

# **Branchebeskrivelse for autolakererier**

**Teknik og Administration**  
**Nr. 5 2002**

## Indholdsfortegnelse

<b>1. Indledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Sammenfatning.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Generel beskrivelse af branchen.....</b>	<b>15</b>
3.1. Branchedefinition og afgrænsning.....	15
3.2. Lovgivning.....	15
3.3. Brancheorganisation .....	16
3.4. Branchens strukturelle udvikling.....	17
3.4.1. Maskinteknologi .....	17
3.4.2. Anvendte stoffer og kemikalier .....	17
3.4.3. Antal virksomheder og beskæftigede.....	19
<b>4. Processer, teknologi og miljø .....</b>	<b>21</b>
4.1. Procesbeskrivelse.....	21
4.2. Virksomhedsindretning.....	21
4.3. Arbejdsmetoder og miljøbelastning.....	26
4.3.1. Forbehandling .....	26
4.3.2. Maling og lakering.....	30
4.3.3. Tørring .....	33
4.3.4. Efterbehandling.....	35
4.3.5. Malings- og lakblanding .....	36
4.3.6. Rengøring af udstyr.....	37
<b>5. Forureningsrisiko .....</b>	<b>39</b>
5.1. Oversigt over potentielle forureningskilder.....	39
5.2. Vurdering af forureningsrisiko .....	41
5.2.1. Kulbrinter .....	41
5.2.2. Polære kulbrinter.....	42
5.2.3. Chlorerede kulbrinter .....	43
5.2.4. Tungmetaller .....	44
5.2.5. Sammenfattende for autolakererier.....	45
<b>6. Undersøgelser .....</b>	<b>47</b>
6.1. Historisk kortlægning .....	47
6.1.1. Kortlægningsstrategi og –metode .....	47
6.1.2. Indsamling af historisk materiale.....	48
6.2. Status for autolakeringsbranchens miljøbelastning .....	50
6.3. Kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2 .....	57
6.3.1. Undersøgelsesmetoder .....	57
6.3.2. Placering af boringer.....	60
6.3.3. Prøvetagningsmetoder.....	61
6.3.4. Feltanalyser.....	64
6.3.5. Laboratorieanalyser.....	66
<b>7. Afværgeteknikker .....</b>	<b>71</b>
<b>8. Litteraturliste.....</b>	<b>73</b>

## **Bilag**

<b>Bilag 1</b>	Autolakererier i Danmark 1999
<b>Bilag 2</b>	Komponenter i maling
<b>Bilag 3</b>	Uønskede stoffer anvendt inden for autolakering
<b>Bilag 4</b>	Datablade
<b>Bilag 5</b>	Oversigt over historisk materiale
<b>Bilag 6</b>	Relevante kilder i relation til afværgeteknikker
<b>Bilag 7</b>	Ordliste

# 1. Indledning

## Forord

Denne branchebeskrivelse er udarbejdet af Dansk Miljørådgivning A/S for Amternes Videncenter for Jordforurening.

Branchebeskrivelsen er blevet til i et samarbejde med en følgegruppe, som har været tilknyttet projektet. I følgegruppen har deltaget:

- Claus Marcussen, Sønderjyllands Amt
- Carsten Bagge Jensen, Københavns Amt
- Pernille Milton, Københavns Amt
- Ane-Marie Westergaard, Vestsjællands Amt
- Charlotte Weber, Amternes Videncenter for Jordforurening
- Lars Kaalund, Amternes Videncenter for Jordforurening
- Susanne Boiesen Petersen, Miljøkontrollen, Københavns Kommune

Herudover har brancheforeningen – Foreningen af Auto- og Industrielakerere – bidraget med bemærkninger til branchebeskrivelsens kapitel 3 og 4.

## Baggrund

Baggrunden for branchebeskrivelsen er, at erfaringer fra de senere års undersøgelser af jord- og grundvandsforureninger på autolakerier viser, at der hersker usikkerhed om, hvilke forureningskilder og hvilke forureningskomponenter der kan forekomme på lokaliteter med autolakering.

I denne branchebeskrivelse er branchens strukturelle udvikling samt udviklingen i malings- og lakeringsprocesser og miljøbelastning gennemgået fra starten af det 20. århundrede og frem til i dag.

Med baggrund i viden om processer og anvendte materialer samt i erfaringer fra undersøgelser på autolakerier er typiske forureningskilder udpeget, og der er foretaget en vurdering af de forurenende stoffers skæbne i jord- og grundvandsmiljøet.

Nærværende rapport samler denne viden, og på denne baggrund er der udarbejdet et forslag til undersøgelsesprogram for jord- og grundvandsforurening på lokaliteter med autolakering.

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

## **Formål**

Formålet med nærværende branchebeskrivelse er at give en generel indsigt i branchens produktions- og miljøforhold, med særlig henblik på at give overblik over aktiviteter, der indebærer belastning af jord og grundvand.

Branchebeskrivelsen tænkes bl.a. anvendt som opslagsværk i forbindelse med arbejdet med kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2, samt evt. videregående undersøgelser, og skal supplere relevante vejledninger fra Miljøstyrelsen.

## **Læsevejledning**

I teksten anvendes betegnelsen *maling* generelt om grund- og mellemmaterialer, mens betegnelsen *lak* alene anvendes om det afsluttende lag. En række andre forkortelser og fagtermer, der anvendes i rapporten, er nærmere forklaret i ordlisten i bilag 7.

Branchebeskrivelsens indhold og overordnede anbefalinger er sammenfattet i kapitel 2.

I kapitel 3 defineres og afgrænses branchen, og der gives en oversigtlig indføring i branchens strukturelle udvikling, sammensætning og den tilhørende lovgivning. Som supplement til kapitel 3 er der i bilag 1 vist et diagram over fordelingen af autolakererier i de enkelte amter i 1999.

I kapitel 4 beskrives arbejdsprocesserne på autolakererier, samt hvilken miljøbelastning der kan forventes i forbindelse med denne branche i forhold til jord- og grundvandsforurening. Som supplement til kapitel 4 er der i bilag 2 givet en udførlig beskrivelse af komponenterne, der indgår i anvendte malinger og lakker på et autolakereri. I bilag 3 findes desuden en oversigt over stoffer, der er eller har været at finde i materialer anvendt inden for autolakering, og som er på Miljøstyrelsens "Liste over uønskede stoffer".

I kapitel 5 gives en oversigt over potentielle forureningskilder, forureningsstyper og spredningsveje samt en vurdering af risikoen for at træffe en given forureningsstype i jord, grundvand eller poreluft. Som supplement til kapitel 5 er der i bilag 4 udarbejdet en række datablade for stoffer, der er udvalgt med baggrund i hyppighed og farlighed. Databladene indeholder de mest almindelige fysisk/kemiske data, toksikologiske og spredningsrelevante data samt gældende kvalitetskriterier for jord, grundvand og poreluft.

I kapitel 6 beskrives en fremgangsmåde til indsamling af relevante historiske oplysninger. Dernæst gives der anbefalinger til, hvilke forurenende stoffer der *altid bør analyseres for*, hvilke der *anbefales analyseret for* og hvilke der *i specielle tilfælde kan analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2. Desuden gives der anbefalinger til forureningskilder, der *altid bør medtages*, hvilke der *anbefales medtaget*, og kilder som *i specielle tilfælde kan medtages* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2. Endelig

gives der anbefalinger til, hvorledes tekniske undersøgelser kan udformes, herunder valg af prøvetagnings- og analysemetodik. Som supplement til kapitel 6 er der i bilag 5 anført en oversigt over historisk materiale.

I kapitel 7 gives en kortfattet oversigt over de nuværende tekniske muligheder for afværgeforanstaltninger i forhold til jord- og grundvandsforureninger på lokaliteter, hvor der har været autolakereri. Som supplement til kapitel 7 er der i bilag 6 angivet en række kilder, der kan være relevante at undersøge i forbindelse med valg af afværgeteknik.

I kapitel 8 findes en liste over anvendte referencer.



## 2. Sammenfatning

### **Branchedefinition og afgrænsning**

I denne branchebeskrivelse er foretaget følgende afgrænsninger, således at branchebeskrivelsen kun behandler jord- og grundvandsforurening fra autolakerier, små såvel som store virksomheder, der udfører hel eller delvis maling og lakering ind- og udvendigt af motorkøretøjer eller enkelte nye eller skadede karosseridele. Omfattet heraf er også autolakerier i tilknytning til autoværksteder.

Den del af autolakeringsbranchen, der omfatter lakering af nye karosserier, industrilakering, er ikke medtaget her, da industrilakering betragtes som en selvstændig branche. Det betyder, at processer som triaffedtning, varmforzinking, fosfatering og chromatering ikke er beskrevet. Endvidere er der ikke beskrevet andre typer af lakering end autolakering, men det vurderes, at en række af processerne og kemikalierne også anvendes ved andre former for lakering.

De fleste autolakerier er i dag reguleret efter Bekendtgørelse om miljøkrav i forbindelse med etablering og drift af autoværksteder mv. (Autoværkstedsbekendtgørelsen) med kommunen som godkendende og tilsynsførende myndighed. Nogle autolakerier er dog godkendelsespligtige efter Miljøbeskyttelseslovens kapitel 5. Det gælder anlæg, hvis udsugningskapacitet overstiger 10.000 normal m<sup>3</sup> pr. time eller anlæg, hvor kapaciteten til forbrug af organiske opløsningsmidler overstiger 6 kg pr. time.

### **Branchens strukturelle udvikling**

Indtil det 20. århundrede foregik alt malerarbejde med pensel, og der anvendtes oliemaling/-lak med vegetabilsk terpentin som opløsningsmiddel. Dette ændredes, da den første sprøjtepestol blev fremstillet i USA i 1907 og nitrocellulosemalingen/-lakken kom til disposition i 1920.

Omkring 1940 blev den syntetiske bilmaling/-lak introduceret, og i starten af 1960'erne rådede man over malervarer med indhold af syntetisk fremstillede stoffer som alkyd-, phenol-, urinstof-, epoxy-, vinyl-, akryl- og silikoneharpikser (bindemidler). Desuden var den vegetabiliske terpentin blevet erstattet af mineralsk terpentin og en række andre fortyndingsmidler.

Tidligere indeholdt maling og lak forskellige tungmetaller, som f.eks. zinkchromat. Fra 1980'erne udvikledes mere miljøvenlige malinger og lakker uden eller med meget begrænset indhold af tungmetaller, og uden isocyanat samt vandige produkter.

Henholdsvis i 1972 og 1976 udstedes Bekendtgørelse om bortskaffelse m.v. af olieaffald og Bekendtgørelse om kemikalieaffald, hvormed opbevaring, transport og bortskaffelse af olie- og kemikalieaffald underlægges lovgivning.



Ved Autoværkstedsbekendtgørelsens ikrafttræden i 1986 blev det gjort lovpligtigt, at støvende aktiviteter og malearbejde skal foregå indendørs og med etableret udsugning, samt at spildevand fra sprøjtekabiner mv. skal passere en egnet olieudskiller.

