion, GC-FID til undersøgelse for organiske forureningskomponenter i de jordprøver, hvor der findes forhøjet PID-udslag. Ved GC-FID screeningen medbestemmes olieprodukter, såvel letflygtige (terpentin, petroleum og mineralolie) som tungere olietyper (hydraulik-, motor og smøreolietyper). Metoden er kort beskrevet nedenfor.

Ekstraherbare, organiske stoffer ved GC-FID	
Anvendelsesområde	Ved GC-FID screeningen medbestemmes såvel BTEX, olieprodukter (terpentin, petroleum og mineralolie) og i nogen grad PAH-forbindelser
Kort om princip	Ekstraktion af jordprøven med pentan eller dichlormethan efterfulgt af screeningsanalyse ved gaschromatografi med flammeionisationsdetektion, GC-FID
Fordele	<p>Screeningsmetode der medbestemmer mange af de almindeligt forekommende forureningskomponenter</p> <p>Efterhånden rutineanalyse på de fleste laboratorier</p>
Ulemper	<p>Meget polære stoffer medbestemmes ikke</p> <p>PAH-forbindelser medbestemmes dårligt, hvis der anvendes pentanekstraktion, hvorfor der så bør kombineres med specifik analyse for PAH</p> <p>Højt indhold af kulbrinter i prøven kan betyde forhøjet detektionsgrænse for enkelt komponenter</p>
Henvisninger	/12/

PAH-forbindelser ved GC-MS	
Anvendelsesområde	Medbestemmer PAH-forbindelser. Typisk medbestemmes 8 eller 16 karakteristiske enkeltkomponenter
Kort om princip	Ekstraktion af jordprøven med xylene efterfulgt af gaschromatografi kombineret med massespektrometri i selektiv ion mode (GC-MS-SIM)
Fordele	Specifik metode til bestemmelse af PAH
Ulemper	Tidskrævende Forholdsvis høj pris
Henvisninger	/12/

### 6.2.2.3.2 Vandprøver

Vandprøver fra lokaliteter, hvor der er/har været produkthandel, autoophug eller jern- og metalgenvindingsvirksomhed bør analyseres efter følgende program (tabel 6.2):

Analyseprogram	Følgende parametre medbestemmes	Analysemetode	Detektions-grænseniveau
Organiske stoffer, ekstraherbare	BTEX Naphthalen Mineralolie	Ekstraherbare organiske stoffer ved GC-FID	0,2-1 µg/l for enkeltkomponenter
Organiske stoffer, vandblandbare	Glycoler	GC-FID med direkte injektion (vandblandbare stoffer)	0,5-5 mg/l for enkeltkomponenter
Metaller	Bly	AAS (grafitovn)	0,001 mg/l
Andet	pH	DS	-
	Ledningsevne	DS	-

Note: De anførte detektionsgrænser er hentet fra gældende metodebeskrivelser og prislister fra et udvalg af danske analyselaboratorier i løbet af den periode, hvor branchebeskrivelsen er blevet til, d.v.s. 1996/97

**Tabel 6.2** Analyseprogram for vandprøver

Angående beskrivelse af de enkelte analysemetoder henvises til metodebeskrivelser for jordprøver. Nedenfor er dog givet en beskrivelse af analyse for vandblandbare opløsningsmidler:

GC-FID - Vandblandbare opløsningsmidler	
Anvendelsesområde	Ved metoden medbestemmes ethere, alkoholer, ketoner, glycoler, glycolethere
Kort om princip	Direkte injektion og analyse ved gaschromatografi med flammeionisationsdetektor (GC-FID)
Fordele	Screeningsmetode der medbestemmer mange af de almindeligt forekommende vandblandbare forureningskomponenter
Ulemper	Mere usikker bestemmelse af enkeltkomponenter i forhold til specifik analyse med GC-MS
Henvisninger	/12/

Ofte anses det ikke for relevant at analysere vandprøver for metaller, da disse i de fleste tilfælde er forholdsvis immobile. Lav pH kan imidlertid øge metallernes mobilitet i jorden. Dette kan være relevant for bly, hvor der har været oplag af brugte akkumulatorer (spild af akkumulatorvæske).