Antallet af autolakererier har generelt været faldende gennem tiden (fra ca. 800 i 1978 til ca. 525 i 2002), mens antallet af ansatte i branchen både i gennemsnit på autolakerierne og totalt har været stigende.

### **Processer, teknologi og miljøbelastning**

I forureningsmæssig sammenhæng kan produktionen på autolakererier opdeles i syv delprocesser, som i princippet har været benyttet siden branchens start:

- Forbehandling (rengøring, malings- og lakfjernelse, slibning/sandblæsning).
- Maling og lakering (grundning, finspartling, sanding, sealing, lakering).
- Tørring.
- Efterbehandling.
- Malings- og lakblanding.
- Rengøring af udstyr.
- Oplag og affaldshåndtering.

Man skal generelt være opmærksom på oplag og håndtering af opløsningsmidler, maling, lak mv. Endvidere skal man være opmærksom på, om processerne har foregået udendørs på et tidspunkt.

Såfremt der opstår processpildevand, skal man være opmærksom på, om spild eller afledning heraf kan være tilført jord gennem utætte gulve samt være ført til gulv afløb, kloak, sandfang og olieudskiller, eller om det er bortskaffet ved udhældning på jorden.

Endvidere skal der fokuseres på, om affald bortskaffes ved f.eks. deponering eller afbrænding på selve ejendommen.

Forurenende stoffer, som der *altid bør analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Kulbrinter (opløsningsmidler, affedtningsmidler, maling, lak mv., fyringsolie til opvarmningsformål samt blandede olieprodukter i affald efter rengøring og polering).
- PAH'er (bl.a. afbrænding af affald).
- Chlorerede kulbrinter (opløsningsmidler, affedtningsmidler, maling, lak mv.).
- Polære kulbrinter (opløsningsmidler, affedtningsmidler, maling, lak mv.).
- Tungmetaller (støv og affald fra sandblæsning og slibning samt maling, lak mv.).

Forurenende stoffer, som der *anbefales analyseret for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Specifikke kulbrinter: cyclohexan, mesitylen, styren, 2,2,4,6,6-pentamethylheptan (opløsningsmidler, affedtningsmidler, maling).
- Aminer: 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin, 3,6-diazaoctan-1,8-diamin og diethanolamin (hærdere, rustbeskyttelsesmidler).
- Bisphenol-A og bisphenol-A-diglycidylether (epoxy-bindemidler, maling).
- Nonylphenol.
- 2-butanonoxim (maling, rustbeskyttelsesmidler).

Forurenende stoffer, som der *i specielle tilfælde analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- DEHP (blødgørere).
- TDI (hærdere).
- MOCA (hærdere).

### **Kortlægningsstrategi**

Forureningskortlægning frem til vidensniveau 2 skal ifølge Lov om forurenede jord kun udføres inden for de offentlige indsatsområder, som er nævnt i loven.

Kortlægningsstrategien bør udvikles således, at arealer med autolakerier er beliggende i offentlige indsatsområder identificeres først.

Herefter igangsættes miljøhistoriske gennemgange, som er grundlaget for efterfølgende kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2. Disse vil typisk være tekniske undersøgelser.

### **Strategi for kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2**

Det anbefales, at følgende elementer indgår i strategien for en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Historisk redegørelse.
- Prøvetagning af jord, grundvand og poreluft.
- Evt. feltmåling af jord- og poreluftprøver.
- Laboratorieanalyse af jord-, grundvands- og poreluftprøver.
- Vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier.
- Orienterende risikovurdering.

En undersøgelse af jord- og grundvandsforurening på en lokalitet med autolakering foreslås prioriteret på følgende måde:

Forureningskilder, som *altid bør medtages* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Udendørs områder ved afkast fra sprøjtekabine og sandblæsningsaktiviteter samt ved porte (afkast og ved bygning).
- Under bygning (placering afhænger af de faktiske forhold, men fortrinsvis ved oplag, synlige tegn på spild eller utæthed samt ved sprøjtekabine).
- Udendørs oplag.
- Spild.
- Deponier/nedgravet affald.
- Olieudskiller og sandfang.
- Nedgravede tanke.
- Afbrændingsplads.

Forureningskilder, som *anbefales medtaget* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Afløbssystem, især på ejendomme uden olieudskiller.

Forureningskilder, som *i specielle tilfælde kan medtages* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Tørrekabine.
- Tagnedløb til ubefæstet areal (ikke til kloak).

### **Undersøgellesprogram**

Som udgangspunkt placeres boringer og poreluftsonder ved de potentielle forureningskilder, der er lokaliseret i den miljøhistoriske kortlægning.

På baggrund af den miljøhistoriske kortlægning, placeres poreluftsonder ved de punktkilder, der kan have givet anledning til forurening med flygtige komponenter. Poreluftprøver udtages fortrinsvis i det kapillarbrydende lag under gulv ved indendørs affalds- og kemikalieoplag samt synlige tegn på spild eller utæthed.

Boringer placeres ved udvalgte forureningskilder, f.eks. ved punktkilder som fyringsolietanke, sandfang, olieudskillere, tromler/tanke med råvarer og affald samt ved diffuse kilder som overfladenær forurening i nærheden af afkast, porte og områder for sandblæsning. Boringerne føres minimum til bund af fyldlag eller til bund af kloakker, nedgravede tanke m.v. Der udtages jordprøver til felt- og laboratorieanalyser.

I det omfang der træffes vandførende lag filtersættes én eller flere boringer i det terrænnære grundvandsmagasin med henblik på vandprøvetagning. Hvis det er muligt udføres tillige filtersatte boringer nedstrøms forureningskilderne.

På de fleste autolakerier anbefales det at kombinere prøvetagningsmetoderne, således at der udtages både jord-, vand- og poreluftprøver.

Undersøgelingsprogrammet kan suppleres med TV-inspektion og evt. tæthedsprøvning af kloakker og olieudskillere samt geofysisk kortlægning af nedgravede tanke og rørføringer.

Da tungmetalfurening er svær at spore ved visuelle vurderinger bør det overvejes at screene et større antal jordprøver i felten.

Større indhold af vandblandbare kulbrinter i jord og poreluft kan evt. spores med testrør.

På autolakerier anbefales følgende laboratorieanalyser som standard:

- Jordprøver analyseres for totalindhold af kulbrinter, BTEX, PAH samt tungmetaller.
- Grundvandsprøver analyseres for totalindhold af kulbrinter, BTEX, chlorerede opløsningsmidler samt vandblandbare kulbrinter.
- Poreluftprøver analyseres for totalindhold af kulbrinter, BTEX, chlorerede opløsningsmidler samt vandblandbare kulbrinter.

Der er i ovenstående ikke taget hensyn til, at visse kemiske stoffer (f.eks. chlorerede opløsningsmidler) kan nedbrydes mikrobielt og derved kan omdannes til andre kemiske stoffer, som i særlige tilfælde er farligere end udgangsstoffet. Såfremt der er mistanke om eller påvist spild af chlorerede opløsningsmidler, bør det overvejes at udvide analysestrategien til også at omfatte chlorerede nedbrydningsprodukter.

Som supplement anbefales det at analysere jordprøver for stofferne cyclohexan, mesitylen, 2,2,4,6,6-pentamethylheptan, styren, bisphenol-A, bisphenol-A-diglycidylether og nonylphenol samt i specielle tilfælde DEHP, TDI og MOCA.

Vandprøver anbefales som supplement analyseret for stofferne cyclohexan, styren, 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin, 3,6-diazaoctan-1,8-diamin, diethanolamin og nonylphenol.

Endelig anbefales det som supplement at analysere poreluftprøver for stofferne cyclohexan, mesitylen, styren, 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin, 3,6-diazaoctan-1,8-diamin, diethanolamin og nonylphenol

Undersøgelsen afsluttes med vurdering af analyseresultaterne i relation til relevante kvalitetskriterier samt en orienterende risikovurdering.



### **3. Generel beskrivelse af branchen**

#### **3.1. Branchedefinition og afgrænsning**

Ved autolakerier forstås i denne sammenhæng små såvel som store virksomheder, der udfører hel eller delvis maling og lakering ind- og udvendigt af motorkøretøjer eller enkelte nye eller skadede karosseridele. På autolakerier udføres ligeledes aktiviteter som finspartling, slibning, lakblanding mv.

Der er endvidere i tilknytning til autolakerierne ofte fyringsolietanke til opvarmning af bl.a. tørrekabiner, som også er potentielle punktkilder til forurening.

Nærværende branchebeskrivelse omfatter også autolakerier i tilknytning til autoværksteder. Den del af autolakeringsbranchen, der omfatter lakering af nye karosserier, industrilakering, er ikke medtaget her, da industrilakering betragtes som en selvstændig branche. Det betyder, at processer som triaffedtning, varmforzinkning, fosfatering og chromatering ikke er beskrevet, der henvises i stedet til /4/. Endvidere er der ikke beskrevet andre typer af lakering end autolakering, men det vurderes, at en række af processerne og kemikalierne også anvendes ved andre former for lakering.

Autolakerier var opført under branchekode 95133-Autolakerier før 1993 og er efter 1993 opført under branchekode 5020.50-Autolakerier i Danmarks Statistik. Virksomheder opført i Danmarks Statistik er momsregistrerede virksomheder.

Autolakerier er at finde under Miljøstyrelsens kode 1.2.2-Autoreparation. Miljøstyrelsens koder anvendes ved indberetninger af oplysninger til Miljøstyrelsen.

#### **3.2. Lovgivning**

Ved Miljøbeskyttelseslovens vedtagelse i 1973 blev autolakerier gjort godkendelsespligtige. Da Bekendtgørelse om miljøkrav i forbindelse med etablering og drift af autoværksteder mv. (Autoværkstedsbekendtgørelsen) trådte i kraft i 1986 blev autolakerier generelt slettet af godkendelseslisten. Autolakerier er i dag kun godkendelsespligtige efter Miljøbeskyttelseslovens kapitel 5, hvis der er tale om :

- Anlæg, der foretager støvfrembringende overfladebehandling, herunder slibning, sandblæsning og pulverlakering af emner af jern, stål eller andre metaller, når den samlede udsugningskapacitet fra anlægget overstiger 10.000 normal m<sup>3</sup> pr. time.

- Anlæg, der foretager overfladebehandling af emner af jern, stål eller metaller, herunder undervognsbehandling, når kapaciteten til forbrug af organiske opløsningsmidler overstiger 6 kg pr. time, bortset fra anlæg der er omfattet af J7. J7 omfatter virksomheder, der behandler overflader på stoffer, genstande eller produkter under anvendelse af organiske opløsningsmidler, navnlig med henblik på afpudsning, bejdsning, påtrykning, coating, affedtning, imprægnering, kachering, lakering eller rensning, med en forbrugskapacitet med hensyn til organiske opløsningsmidler på mere end 150 kg pr. time eller mere end 200 tons pr. år.  
(i)

Alle anlæg under disse grænser reguleres efter Autoværkstedsbekendtgørelsen med kommunen som godkendende og tilsynsførende myndighed.

Mange autolakererier, etableret før 1.1.1986, hvor den første Autoværkstedsbekendtgørelse trådte i kraft, har stadig en miljøgodkendelse efter Miljøbeskyttelseslovens kapitel 5, selv om de ikke er godkendelsespligtige i dag. Så længe autolakereriet ikke udvides eller ændres, gælder denne godkendelse som udgangspunkt fortsat.

Autolakererier etableret mellem 1.1.1986 og 31.12.1989 reguleres efter den 1. maj 1998 efter den reviderede Autoværkstedsbekendtgørelse, der trådte i kraft 1. januar 1998, men er dog ikke omfattet af § 3. Af § 3 fremgår det, at autolakererier ikke må etableres i forureningsfølsomme områder og desuden skal etableres mindst 100 meter fra nærmeste forureningsfølsomme område.

### **Affaldsbortskaffelse**

I 1972 udstedes, med hjemmel i Lov om bortskaffelse m.v. af olie- og kemikalieaffald, Bekendtgørelse om bortskaffelse m.v. af olieaffald, der skal sikre en mere kontrolleret opbevaring, transport og bortskaffelse af olieaffald. Herefter skal virksomheder, der frembringer olieaffald, aflevere dette på et af kommunalbestyrelsen anvist sted, med mindre kommunalbestyrelsen foranstalter afhentning. Fra modtagestationerne transporteres olieaffaldet til Kommunekemi A/S, Nyborg, der fra 1972 kunne modtage og behandle alt olieaffald i Danmark.

I 1976 blev der med Bekendtgørelse om kemikalieaffald indført tilsvarende lovgivning om kemikalieaffald. Siden 1976 har Kommunekemi A/S været i stand til ligeledes at modtage og behandle så godt som alt kemikalieaffald i Danmark.

### **3.3. Brancheorganisation**

Branchen er organiseret i Foreningen af Auto- og Industrielakerere, Midtager 17, 2605 Brøndby og Danske Auto- og Overfladelakerere, Elmevej 1, 4780 Stege.

### **3.4. Branchens strukturelle udvikling**

I starten af 1900 tallet begyndte produktionen af biler for alvor, og teknikken inden for vognlakering måtte lægges om for at følge med efterspørgslen /11/. Hidtil havde man anvendt materialer, hvor alene malingerne og lakeringerne med tørretid og slibning kunne tage flere uger. Ønsket om at få forkortet behandlingstiden resulterede i fremstillingen af nye og mere hurtigttørrende malinger og lakker samt mekanisk hjælpeværktøj, bl.a. sprøjtepistolen, der nedsatte behandlingstiden om end ikke antallet af behandlinger /11/.

Udviklingen inden for maskinteknologien og anvendelsen af stoffer og kemikalier beskrives i det følgende, med henblik på at give et overblik over forureningstyper og -kilder gennem tiden.

#### **3.4.1. Maskinteknologi**

Indtil det 20. århundrede foregik alt malerarbejde med pensel. Som nævnt tidligere medførte kravet om reduceret behandlingstid, at sprøjtepistolen blev introduceret. Den første sprøjtepistol blev fremstillet i USA i 1907. Den største fordel ved sprøjtepistolen var den forøgede påføringshastighed, der kombineret med hurtigttørrende malinger og lakker medførte en betydelig reduktion i den nødvendige plads til malerarbejdet. En yderligere gevinst var en pænere finish, uden penselstrøg.

Tidligere var det almindeligt, at støvende aktiviteter og malerarbejde foregik udenfor eller i uventilerede rum. Efter Autoværkstedsbekendtgørelsens ikrafttræden i 1986 må maskinel slibning og andre støvfrembringende aktiviteter kun foregå indendørs og med etableret udsugning.

Desuden må al maling og lakering kun foregå i indendørs rum eller kabiner med etableret udsugning. Ud fra spørgeskemaundersøgelser udført af Foreningen af Auto- og Industrilakerere i 1990 og 1998, bl.a. omkring grunding af emner, fremgår det dog, at hhv. 61 og 45 % af de adspurgte virksomheder udfører aktiviteten uden for kabine.

Før 1986 kunne spildevand fra de forskellige aktiviteter ledes til kloaksystemet uden rensning. Efter ikrafttrædelsen af Autoværkstedsbekendtgørelsen er det et krav, at spildevand fra sprøjtekabiner mv. passerer en særskilt olieudskiller. Rensningsgraden fastsættes i forbindelse med den enkelte spildevandstilladelse. Mange især mindre autolakererier har intet afløb fra autolakereriet.

#### **3.4.2. Anvendte stoffer og kemikalier**

Indtil ca. 1910 anvendtes oliemaling/-lak, dvs. maling/lak, hvor bindemidlet hovedsageligt bestod af linolie, naturlige kopaler og kolofonium /25/, /10/. Ønsket om at få forkortet behandlingstiden resulterede i fremstillingen af den hurtigttørrende nitrocellulosemaling/-lak, der var til disposition i 1920 /11/, /10/.



Udbredelsen af nitrocellulosemalingen/-lakken blev yderligere hjulpet på vej af introduktionen af sprøjtepipetten, idet nitrocellulosemalingens/-lakkens indhold af flygtige opløsningsmidler gjorde den mindre egnet til påføring med pensel.

Et af de eneste opløsningsmidler, der var til rådighed omkring 1910 var vegetabilsk terpentin /25/.

Omkring 1940, hvor den syntetiske bilmaling/-lak blev introduceret, tog udviklingen inden for området fart, og i starten af 1960'erne rådede man over malervarer med indhold af syntetisk fremstillede stoffer som alkyd-, phenol-, urinstof-, epoxy-, vinyl-, akryl- og silikoneharpikser (bindemidler) /25/. Desuden var den vegetabiliske terpentin blevet erstattet af mineralisk terpentin og en række andre fortyndingsmidler /25/.

I 1975 introduceres to-lagssystemet /10/. To-lagssystemet består i en påføring af et lag metalliclak og et lag klar overlak i stedet for et enkelt lag lak med samme farve. I 1990 blev ca. 60 % af alle lakeringer udført som to-lagslakeringer og andelen vurderedes at være stigende /14/.

I 1980'erne begyndte man at udvikle mere miljøvenlige malematerialer, først og fremmest produkter uden eller med meget begrænset indhold af tungmetaller, eksempelvis chromatfrie washprimere og washfillere, hvor pigmenterne zinkchromat og zinktetraoxichromat nu er erstattet med zinkphosphat /14/.

I 1987 var det muligt at gøre brug af en to-komponent isocyanatfri toplak /10/.

Sidst i 1980'erne begyndte man ligeledes at udvikle produkter uden eller med begrænset indhold af opløsningsmidler, vandige produkter samt Medium-Solid (MS) og High-Solid (HS) produkter, der er produkter med relativt højt indhold af tørstof /14/.

Indtil 1990 anvendtes typisk malematerialer med stort indhold af opløsningsmidler og ofte produkter baseret på polyurethan eller epoxy /14/. I 1990 blev vandige produkter endnu ikke anvendt til reparationsmaling og -lakering /14/. Der havde indtil 1990 været introduceret et par produkter, primært bundmaling, som dog blev trukket tilbage pga. tekniske problemer. Disse første vandige produkter indeholdt ca. 5% organiske opløsningsmidler (alkoholer eller glykoler) /14/.

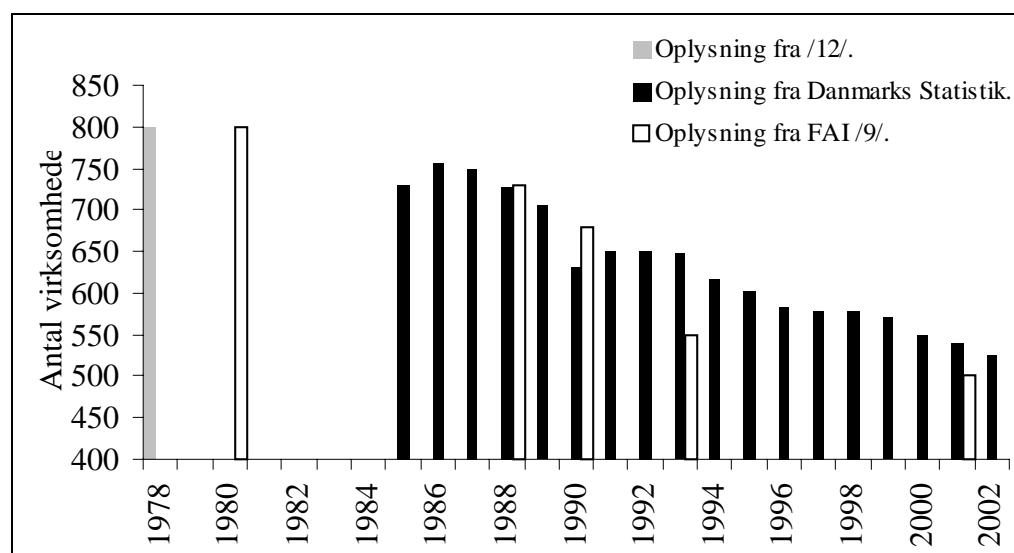
MS- og HS-produkter, som indeholder hhv. ca. 50 % og 70 % tørstof, introduceres ligeledes omkring 1990. Fordelen ved disse produkter er, at den ønskede lagtykkelse kan opnås ved én eller to sprøjte gange, hvorved mængden af opløsningsmiddel frigivet under sprøjtning og tørring reduceres. I 1990 var HS-produkterne kommercielt tilgængelige, men anvendtes endnu ikke i større udstrækning på autolakerierne, fordi produkternes sprøjteegenskaber ofte afveg en del fra traditionelle produkters /14/.

Fra 1998 kunne alle malematerialer leveres som vandige produkter, undtagen ét-lags unilakker, der er rene farver uden tilsætning af effekter og klarlak /19/. De vandige produkter omfatter også silikonefjerner og pistolrens. Selvom produkterne er vandfortyndbare indeholder de omkring 10 % organisk opløsningsmiddel /19/.

### 3.4.3. Antal virksomheder og beskæftigede

Antallet af autolakererier har generelt været faldende gennem de senere år, mens antallet af ansatte i branchen, både i gennemsnit og totalt, har været stigende.

Ud fra /13/, /10/ og Danmarks Statistik er antallet af virksomheder i 1978, 1980 samt i perioden 1985 til 2002 angivet på figur 3.1. I bilag 1 er antallet af autolakererier i 1999, fordelt på amter, angivet.



**Figur 3.1** Antal autolakererier i Danmark.

I 1978 var der, som det fremgår af figur 3.1, ca. 800 momsregistrerede virksomheder, der fortrinsvis var små virksomheder med under seks ansatte. Hovedparten var enkeltmandsforetagender, og meget få virksomheder havde mere end 20 ansatte /13/.

Ifølge Danmarks Statistik omfatter oplysningerne virksomheder, der er registreret med et momsbeløb, dvs. virksomheder, der er aktive.