## 7. litteraturliste

- /1/ Brancheorientering for autoophugningsbranchen. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5, 1993.
- /2/ Brancheorientering for jern- og metalgenvindingsvirksomheder. Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 6, 1995.
- /3/ Generel branchevejledning for forurenede grunde. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 3, 1992.
- /4/ Skrotning af elektroniske apparater. Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen nr. 18, 1992.
- /5/ Udkast til vejledning om jordkvalitetskriterier for forurenede grunde, Miljøstyrelsen, 1992.
- /6/ Branchevejledning for forurenede træimprægneringsgrunde. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 4, 1992.
- /7/ Forurenet og rensed jord på Sjælland og Lolland-Falster. Vejledning i håndtering og bortskaffelse af forurenet og rensed jord udgivet af amterne på Sjælland samt Frederiksberg og Københavns Kommuner, Februar 1997.
- /8/ Vejledning i anvendelse af forurenet og rensed jord, Vestsjællands Amt, 1992.
- /9/ Jordanalyser. Skrift fra møde den 25. september 1991 afholdt af ATV-Komiteen vedrørende Grundvandsforurening.
- /10/ Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer. Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 69 af 7. februar 1996.
- /11/ Lossepladsprojektet, Udredningsrapport U6, Kilder til industrikortlægning, December 1989.
- /12/ Miljøstyrelsen; Udkast til "Vejledning om prøvetagning og analyse af jord", Miljøstyrelsen, 14. februar 1997.
- /13/ Rundspørge og opgørelse foretaget af CNS Miljørådgivning for Miljøstyrelsen i forbindelse med "Miljøstyrelsens erfaringsopsamling ved kortlægning af forurenede grunde". Brev fra CNS Miljørådgivning til Fyns Amt dateret 23. maj 1997.

Navn	<b>Benzen</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	Benzol		
CAS nr.	71-43-2		C
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>		A
Tilstandsform	farveløs væske		A
Molvægt	78,11	g/mol	A
Densitet	0,8786	g/ml	A
Kogepunkt	80,1	°C	A
Vandopløselighed	1780 (ved 20 °C)	mg/l	A
Damptryk	76 (ved 20 °C) 60 (ved 15 °C)	mmHg	A
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	2,13		A
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: Carc1, F, T		G
Forekommer i:			
Jord	(*)		
Grundvand	*		
Poreluft	*		

Navn	<b>Toluen</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	Toluol, methylbenzen, phenylmethan		A
CAS nr.	108-88-3		C
Kemisk formel	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>		A
Tilstandsform	farveløs væske		A
Molvægt	92,1	g/mol	A
Densitet	0,867	g/ml	A
Kogepunkt	110,8	°C	A
Vandopløselighed	470 (ved 20 °C)	mg/l	A
Damptryk	10 (ved 6,4 °C) 22 (ved 20 °C) 40 (ved 31,8 °C)	mmHg	A
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	2,69		A
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: F, Xn konc. ≥ 12,5%: Xn		G
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		

Navn	<b>Ethylbenzen</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	Phenylethan		A
CAS nr.	100-41-4		C
Kemisk formel	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>		A
Tilstandsform	farveløs væske		A
Molvægt	106,17	g/mol	A
Densitet	0,867	g/ml	A
Kogepunkt	136,2	°C	A
Vandopløselighed	140 (ved 15 °C) 152 (ved 20 °C)	mg/l	A
Damptryk	7 (ved 20 °C) 12 (ved 30 °C)	mmHg	A
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	3,15		A
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: F, Xn konc. ≤ 25%: Xn		G
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		

Navn	<b>Ortho-xylen</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	o-xylen, 1,2-dimethylbenzen, o-dimethylbenzen, 1,2-xylen, o-xylol		A
CAS nr.	95-47-6		
Kemisk formel	$C_6H_4(CH_3)_2$		A
Tilstandsform	farveløs væske		A
Molvægt	106,17	g/mol	A
Densitet	0,88	g/ml	A
Kogepunkt	144,4	°C	A
Vandopløselighed	175 (ved 20 °C)	mg/l	A
Damptryk	5 (ved 20 °C) 9 (ved 30 °C)	mmHg	A
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	2,77		A
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: Xn, Xi		G
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		