Ifølge Foreningen af Auto- og Industrilakerere (FAI) dækker deres egne opgørelser kun deciderede autolakererier og ikke autoreparationsværksteder med autolakering som bi-aktivitet. FAI anslår, at antallet af autolakererier er omkring 10 % større, hvis denne gruppe medtages. Antallet af autoreparationsværksteder har ifølge Danmarks Statistik været relativt konstant omkring 5-

6.000 i perioden 1985-1999. Antallet af autoreparationsværksteder i 1999 var ca. det samme som antallet i 1985 (5.300), med udsving i den mellemliggende periode på ca. 10 %.

Vurderes de enkelte tidsserier særskilt, ses det, at antallet af autolakererier generelt har været faldende siden 1978.

I 1978 vurderedes der at være omkring 2.000 personer beskæftiget inden for branchen /13/. Ifølge FAI var der i 2001 ca. 2.900 ansatte inden for branchen.

På trods af et faldende antal autolakererier ses der således en stigning i antallet af ansatte, hvilket kan hænge sammen med en tilvækst i bilparken og dermed bl.a. flere skader. Ifølge Danmarks Statistik forøgedes antallet af personbiler i Danmark fra 1991 til 1996 endvidere med ca. 130.000.

## 4. Processer, teknologi og miljø

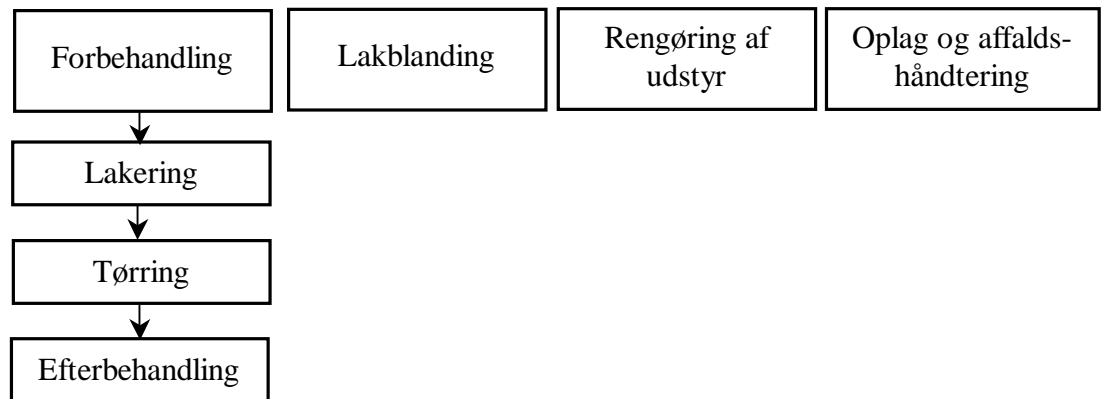
### 4.1. Procesbeskrivelse

På et autolakereri udføres en række delprocesser, der fører frem til det endelige produkt: det færdiglakerede motorkøretøj. I det følgende beskrives disse delprocesser og benyttes herefter som udgangspunkt for en beskrivelse af miljøbelastningen, som autolakereriet potentielt udgør for jord, luft og grundvand.

Delprocesserne på et autolakereri er følgende:

- Forbehandling (rengøring, malings- og lakfjernelse, slibning/sandblæsning).
- Maling og lakering (grunding, finspartling, sanding, sealing, lakering).
- Tørring.
- Efterbehandling.
- Lakblanding.
- Rengøring af udstyr.
- Oplag og affaldshåndtering.

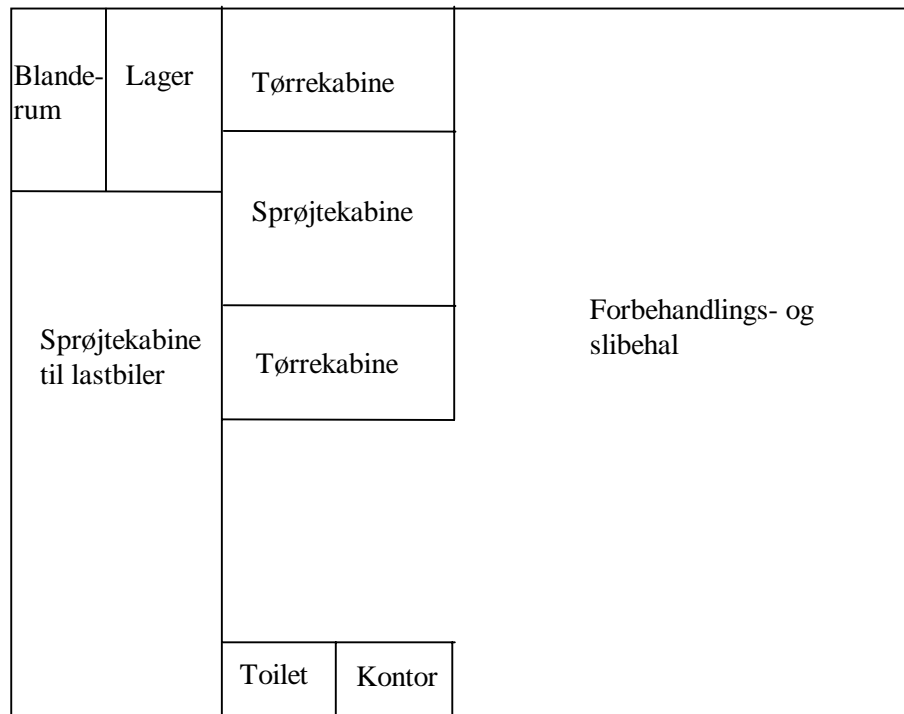
Delprocesserne er vist skematisk i figur 4.1.



**Figur 4.1** Procesdiagram for et autolakereri.

### 4.2. Virksomhedsindretning

Den nøjagtige indretning af et autolakereri afhænger bl.a. af autolakereriets størrelse/kapacitet, valget af materiel, samt hvorvidt autolakereriet er indrettet sammen med et autoværksted og vil derfor være meget varierende for forskellige autolakererier. På figur 4.2 er vist et generelt eksempel på indretningen af et autolakereri uden autoværksted.



**Figur 4.2** Generelt eksempel på indretning af et autolakereri.

I *forbehandlingshallen* foretages demontering, rengøring, farvefjernelse og slibning/sandblæsning, se figur 4.3.



**Figur 4.3** Grovslibning med rystepudser i forbehandlingshal.

Afvejning og blanding af maling, lak, hærder og fortynder foregår i *blanderummet*, se figur 4.4.



**Figur 4.4** Blanderum med computervægt.

Sandblæsning blev tidligere foretaget både ude og inde /13/. Blev sandblæsning foretaget inde, skete det ofte i en *sandblæsekabine* med tvungen ventilering /13/. På figur 4.5 ses en sandblæsehal.



**Figur 4.5** Sandblæsehal.

Selve malingen/lakeringen og tørringen af motorkøretøjet foregår enten i separate *sprøjte-* og *tørrekabiner*, som vist på figur 4.2 eller i en kombikabine, se figur 4.6, hvor lokalet skiftevis anvendes til maling/lakering og tørring /8/, /14/. Store autolakererier forventes at benytte separate sprøjte- og tørrekabiner, mens små forventes at benytte kombikabiner pga. økonomien /8/. Tidligere var det tilladt at grunde små områder uden for kabinen, men det er generelt ikke tilladt længere /19/. Der kan gives dispensation til grunding uden for kabine under helt specielle forudsætninger, bl.a. at der anvendes vandbaseret grunder /19/.

Udsugning fra *sprøjtekabinen* finder sted gennem kanaler i gulvet eller panelkasser i siderne. Luften herfra filtreres inden afledning til skorsten. Der tilføres endvidere erstatningsluft til sprøjtekabinen. Erstatningsluften, der er opvarmet og filtreret, tilføres i større mængde end der suges ud for at opretholde et overtryk i sprøjtekabinen. Overtrykket og filtreringen sikrer støvfri maling/lakering /8/. Sprøjtekabinen er som regel uden vinduer, fordi dagslys giver skygger og varierer for meget. Sprøjtekabinen er opvarmet. Spildevand fra sprøjtekabinen skal ifølge Autoværkstedsbekendtgørelsen fra 1986 passere en egnet olieudskiller.



**Figur 4.6** Kombineret sprøjte- og tørrekabine (kombikabine).

Behandlingen af spildevand er meget uensartet. Nogle steder opsamles spildevandet i tank, flokkuleres og bundfældes, hvorefter vandet hældes på kabinegulvet /19/. Andre steder opsamles spildevandet og bundfældes, hvorefter det bortskaffes med fortynderaffald til f.eks. Kommunekemi.

*Tørrekabinen* er vel isoleret og er indvendig ofte beklædt med blanke aluminiumplader. Der sker udsugning og tilføres erstatningsluft som i sprøjtekabinen.

De to hovedtyper af tørrekabiner er infraovne, hvor de malede og lakerede genstande opvarmes med infrarød stråling og konvektionsovne, hvor der benyttes varm luft /8/, /19/.

Rengøring af udstyr, f.eks. sprøjtepistoler, kan foregå i en dertil indrettet lukket pistolvasker med recirkulation, en *rensemusling*, se figur 4.7 /19/. Rengøring af udstyr foretages nogle steder i almindelige kar, hvorefter den brugte rensesvæske/fortynder evt. opsamles i tromler. På autolakererier med afløb kan rengøringen ligeledes have været foretaget i håndvasken.



**Figur 4.7** Rensemusling.

Beholdere med nye og brugte malinger, lakker, fortyndere, rensesvæsker m.v. opbevares dels på udendørs *oplagspladser* eller i indendørs *lagerrum*, se figur 4.8.





**Figur 4.8** Lagerrum til oplag af maling, lak og opløsningsmiddel.

Ifølge Autoværkstedsbekendtgørelsen skal farligt affald opbevares på tæt bund med opkant og uden mulighed for afløb til kloak. Oplagspladsen skal endvidere være under tag og farligt affald må ikke opbevares i nedgravede beholdere. Ovennævnte har imidlertid ikke altid været gældende praksis, og tidligere skete oplag ofte på ubefæstede arealer eller i ledige nedgravede tanke, og affald blev ofte gravet ned, brændt af, hældt i kloakken eller tømt på jorden.

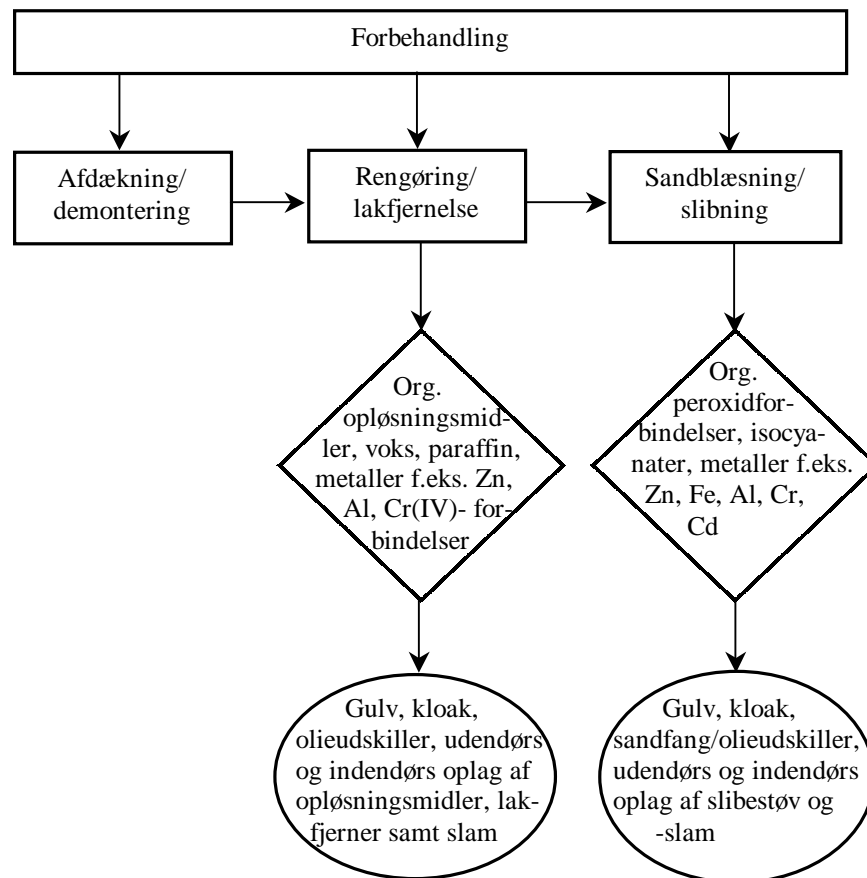
Til opvarmningsformål har autolakereriet ofte en fyringsolietank.

### **4.3. Arbejdsmetoder og miljøbelastning**

I de følgende afsnit beskrives de enkelte delprocesser på et autolakereri, de anvendte kemikalier samt den dertil relaterede miljøbelastning detaljeret.

#### **4.3.1. Forbehandling**

Forbehandling omfatter alle de arbejdsgange billedene skal igennem, inden de er klar til maling og lakering. På figur 4.9 er vist en oversigt over arbejdsgangene, de potentielt forurenende stoffer samt potentielle kildetyper i forbindelse med forbehandlingen.



**Figur 4.9** Oversigt over arbejdsgange, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder ved forbehandling.

### Arbejdsmetoder

Det første der foretages ved forbehandlingen er *afdækning* af de områder på eksempelvis bilen, der ikke skal behandles. Alternativt *demonteres* bilen. I forbindelse med afdækningen og demonteringen anvendes ingen materialer, der i sig selv udgør en miljøbelastning.

Der er to hovedformål med forbehandlingen:

- at fjerne enhver form for materiale i overfladen, der kan være skadelig for malingens/lakkens levetid (glødeskal, rust, salte, støv, olie og fedt) og
- at danne en forankringsprofil, dvs. en ruhed i underlaget, som egner sig til påføring af malingen/lakken.

Alle forureninger på overfladen fjernes i rækkefølgen: affedtning, afsaltning og afrensning /9/.

Først rengøres de områder, der skal behandles videre. Dette gøres ofte med klude vædet med affedtningsvæsker og silikonefjernere, der normalt er blan-

dinge af forskellige opløsningsmidler sammensat således, at de er specielt velegnede til at fjerne hhv. olie- og fedtstof og silikonepræparater /8/, /13/, /19/. Der findes et utal af opløsningsmidler, jf. bilag 1 og 2, hvoraf de mest almindelige er mineralsk terpentin, butylacetat og xylene /16/.

I midten af 1990'erne introduceredes en række vandige produkter, heriblandt silikonefjerner /16/. Vandig silikonefjerner har et opløsningsmiddelindhold på 0-50% /19/.

Alternativt anvendes emulsionsrensemidler i vand, der kan indeholde anioniske eller nonioniske tensider, stabilisatorer samt poly- eller tertiære fosfater /13/. Affedtning med emulsionsrensemidler anvendes normalt som grovaffedtning, da affedtningen ofte ikke er effektiv nok /13/.

Efter affedtning skylles efter med vand, og der foretages evt. højtryksspuling /13/.

Til at *fjerne maling og lak* anvendes evt. lakfjerner, der er baseret på kraftige organiske opløsningsmidler tilsat hjælpestoffer, som f.eks. paraffin, voks og fortykningsmidler, der gør lakfjernererne mere tykflydende og mindre fordampelig /8/. Nogle lakfjernerer er baserede på chlorerede kulbrinter (methylenchlorid) /13/. Lakfjerner og maling/lak kan efter et stykke tid skrubes af, og der afvaskes og skylles med vand, hvorved der dannes slam indeholdende malings- og lakrester og lakfjerner /8/.

Til fjernelse af glødeskal, svejseslagger, rust og gammel maling/lak samt dannelse af forankringsprofilen *sandblæses eller slibes* overfladen. Endvidere slibes overfladen efter påførsel af spartelmasse og sanding, jævnfør afsnit 4.3.2.

Sandblæsning og slibning kan ske både tørt og med vand. Til sandblæsningen anvendes ikke kun sand, men også jern- og stålgrit og -shot samt glasperler og syntetiske blæsemidler, herunder korund /9/. Sand (kvartsand) er billigt og effektivt, men kan ifølge /7/ maksimalt anvendes to gange, da det slås itu, idet det rammer emnet. Det mest almindelige blæsemateriale anvendt inden for autolakering i dag er korund. Metal- og syntetiske blæsemidler recirkuleres ved at blæsematerialet inden genbrug passerer et filter, hvor de mindste partikler frasorteres og bortskaffes /9/. Til slibning anvendes slibesten eller slibepapir. Slibning kan foretages manuelt eller med slibeskive/rystepudser /13/.

Ved slibning og anden mekanisk rensning frembringes metalstøv og støv af maling/lak eller evt. slam efter vådslibning og våd sandblæsning /13/, /23/. Støvet og slammet kan indeholde nonylphenoethoxylater (NPE), tungmetaller (kobber, chrom, tin, zink, bly, cadmium) samt voks, paraffin og tidligere chlorerede kulbrinter fra lakfjernererne /23/.

Fra 1977 er der foreskrevet fast monteret udsugning på alle slibemaskiner samt rensning af afkastluften /13/.

Til at rense udsugningsluften fra sandblæsnings- og sprøjtekabiner anvendes af og til scrubberne med vand. Vandet fra scrubberne vil da indeholde slam, bestående af hhv. blæsemateriale, jernlister (rust og glødeskal) samt malings- og lakrester og farvepartikler /13/.

### **Miljøbelastning**

I relation til jord- og grundvandsforurening kan forbehandling medføre følgende miljøbelastning:

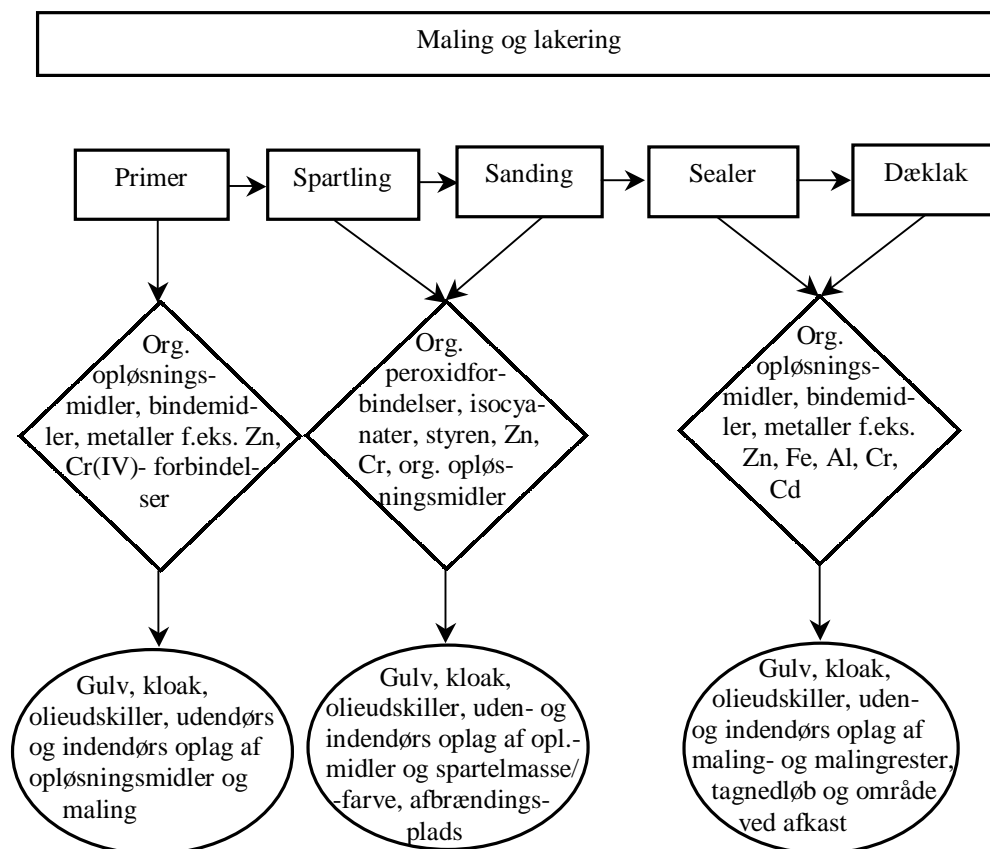
- Uheld eller spild på gulv og evt. afløb til kloak i forbindelse med håndtering og oplag af affedtnings- og opløsningsmidler, herunder chlorerede opløsningsmidler og spartelmasse.
- Uheld, lækage og spild i forbindelse med oplag af affald samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal samt til kloak. Af affald fra forbehandlingsprocessen, der normalt oplagres midlertidigt ved autolakerieret, før det evt. bortskaffes gennem de respektive affalds- og genbrugsordninger, kan nævnes brugte affedtnings- og opløsningsmidler, slibestøv, slibeslam, kasserede opløsningsmidler, brugte klude, brugte filtre, rester af spartelmasse, aerosoldåser mv. /23/. Det bemærkes, at det først var i hhv. 1972 og 1976, at olieaffald og kemikalieaffald kunne afleveres på kommunale modtagestationer.
- Affald kan evt. være blevet brændt af. Restprodukter og spredning via luft fra afbrændingspladser kan i forbindelse hermed have forurenset ubefæstede arealer. På mindre autolakerier kan afbrændingen typisk være foregået i tromler, hvorved forurening af ubefæstede arealer vurderes at være minimal.
- Deponering af brugt sandblæsningsmateriale på ubefæstet areal og deposition af støv med malings- og lakpartikler på den omkringliggende jord, hvis sandblæsning har været foretaget udendørs eller for åbne døre. Først fra 1986 har det været et krav, at maskinel slibning og andre støvfrembringende aktiviteter skal foregå indendørs og med etableret udsugning.
- Utætheder ved sandfang eller olieudskillere. Det skal bemærkes, at det siden 1986 har været et krav, at spildevand fra autolakerier passerer en særskilt olieudskiller.

Det skal bemærkes, at anvendelsen af affedtnings- og vaskemidler medfører, at olien emulgerer i vandet, hvilket kan nedsætte olieudskillerens evne til at tilbageholde olie /23/.