Navn	<b>Meta-xylen</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	m-xylen, 1,3-dimethylbenzen, m-dimethylbenzen, 1,3-xylen, m-xylol		A
CAS nr.	108-38-3		
Kemisk formel	$C_6H_4(CH_3)_2$		A
Tilstandsform	farveløs væske		A
Molvægt	106,16	g/mol	A
Densitet	0,864	g/ml	A
Kogepunkt	139	°C	A
Vandopløselighed	135 (ved 20 °C)	mg/l	C
Damptryk	6 (ved 20 °C) 11 (ved 30 °C)	mmHg	A
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	3,20		A
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: Xn, Xi		G
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		

Navn	<b>Para-xylen</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	p-xylen, 1,4-dimethylbenzen, p-dimethylbenzen, 1,4-xylen, p-xylol		A
CAS nr.	106-42-3		
Kemisk formel	$C_6H_4(CH_3)_2$		A
Tilstandsform	farveløs væske		A
Molvægt	106,17	g/mol	A
Densitet	0,86	g/ml	A
Kogepunkt	138,4	°C	A
Vandopløselighed	198 (ved 25 °C)	mg/l	A
Damptryk	6,5 (ved 20 °C) 12 (ved 30 °C)	mmHg	A
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	3,15		A
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: Xn, Xi		G
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand	*		
Poreluft	*		

Navn	<b>Benz(a)pyren</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	Benzo(a)pyren, 3,4-benzopyren, B(a)P		A
CAS nr.	50-32-8		C
Kemisk formel	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub>		C
Tilstandsform	gul krystallinsk masse		A
Molvægt	252,3	g/mol	A
Densitet	-	g/ml	A
Smeltepunkt	179	°C	A
Vandopløselighed	0,003	mg/l	A
Damptryk	-	mmHg	A
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	6,5		J
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: T, Carc2, Mut2, Rep2		G
Forekommer i:			
Jord	*		
Grundvand			
Poreluft			

Navn	<b>Bly</b>
Kemisk betegnelse	Pb
Atomnummer	82
Generelt	Bly er et toksisk tungmetal.
Optræder i følgende oxidationstrin	Bly forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +II og +IV. For bly er oxidationstrin +II det mest sædvanlige og stabile i naturen.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Bly optræder som $Pb^{2+}$ i det terrestiske miljø.
Redoxforhold	Ingen praktisk betydning
Udfældning/ opløselighed	Udfældningsreaktioner har stor betydning for bly i det terrestiske miljø. Bly kan bla. udfældes som sulfider, carbonater, sulfater, hydroxider.
Sorption	Bly tilbageholdes kraftigt i jord som følge af både udfældninger og sorption, men det kan være vanskeligt at adskille effekterne af de to forskellige processer, hvilket man skal være opmærksom på ved benyttelse af $K_d$ -værdier.
Komplexering	Bly danner komplekser med både uorganiske (chlorid og carbonat) og organiske ligander. Bly kompleksere i modsætning til de fleste andre metaller villigt med organisk stof.
Mobilitet/ Forekommer i jord vand luft	*
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Blyforbindelser klassificeres generelt som "sundhedsskadelige" (faresymbol Xn) og reproduktionsskadelige. Enkelte blyforbindelser er klassificeret som "kræftfremkaldende", det gælder bla. blychromat og organiske blyforbindelser (som f.eks. tetraethylbly).