### 4.3.2. Maling og lakering

Maling og lakering har til formål at holde vand og korrosionsstimulerende salte borte fra overfladen. Desuden skal den give et attraktivt udseende, der er let at ren- og vedligeholde.

På figur 4.10 er vist en oversigt over arbejdsgangene, de potentielt forurenende stoffer samt potentielle kildetyper i forbindelse med maling og lakering.



**Figur 4.10** Oversigt over arbejdsgange, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder ved maling og lakering.

#### Arbejdsmetode

Efter forbehandling er emnet klar til maling. Malearbejdet foregår i sprøjtekabinen, der er udstyret med udsugning, jf. afsnit 4.2.

Maling og lak fra leverandøren tilsættes ofte på autolakereriet 15-20% fortynder for at opnå den rette viskositet inden påføring /8/, /13/, /17/. Alternativt opvarmes malingen/lakken i vandbad eller passerer en elektrisk forvarmer /13/.

Maling og lakering kan ske med pensel og anvendes i nogen grad til påføring af grundmaling på mindre arealer /13/. Typisk sprøjtes malingen/lakken på. Det

mest anvendte sprøjteudstyr er en almindelig trykløftpistol, som bruges til påføring af både spartelmaling, grundmaling og lak /13/, /14/. Sprøjternes udnyttelsesgrad er på omkring 20-60 %, hvilket vil sige, at 40-80 % af malingen/lakken går til spilde. Til større opgaver anvendes enkelte steder airless-sprøjteudstyr /14/. Udnyttelsesgraden for air-less sprøjter er 30-80 %.

Farvepartikler i afkastluften fjernes i tør- eller vådfilter /13/, /23/. Et tørfilter kan være et paint-stop filter, som er lavet af et filterlignende materiale /23/. Tidligere anvendtes perforeret pap, glasfibermåtter eller filtre af kokslag med en tilbageholdelseeffektivitet på 70-85 % /13/. I dag skal filtrene ifølge Autoværkstedsbekendtgørelsen til enhver tid kunne tilbageholde mindst 85 % af farvepartiklerne. Ved vådfiltrering ledes luftstrømmen med partikler gennem vand, hvorved partiklerne skilles fra luftstrømmen /23/. Opløsningsmidler tilbageholdes kun i ringe grad i tørfiltre og vaskevand /13/.

Malingers og lakkers hovedbestanddele er pigment, bindemiddel, opløsnings- og fortyndingsmiddel samt hjælpestoffer. I bilag 2 er en uddybende beskrivelse af de enkelte typer samt disses miljø- og sundhedsskadelige egenskaber.

Produkter til hele reparationsmalingen, bortset fra unilakker og klarlak, fandtes fra 1998 både på basis af organiske opløsningsmidler og på basis af vand /19/. Der er dog tilsat ca. 4-10 % organiske opløsningsmidler til vandige malinger af tekniske årsager /19/, /23/. Produkterne indeholder, hvad enten de er baseret på vand eller organiske opløsningsmidler, samme bindemidler, pigmenter og aminer.

En maling og lakering består af påføring af flere forskellige lag:

- Primer.
- Spartelfarve.
- Sanding/nonsanding.
- Sealer.
- Dæklak.

*Primeren* påføres for at sikre bedst mulig vedhæftning og korrosionsbeskyttende virkning på emnet. Primere er sædvanligvis forholdsvis bindemiddelfattige og pigmentrige /8/. Wash-primer er den mest anvendte type primer og virker ved at tilsat fosforsyre reagerer både med metallet og bindemidlet /8/, /13/, /14/. Pigmentet i wash-primere var tidligere zinkchromat, men er nu udskiftet med zinkfosfat /14/.

*Finspartling* udføres med henblik på at gøre overfladen fuldstændig plan. Finspartling kan udføres ved at spartelmasse trækkes hen over det ønskede sted med en klinge af stål eller plast /13/, /14/. Spartelmasse indeholder intet eller kun meget lidt organisk opløsningsmiddel /14/. Efter spartling affedtes overfladen og slibes.

Alternativt sprøjtes spartelmassen/spartelfarven på, hvilket går under betegnelsen *sanding* /8/. Sprøjbar spartelfarve, der ikke kræver efterfølgende slibning, kaldes *non sanding*. Sanding og non sanding indeholder op til ca. 30 % organisk opløsningsmiddel. Sanding og non sanding betegnes også ofte som *filler* /14/. Spartelfarve indeholder ud over opløsningsmidler, polyester, styren og evt. chromater /13/, /19/.

Som katalysator for hærkning af nogle typer af spartelmasse/spartelfarve anvendes organiske peroxider /8/, /14/. Emnet affedtes om nødvendigt og slibes efter sanding.

Umiddelbart under dæklakken påføres af og til en *sealer*, der er en bindemiddelrig maling, som har til formål at lukke uens eller for kraftigt sugende bund /8/.

*Dæklak* indeholder, hvad enten den er baseret på vand eller organiske opløsningsmidler, samme bindemidler, pigmenter og aminer.

Inden for dæklakker findes der to systemer: unilak, der består af ét lag lak med samme kulør og metallic lak, der består af en metalliclak (base-coat) og et lag klarlak /14/. Unilakker indeholder typisk 60-65 % organisk opløsningsmiddel, mens base-coaten typisk indeholder 80-85 % organisk opløsningsmiddel /14/. I 1990 blev ca. 60 % af alle lakeringer udført som to-lags-lakeringer og andelen vurderedes at være stigende /14/.

Der slibes mellem to lag autolak, ofte ved manuel vådslibning /13/.

### **Miljøbelastning**

I relation til jord- og grundvandsforurening kan maling og lakering medføre følgende miljøbelastning:

- Uheld eller spild på gulv og evt. afløb til kloak i forbindelse med håndtering og oplag af maling, lak og opløsningsmidler, herunder chlorerede opløsningsmidler.
- Uheld, spild eller lækage i forbindelse med oplag af affald samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal samt til kloak. Af affald fra malings- og lakeringsprocessen, der normalt oplagres midlertidigt ved autolakereriet, før det evt. bortskaffes gennem de respektive affalds- og genbrugsordninger, kan nævnes vandigt slam indeholdende maling og lak fra bl.a. sandfang samt malings- og lakrester, indeholdende organiske opløsningsmidler, affald fra vandbaserede malinger og lakker, brugte filtre og filterstøv, brugte klude og brugt emballage /13/, /23/. Det bemærkes, at det først var fra hhv. 1972 og 1976, at olieaffald og kemikalieaffald kunne afleveres på kommunale modtagestationer.

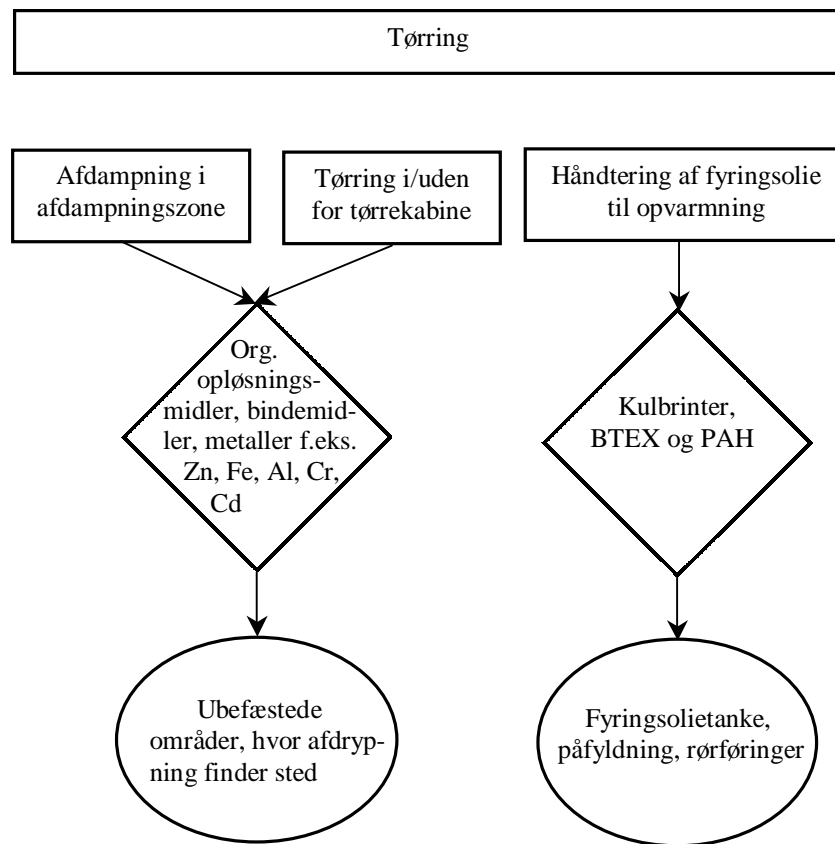
- Peroxider, som anvendes i forbindelse med spartelfarve er meget brandfarlige, og det blev tidligere anbefalet, at spild tørres op med klude og afbrændes på et passende sted /8/. Denne afbrænding kan evt. have fundet sted udendørs sammen med andet affald. Restprodukter og spredning via luft fra afbrændingspladser kan i forbindelse hermed have forurenede ubefæstede arealer. På mindre autolakerier kan afbrændingen typisk være foregået i tromler, hvorved forurening af ubefæstede arealer vurderes at være minimal.
- I forbindelse med udsugning fra sprøjtekabinen kan der ske deposition af farvepartikler, der ikke tilbageholdes i filtrene, på udendørs arealer. Farvepartikler, der afsættes på tag vil ved regn blive transporteret til jordoverfladen og evt. kloaksystemet.
- Maling uden for kabine, især grunding, var tidligere almindeligt. I dag er det tilladt under særlige omstændigheder, bl.a. at der anvendes vandig grunder /19/. Maling uden for kabine udgør en risiko for uheld og spild på gulv og jord.

#### **4.3.3. Tørring**

Efter maling og lakering og mellem de enkelte påføringer skal malingen og lakken tørre.

Figur 4.11 viser en oversigt over arbejdsgangene, de potentielt forurenende stoffer samt potentielle kildetyper i forbindelse med tørring.





**Figur 4.11** Oversigt over arbejdsgange, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder ved tørring.

### Arbejdsmetode

Malinger/lakker tørrer forskelligt afhængig af bindemiddelinhold. Malinger og lakker, der tørrer ved at afgive opløsningsmiddel, kaldes fysisk tørrende. Sker der yderligere hærkning eller tørring ved optagelse af ilt, er malingen/lakken oxidationshærdende eller –tørrende. Sker der kemisk reaktion mellem to eller tre komponenter er der tale om reaktionshærkning /13/.

Tørring kan foregå ved stuetemperatur eller i ovn. Tørring foregår traditionelt ved 60 °C i kabine enten ved infrarød stråling eller konvektionsvarme, jf. afsnit 4.2. Til opvarmningsformål har autolakereriet ofte en fyringsolietank.

Nogle steder findes der specielle afdampningszoner, hvor emnet anbringes efter påføring af maling/lak og inden forceret tørring /13/.