Reference:

Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand: Bind 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 20, 1996

Navn	<b>Cadmium</b>
Kemisk betegnelse	Cd
Atomnummer	48
Generelt	Cadmium er et særdeles toksisk tungmetal for mennesker og de fleste andre organismer. Det gennemsnitlige humane indtag af cadmium er tæt på den anbefalede grænse, hvilket gør cadmium til det mest kritiske af tungmetallerne i forhold til menneskets sundhed.
Optræder i følgende oxidationstrin	Cadmium forekommer på følgende oxidationstrin: 0 og +II.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Cadmium optræder som divalent cadmium, $Cd^{2+}$ i det terrestriske miljø.
Redoxforhold	Redoxforhold har ikke praktisk betydning for cadmiums opførsel i det terrestriske miljø
Udfældning/opløselighed	Cadmium kan udfældes som sulfider, carbonater, fosfater og hydroxider. Ved pH under 8 vil fordelingen af cadmium i jorden dog typisk være styret af sorption.
Sorption	Sorption er den mest betydningsfulde proces for cadmiums opførsel i jord og grundvand. Den styrende parameter for cadmiums sorption i jord er pH, og undersøgelser har vist, at $K_d$ -værdierne varierer fra 15 til 2450 l/kg i pH intervallet 4-9.
Komplexering	Cadmium danner komplekser med tetraederisk struktur. Liganderne kan være såvel uorganiske (chlorid, carbonat) som organiske. Under forhold, hvor jorden tilføres væsker med et højt indhold af organiske eller uorganiske ligander kan komplekseringen få betydning (f.eks. lossepladsperkolat).
Mobilitet/ Forekommer i jord vand luft	*
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Cadmiumforbindelser er generelt klassificeret som "sundhedsskadelig". Enkelte cadmiumforbindelser er klassificeret som "giftig" og/eller "kræftfremkaldende", f.eks. cadmiumsulfid.

Reference:

Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand: Bind 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 20, 1996

Navn	<b>Chrom</b>
Kemisk betegnelse	Cr
Atomnummer	24
Generelt	Chrom er et essentielt metal/mineral for mennesker, men kan give allergiske reaktioner i højere koncentrationer.
Optræder i følgende oxidationstrin	Chrom forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +II, +III og +VI. I salte er +III det hyppigst forekommende. Chromforbindelser, hvor chrom er i oxidationstrin +II, er ustabile.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Cr(+III) findes som trivalent chrom, $Cr^{3+}$ , mens Cr(+VI) i det terrestiske miljø findes som anionen chromat, $CrO_4^{2-}$ eller $HCrO_4^-$ .
Redoxforhold	Redoxforhold har stor betydning for chroms opførsel i jord og grundvand, da Cr(+VI) er mere mobilt end Cr(+III) pga. dannelsen af oxyanioner. Endvidere er Cr(+VI) forbindelser mere toksiske end Cr(+III).
Udfældning/ opløselighed	Udfældning har betydning for Cr(+III)forbindelsers opførsel i jord og grundvand, da Cr(+III) kan udfældes som hydroxid. Cr(+VI) vil under de fleste miljørelevante forhold findes i opløsning, dog med udfældning af bariumchromat som mulig undtagelse.
Sorption	Sorption har mindre betydning for chroms opførsel i jord og grundvand. Sorptionen af chromat er stigende ved faldende pH, men sorptionen er afhængig af konkurrencen fra andre anioner, f.eks. fosfat.
Komplexering	Cr(+III) danner villigt komplekser, men kun hydroxykomplekser har praktisk betydning i miljøet. Cr(+VI) danner ikke komplekser, da det optræder som anion.
Mobilitet/ Forekommer i jord vand luft	* * (oxiderede forhold)
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Chrom(+VI)forbindelser som f.eks. chromtrioxid er klassificeret som "kræftfremkaldende".