### Miljøbelastning

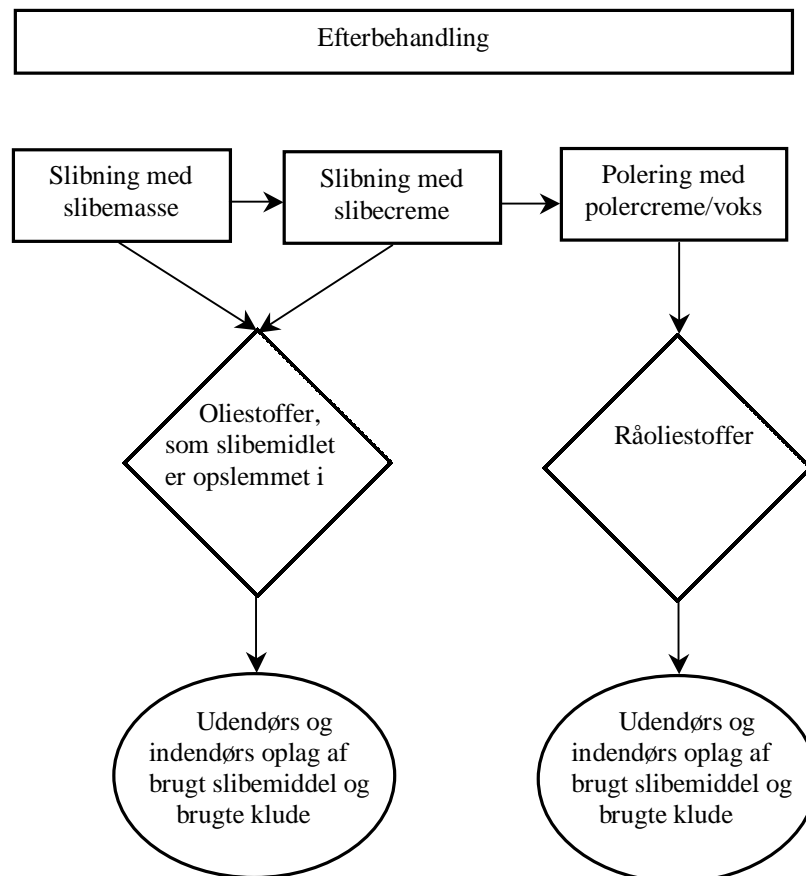
I relation til jord- og grundvandsforurening kan tørring medføre følgende miljøbelastning:

- Afdrypning af maling/lak på gulv og evt. afløb til kloak eller på ubefæstet areal udendørs.
- Udsivning eller lækage fra fyringsolietanke eller tilhørende rørsystemer samt spild i forbindelse med påfyldning af fyringsolietanke.

#### 4.3.4. Efterbehandling

Der foretages efterbehandling, når emnet er lakeret med cellulose- eller akryllak, da der ved disse laktyper typisk vil være skønhedsfejl i lakken, der skal fjernes inden den endelige polering /8/.

Figur 4.12 viser en oversigt over arbejdsgangene, de potentielt forurenende stoffer samt potentielle kildetyper i forbindelse med efterbehandling.



**Figur 4.12** Oversigt over arbejdsgange, potentielt forurenende stoffer samt potentielle forureningskilder ved efterbehandling.

### **Arbejdsmetode**

Til efterbehandling, der foretages, når det sidste lag lak er helt tørt, anvendes slibemasse, slibe- og polercreme (polish) og/eller voks. Polercreme og voks indeholder som regel silikonepræparater /8/, /23/.

*Slibemasse* er et fint pulveriseret slibemiddel, typisk opslemmet i en olieemulsion, der bruges til cellulose- og akryllak til udjævning af grovere ujævnheder og evt. snavs, der er faldet i den våde lak /8/. Brugen af slibemasse bevirker, at lakken bliver fuld af ganske fine ridser. Disse ridser fjernes ved efterpolering først med *slibecreme*, der er som slibemassen, blot finere, og afslutningsvis med *polercreme* eller *voks*, hvorved den blanke overflade opnås.

### **Miljøbelastning**

I relation til jord- og grundvandsforurening kan efterbehandling medføre følgende miljøbelastning:

- Uheld, spild eller lækage i forbindelse med oplag af affald samt nedgravning eller udhældning af affald på ubefæstet areal samt til kloak. Af affald fra efterbehandlingsprocessen, der normalt oplagres midlertidigt ved autolakerieret, før det evt. bortskaffes gennem de respektive affalds- og genbrugsordninger, kan nævnes brugt polermiddel, emballage og brugte klude. Det bemærkes, at det først var fra hhv. 1972 og 1976, at olieaffald og kemikalieaffald kunne afleveres på kommunale modtagestationer.
- Affald kan evt. være blevet brændt af. Restprodukter eller spredning via luft fra afbrændingspladser kan i forbindelse hermed have forurenset ubefæstede arealer. På mindre autolakerier kan afbrændingen typisk være foregået i tromler, hvorved forurening af ubefæstede arealer vurderes at være minimal.

#### **4.3.5. Malings- og lakblanding**

### **Arbejdsmetode**

Afvejning og blanding af maling, lak, hærder og fortynder foregår ofte i et specielt blanderum, hvor apparatur som farvemåler og vægt findes /19/. I bogen "Autolakering" fra 1971 anbefales imidlertid, at blanding skal ske i kraftigt, spredt dagslys /8/, hvorfor det formodes, at blanding tidligere kan være foretaget udendørs. Evt. har blanding fundet sted i selve maleanlægget /13/.

En almindelig nuance kan fremstilles af fire tonefarver, mens tallet kan stige til seks med polychromater /8/.

Maling og lak fra leverandøren tilsættes som regel yderligere 15-20 % fortynder hos autolakereren /13/.

Efter fortynding sies malingen/lakken for at fjerne støv /8/, /19/.

Viskositeten kan måles med et DIN-bæger eller en Ford-cup, der udnytter det samme princip. Maling/lak hældes op i bægeret, der er forsynet med et hul i bunden, typisk 4 mm. Med et stopur måles, hvor lang tid malingen/lakken er om at løbe ud, hvilket er et udtryk for viskositeten /8/. Til samme formål kan benyttes et Frikmar-bæger, hvor princippet er et bæger med hul i, der dyppes ned i malingen/lakken, hvorefter tidtagningen starter idet bægeret løftes fri af overfladen /8/.

### **Miljøbelastning**

I relation til jord- og grundvandsforurening kan malings- og lakblanding medføre følgende miljøbelastning:

- Uheld og spild såvel udendørs som indendørs i forbindelse med opbevaring og blanding af maling, lak og fortynder samt i forbindelse med sining og viskositetsmåling.

### **4.3.6. Rengøring af udstyr**

#### **Arbejdsmetode**

Værktøj og sprøjtepistoler rengøres typisk med fortynder, evt. i lukket pistolvasker med recirkulation (rensemusling) /19/. Det var, især tidligere, almindeligt at rengøre værktøj og sprøjtepistoler i kar, hvorefter affaldet blev hældt på tromler eller bortskaffet på anden vis. Efter introduktionen af vandige produkter, kan værktøj og sprøjtepistoler ligeledes afvaskes i vandige produkter, der imidlertid kræver afvaskning straks efter brug. Vandig afvaskning kræver desuden efterfølgende mere grundig rengøring i pistolvasker /19/.

Da vandige og opløsningsmiddelholdige pistolrensevæsker ikke kan blandes sammen, er det nødvendigt at have separate pistolvaskere, hvis der arbejdes med begge produkttyper /19/.

### **Miljøbelastning**

I relation til jord- og grundvandsforurening kan rengøring af udstyr medføre følgende miljøbelastning:

- Uheld eller spild på gulv og evt. afløb til kloak i forbindelse med håndtering og oplag af ren og brugt fortynder, herunder chlorerede opløsningsmidler, og rensevæsker.
- Uheld, spild samt udhældning af affald på ubefæstet areal samt til kloak i forbindelse med rensning af værktøj og sprøjtepistoler.
- Utætheder ved olieudskillere, hvortil ubehandlet spildevand afledes.



## 5. Forureningsrisiko

### 5.1. Oversigt over potentielle forureningskilder

I kapitel 4 er processer, anvendt teknologi og kemikalier samt de potentielle risici for miljøet på autolakerier gennemgået.

I tabel 5.1 er en samlet oversigt over processer, kilder til forurening, forurenende kemikalier og mulige spredningsveje opsummeret.

Delprocesser	Kildetyper	Spredningsveje	Forurenende stoffer
<b>Forbehandling</b>			
Rengøring af emner	Uheld og spild på gulv og jord, utætte beholdere, kloakker, olieudskillere, uden- og indendørs oplag af renevæsker og affald samt bortskaffelse af affald	Nedsivning, udvaskning og diffusion	Org. opløsningsmidler, herunder chlorede opløsningsmidler samt voks, paraffin, detergenter
Malings- og lakfjernelse	Uheld og spild på gulv og jord, utætte beholdere, kloakker, olieudskillere, uden- og indendørs oplag af renevæsker og affald samt bortskaffelse af affald	Nedsivning, udvaskning og diffusion	Org. opløsningsmidler, herunder chlorede opløsningsmidler, isocyanater, metaller f.eks. Zn, Al, Cr(IV)-forbindelser, PAH
Sandblæsning/slibning	Åbne døre eller uendørs arbejde, utætte kloakker, sandfang, olieudskillere, oplag af slibestøv og -slam samt bortskaffelse af affald	Luftdeposition af slibestøv, udvaskning og diffusion	Org. Peroxidforbindelser, isocyanater, metaller f.eks. Zn, Fe, Al, Cr, Cd

**Tabel 5.1** Opsummering af processer, kilder til forurening, forurenende kemikalier og mulige spredningsveje.

Delprocesser	Kildetyper	Spredningsveje	Forurenende stoffer
<b>Maling og lakering</b>			
Spartling	Uheld og spild på gulv og jord, utætte beholdere, kloakker, olieudskillere, uden- og indendørs oplag af opløsningsmidler, spartelfarve og affald samt bortskaffelse af affald	Nedsivning, udvaskning og diffusion	Org. opløsningsmidler, org. peroxidforbindelser, isocyanater, styren, metaller f.eks. Zn, Cr, PAH
Maling og lakering	Uheld og spild på gulv og jord, utætte beholdere, kloakker, scrubber, olieudskillere, uden- og indendørs oplag af opløsningsmidler, maling, lak og affald samt bortskaffelse af affald, afkast via skorsten	Luftdeposition af malings- og lakpartikler, nedsivning, udvaskning og diffusion	Org. opløsningsmidler, herunder chlorede opløsningsmidler, epoxy, tjære, isocyanat, metaller f.eks. Zn, Fe, Al, Cd, Cr(IV)-forbindelser, PAH
Tørring	Afdrypning på gulv og jord, utætte kloakker, olieudskillere, utætheder ved fyringsolietanke og rørføringer	Nedsivning, udvaskning og diffusion	Org. opløsningsmidler, epoxy, tjære, isocyanat, metaller f.eks. Zn, Fe, Al, Cd, Cr(IV)-forbindelser
<b>Efterbehandling</b>			
Polering	Uden- og indendørs oplag af affald samt bortskaffelse af affald	Nedsivning, udvaskning og diffusion	Kulbrinter, PAH
<b>Diverse</b>			
Lakblanding	Uheld og spild på gulv og jord, utætte beholdere, kloakker, olieudskillere, uden- og indendørs oplag af opløsningsmidler, maling og lak	Nedsivning, udvaskning og diffusion	Org. opløsningsmidler, herunder chlorede opløsningsmidler, epoxy, tjære, isocyanat, metaller f.eks. Zn, Fe, Al, Cd, Cr(IV)-forbindelser
Rengøring af udstyr	Uheld og spild på gulv og jord, utætte beholdere, kloakker, olieudskillere, uden- og indendørs oplag af fortynder, rensesvæsker og affald	Nedsivning, udvaskning og diffusion	Org. opløsningsmidler, herunder chlorede opløsningsmidler, epoxy, tjære, isocyanat, metaller f.eks. Zn, Fe, Al, Cd, Cr(IV)-forbindelser, detergenter

**Tabel 5.1 (fortsat)** Opsummering af processer, kilder til forurening, forurenende kemikalier og mulige spredningsveje.