Reference:

Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand: Bind 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 20, 1996

Navn	<b>Kobber</b>
Kemisk betegnelse	Cu
Atomnummer	29
Generelt	Kobber er et af de vigtigste essentielle grundstoffer for både mennesker og planter og er kun toksisk i høje koncentrationer.
Optræder i følgende oxidationstrin	Kobber forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +I og +II, med +II som det hyppigst forekommende i salte.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Kobber findes fortrinsvist som $\text{Cu}^{2+}$ i miljømæssig sammenhæng, da Cu(I) er meget ustabil i vand og derfor kun vil være relevant som uopløseligt $\text{Cu}_2\text{S}$ under kraftigt reducerende forhold.
Redoxforhold	Redoxforhold har ingen praktisk betydning for kobbers opførsel i jord og grundvand.
Udfældning/ opløselighed	Det er primært udfældninger med sulfid, som har betydning for kobbers opførsel i jord og grundvand
Sorption	Sorption er meget vigtigt for kobbers fordeling og tilbageholdelse i jord. Sorption af kobber er afhængig af pH, og $K_d$ værdierne for kobber er relativt høje (i størrelsesordenen 1.000 l/kg).
Komplexering	Komplekdannelse har stor betydning for kobbers opførsel i det terrestiske miljø. Kobber danner komplekser med såvel organiske som uorganiske ligander. Specielt danne kobber komplekser med organisk stof (fulvuskomplekser), men også hydroxy og carbonatkomplekser har betydning.
Mobilitet/ Forekommer i jord vand luft	* Trods sin villighed til komplekdannelse angives kobber typisk som et af de mindst mobile metaller i det terrestiske miljø
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Kobbersulfat, kobber(I)chlorid, kobber(I)oxid samt kobbernaphthenat er klassificeret som "sundhedsskadelige".

Reference:

Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand: Bind 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 20, 1996

Navn	<b>Nikkel</b>
Kemisk betegnelse	Ni
Atomnummer	28
Generelt	Nikkel er et essentielt grundstof for mange planter og dyr. Der har i en årrække været fokus på nikkel som følge af mange tilfælde af nikkelallergi.
Optræder i følgende oxidationstrin	Nikkel forekommer på følgende oxidationstrin: 0, +II og +III. Oxidationstrin +II er mest almindeligt i salte.
Mest forekommende ioner i jord/vand	Nikkel findes som Ni <sup>2+</sup> i det terrestiske miljø.
Redoxforhold	Redoxprocesser har ingen betydning for nikkels opførsel i jord og grundvand.
Udfældning/ opløselighed	Opløseligheden af nikkel i terrestiske miljøer kan potentielt styres af sulfider og i mindre grad hydroxider og carbonater.
Sorption	Sorption har stor betydning for nikkels fordeling i jord og grundvand. Også for sorption af nikkel er pH den dominerende faktor. Regressionsligning til estimation af K <sub>d</sub> -værdier for nikkel afhængig af pH findes i litteraturen.
Komplexering	Komplekdannelse er vigtigt for nikkels fordeling i jord og grundvand. Nikkel danner komplekser med uorganiske ligander som chlorid og carbonat samt med organiske ligander. Dannelse af nikkelkomplekser i matricer med højt indhold af organisk stof vil kunne øge nikkels mobilitet.
Mobilitet/ Forekommer i jord vand luft	* (Under forhold, hvor jorden tilføres væsker med højt indhold af organiske ligander, bør nikkels øgede opløselighed som følge af komplekdannelse vurderes)
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Nikkel, nikkelcarbonat, nikkelcarbonyl, nikkeldihydroxid, nikkeldioxid, nikkelmonoxid, nikkelsulfat og nikkelsulfid er klassificeret som "kræftfremkaldende". Nikkelcarbonat, nikkeldihydroxid og nikkelsulfat er endvidere klassificeret som "sundhedsskadeligt".

Reference:

Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand: Bind 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 20, 1996

Navn	<b>Zink</b>
Kemisk betegnelse	Zn
Atomnummer	30
Generelt	Zink er et essentielt metal, som kun er toksisk overfor mennesker ved indtag i særdeles høje koncentrationer. Kemisk har zink stor lighed med cadmium, og de optræder sammen i miljøet, men typisk forekommer zink i 100 til 1.000 gange højere koncentrationer end cadmium.
Optræder i følgende oxidationstrin	Zink forekommer på følgende oxidationstrin: 0 og +II..
Mest forekommende ioner i jord/vand	Zink forekommer som divalente ioner, $Zn^{2+}$ i det terrestiske miljø.
Redoxforhold	Redoxforhold har ingen praktisk betydning for zink i miljøet.
Udfældning/opløselighed	Zink kan udfældes som sulfider, fosfater, carbonater og hydroxider, men ved pH værdier under 8 vil fordelingen af zink i jorden typisk ikke være styret af udfældninger.
Sorption	Sorption er den vigtigste proces for zinks fordeling i jord og vand. Sorption af zink er næsten udelukkende afhængig af pH. $K_d$ -værdier op 1-3.540 er fundet, og zinks sorption udviser en stærkere pH afhængighed end både kobber og nikkel, således at en stigning i pH på én enhed medfører at $K_d$ øges med en faktor 8.
Komplexering	Zink danner komplekser med tetraederisk struktur. Som ligander kan både uorganiske (chlorid, carbonat) og organiske stoffer fungere. Zinkkomplekser med organisk stof er mindre stabile end de tilsvarende komplekser af kobber, nikkel og bly.
Mobilitet/ Forekommer i jord vand luft	* (Under forhold, hvor jorden tilføres væsker med højt indhold af organiske ligander, bør zinks øgede opløselighed som følge af kompleksdannelse vurderes)
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Zinksalte af visse anioner, som f.eks. zinkcyanid, -chromat, -phosphid og -arsenat er optaget på listen over farlige stoffer pga. anionen. Zinkchlorid er klassificeret som "ætsende" (faresymbol C) og zinkstøv/zinkpulver er klassificeret som "brandfarligt" (faresymbol F). Visse organiske zinkforbindelser er klassificeret som "sundhedsskadelige". Øvrige zinkforbindelser er ikke nævnt.

Reference:

Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand: Bind 2. Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen, nr. 20, 1996

Navn	<b>Methyl-tert-butyl-ether</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	MTBE, 2-Methoxy-2-methylpropan		C
CAS nr.	1634-04-4		C
Kemisk formel	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O		C
Tilstandsform	Farveløs væske		C
Molvægt	88,15	g/mol	C
Densitet	0,7404	g/ml	C
Kogepunkt	55,2	°C	C
Vandopløselighed	51.260 (ved 25 °C)	mg/l	I
Damptryk	245 (ved 25 °C)	mmHg	C
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	1,24		D
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Nej		G
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft	*		

Navn	<b>Ethylenglycol</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	1,2-ethandiol, 1,2-dihydroxyethan		A
CAS nr.	107-21-11		C
Kemisk formel	(CH <sub>2</sub> OH) <sub>2</sub>		A
Tilstandsform	farveløs væske		A
Molvægt	62,1	g/mol	A
Densitet	1,113	g/ml	A
Kogepunkt	198	°C	A
Vandopløselighed	vandblandbar	mg/l	A
Damptryk	0,05 (ved 20 °C) 0,2 (ved 30 °C)	mmHg	A
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-1,93		A
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: Xn		G
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft			

Navn	<b>Propylenglycol</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	1,2-propandiol		A
CAS nr.	57-55-6		C
Kemisk formel	CH <sub>3</sub> CHOHCH <sub>2</sub> OH		A
Tilstandsform	Farveløs væske		A
Molvægt	76,1	g/mol	A
Densitet	1,0381	g/ml	A
Kogepunkt	188,2	°C	A
Vandopløselighed	vandblandbar	mg/l	A
Damptryk	0,2 (ved 20 °C)	mmHg	A
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-1,41/ -0,30 beregnet		A
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Nej		G
Forekommer i:			
Jord			
Grundvand	*		
Poreluft			

Navn	<b>2,4-Toluendiisocyanat</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	2,4-TDI		A
CAS nr.	584-84-9		C
Kemisk formel	$C_6H_3(CH_3)(CNO)_2$		A
Tilstandsform	Hvid væske		A
Molvægt	174,16	g/mol	A
Densitet	1,20	g/ml	A
Kogepunkt	251	°C	A
Vandopløselighed	reagerer med vand og danner toluendiamin	mg/l	A
Damptryk	0,01 (ved 20 °C) 1 (ved 80 °C)	mmHg	A
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: T, Xi 2% < konc. < 20%: T 0,5% < konc. < 2%: Xn		G
Forekommer i:			
Jord	forekommer som toluendiamin		
Grundvand	forekommer som toluendiamin		
Poreluft			

Navn	<b>Toluendiamin</b>	Enhed	Referencer
Synonymer	2,4-diaminotoluen, 4-methyl- <i>m</i> -phenylendiamin		C
CAS nr.	95-80-7		G
Kemisk formel	$(\text{NH}_2)_2\text{C}_6\text{H}_3\text{CH}_3$		C
Tilstandsform	Krystallinsk stof		C
Molvægt	122,17	g/mol	C
Densitet	-	g/ml	
Smeltepunkt	99	°C	C
Vandopløselighed	Opløselig i vand	mg/l	C
Damptryk	-	mmHg	
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering iht. "listen over farlige stoffer"	Fareklasse: T, Xn, Xi, Carc2		G
Forekommer i:			
Jord	(*)		
Grundvand	*		
Poreluft			

Litteraturliste:

- A) Verschueren, Karel; "Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals", 1993
- B) Lide, David R.; "Handbook of Chemistry and Physics", 1991
- C) The Merck Index, 1989
- D) CHEMFATE 1994; Syracuse Research Corporation's Environmental Fate Data base, Syracuse Research Corporation, Syracuse, NY.
- E) Worthing, C et al.; "The Pesticide Manual", 9<sup>th</sup>. Edition, 1991
- F) Danbert, T.E. et al.; "Physical and Thermodynamic Properties of Pure Chemicals", 1989
- G) Miljø- og Energiministeriet; "Bekendtgørelse af listen over farlige stoffer", bekendtgørelse nr. 69 af 7. februar 1996
- H) Adriano, D.C.; "Trace Elements in the Terrestrial Environment", 1986
- I) U.S. EPA.1993; U.S.Environmental Protection Agency, Technical Information Review, Methyl tertiary Butyl Ether, Office of Pollution Prevention and Toxics, U.S. EPA, Washington D.C
- J) Miljøstyrelsen; "Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand", Miljøprojekt nr. 20, 1996
- K) Sax, N. R. et al; "Dangerous Properties of Industrial Materials", 7<sup>th</sup> edition, 1988

## **Bilag 1**

Datablade for udvalgte kemiske stoffer

Nedenfor er givet en oversigt over stofdatablade i bilag 1

UDVALGTE STOFFER	PRODUKTGRUPPER
Benzen	Ekstraktionsbenzin, motorbenzin, affedtningsmidler, visse olieprodukter m.m.
Toluen	Ekstraktionsbenzin, motorbenzin, affedtningsmidler, visse olieprodukter, grunder, spartelmasse, lim, m.m.
Ethylbenzen	Ekstraktionsbenzin, motorbenzin, affedtningsmidler, visse olieprodukter m.m.
Xylener	Ekstraktionsbenzin, motorbenzin, affedtningsmidler, visse olieprodukter grunder, spartelmasse, lim, m.m.
Benz(a)pyren	Olie
Cadmium	
Kobber	
Zink	
Chrom	
Nikkel	
Bly	Olie, motorbenzin, smøre-/bremsefedt, akkumulatorvæske, grunder,
Methylteriærbutylether (MTBE)	Motorbenzin
Ethylenglycol	Kølervæske
Propylenglycol	Kølervæske
Toluendiisocyanat (TDI)	Grunder, spartelmasse, lim
Toluendiamin	Reaktionsprodukt mellem TDI og vand

Fareklasser i henhold til "listen over farlige stoffer":

- E: Eksplosiv
- O: Brandnærende
- Fx: Yderst brandfarlig
- F: Meget brandfarlig
- Tx: Meget giftig
- T: Giftig
- Xn: Sundhedsskadelig
- C: Ætsende
- Xi: Lokalirriterende
- Carc1,2 ell.3: Kræftfremkaldende
- Mut1, 2 ell.3: Mutagen
- Rep1, 2 ell.3: Reproduktionstoksisk