## 5.2. Vurdering af forureningsrisiko

I følgende afsnit er nedenstående hovedgrupper af udvalgte stoffer, anvendt eller fundet i forbindelse med autolakerier, beskrevet:

- Kulbrinter.
- Polære kulbrinter.
- Chlorerede kulbrinter.
- Tungmetaller.

Datablade for udvalgte stoffer findes i bilag 4.

Stoffernes fysisk-kemiske egenskaber er udgangspunkt for en vurdering af risikoen for at træffe en forurening med stofferne i hhv. jord, grundvand og poreluft.

Stoffer med ringe opløselighed, lavt damptryk og kraftig adsorption (høj oktanol-vand fordelingskoefficient, stor molvægt og evt. positive ladninger) vil udvise størst tendens til at blive opkoncentreret i jordprofilet frem for at blive udvasket til grundvand eller fordampe til poreluften.

Omvendt vil stoffer med stor vandopløselighed og ringe adsorption udgøre den største risiko for grundvandskvaliteten, mens stoffer med højt damptryk udgør en risiko for poreluftforurening.

### 5.2.1. Kulbrinter

Kulbrinter har generelt en massefylde, der er mindre end vands og benævnes derfor LNAPL, Light Non-Aqueous Phase Liquids /18/.

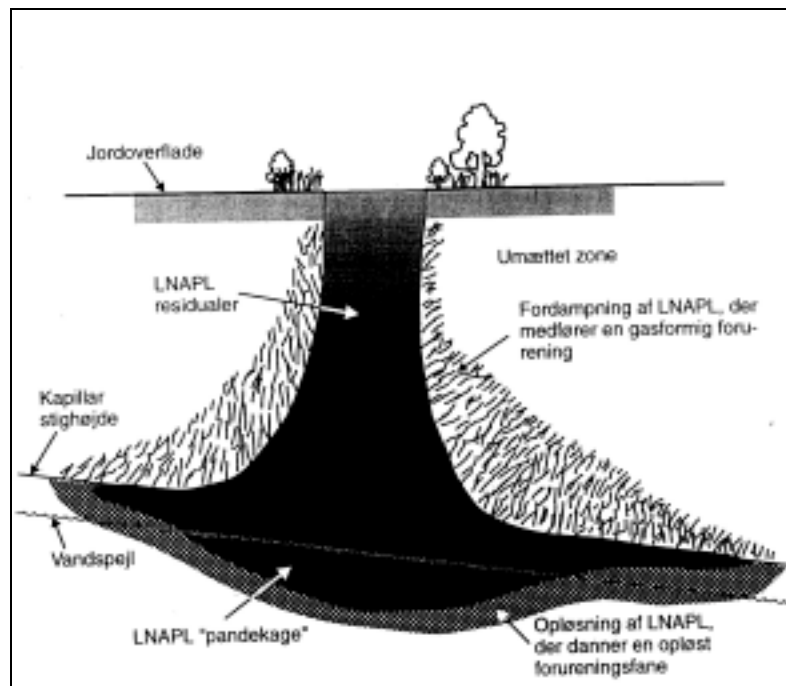
En forurening med LNAPL bevæger sig gennem jordmatricen mod grundvandet pga. udvaskning, tyngdekraften, trykgradier samt kapillarkræfter, se figur 5.1. På vejen vil en del af de flygtige komponenter fordampe til poreluften, en del vil blive opløst i porevandet, og en del af kulbrinterne vil blive fanget i jordens porer ved sorption (residual NAPL) /18/.

Et tilstrækkeligt stort kulbrintespild vil til sidst nå grundvandet, hvor det vil lægge sig oven på vandspejlet og strømme i samme retning som grundvandets hydrauliske gradient. Diffusion af kulbrinterne medfører en yderligere spredning af forureningen i andre retninger ud over strømningsretningen. Grundvandsforureningens udbredelse begrænses af sorption, fordampning og nedbrydning /18/.

Selv længe efter, at den frie fase har passeret gennem jorden, vil residual LNAPL langsomt frigøres igen til jordvæsken fra jordmatricen pga. desorption.



De forskellige typer af LNAPL bevæger sig ikke lige hurtigt gennem jordmatricen. Langkædede kulbrinter er f.eks. meget lidt mobile i jord, da de sorberes stærkt til det organiske materiale og udgør således et potentielt problem for arealanvendelsen. Flygtige og vandopløselige stoffer, som BTEX'er, er derimod særdeles mobile og vil med tiden fordampe og udvaskes fra den oprindelige forurening, og de udgør således den største trussel for grundvand og indeklima.



**Figur 5.1** Udbredelse af et LNAPL spild /18/.

### 5.2.2. Polære kulbrinter

Eksempler på polære kulbrinter anvendt inden for autolakering er n-butanol, isobutanol, n-propanol, isopropanol, acetone, methylethylketon, methylisobutylketon, ethylacetat, butylacetat, methanol og ethanol. Polære kulbrinter har på grund af et eller flere indbyggede iltatomer en vis lighed med vand og dermed en større tendens end kulbrinterne til at opløses i vand. De ovennævnte stoffer er alle defineret som opløselige eller blandbare med vand, og stofferne vil derfor tilbageholdes i langt mindre grad end kulbrinter i jordmatricen i forbindelse med infiltration af regnvand.

Store molekyler vil transporteres langsommere gennem jordmatricen end små molekyler pga. fysisk tilbageholdelse i de mindste porer og delvis adsorption. De mindste molekyler, så som acetone, vil derimod transporteres med stort set samme hastighed som vandet.

Da de ovennævnte polære kulbrinter alle har en massefylde, der er mindre end vand (0,71-0,89 g/mL), vil et uforyndet spild, der når grundvandet i begynde-

sen flyde oven på vandet. Relativt hurtigt opløses stofferne dog i grundvandet og spredes derefter ved konvektion i retning af grundvandets hydrauliske gradient samt ved diffusion.

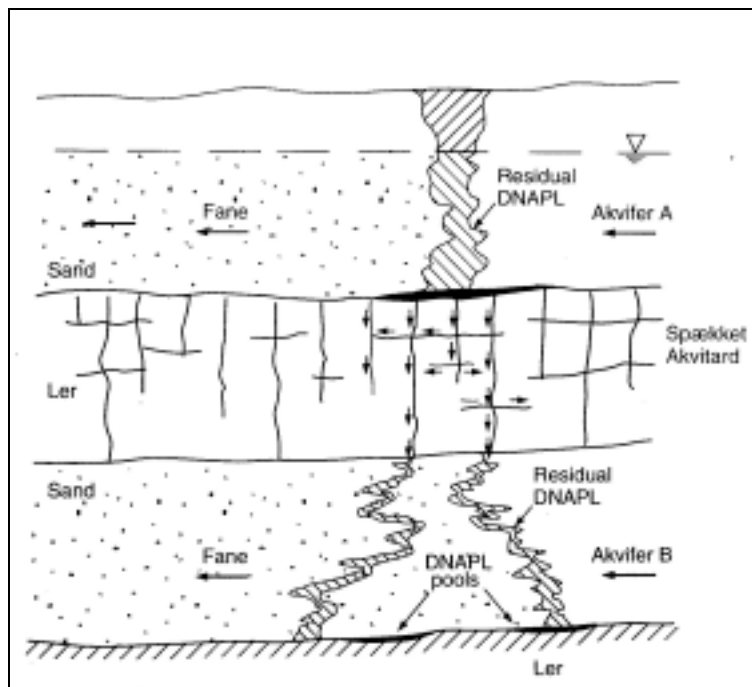
Spild af polære kulbrinter udgør sjældent et problem for arealanvendelsen, da de relativt hurtigt udvaskes. Dette betyder imidlertid også, at spild af polære kulbrinter kan udgøre en risiko for grundvandet.

### 5.2.3. Chlorerede kulbrinter

De chlorerede kulbrinter, der optræder i forbindelse med autolakering er primært dichlormethan, 1,1,1-trichlorethan, trichlorethylen og perchlorethylen. Chlorerede kulbrinter har generelt en massefylde, der er større end vands (1,33-1,46 g/mL for de nævnte) og benævnes derfor DNAPL, Dense Non-Aqueous Phase Liquids /18/.

Et spild med DNAPL vil bevæge sig gennem den umættede zone stort set på samme måde som LNAPL, se figur 5.2.

Hvis et DNAPL spild når grundvandsspejlet vil det imidlertid ikke lægge sig oven på grundvandet, men vil på grund af den større massefylde strømme længere ned og evt. til sidst lægge sig på bunden af reservoiret og danne søer /18/. Herfra kan DNAPL spredes yderligere ved at flyde langs bundens hældning eller ved at trænge ned i sprækker og således forurene underliggende grundvandsmagasiner /18/.



**Figur 5.2** Udbredelse af et DNAPL spild /18/.

Et spild med chlorerede kulbrinter er i stand til at forurene et stort område, hvilket skyldes, at chlorerede kulbrinter, i modsætning til f.eks. andre usubstituerede kulbrinter, enten ikke nedbrydes eller nedbrydes meget langsomt i både anaerobe og aerobe miljøer /17/.

Stoffernes høje damptryk (58-350 mm Hg) bevirker, at residual DNAPL i undergrunden kan fordampe og som følge af konvektion og diffusion transporteres til terræn og evt. forårsage indeklimaproblemer i overliggende bygninger.

#### 5.2.4. Tungmetaller

Tungmetaller bruges efterfølgende som en generel betegnelse for metallerne arsen (As), bly (Pb), cadmium (Cd), kobber (Cu), chrom (Cr), kviksølv (Hg), nikkel (Ni) og zink (Zn). Tungmetaller er grundstoffer, der således ikke kan nedbrydes til uskadelige komponenter, som de organiske stoffer kan. Tungmetaller kan forekomme på forskellige kemiske tilstandsformer, der som følge heraf har forskellig mobilitet og miljøpåvirkning. Effekterne vil dog hovedsagelig bero på koncentrationsniveauet, og hvor de findes /18/.

Tungmetallernes spredning i jordmiljøet er styret af processerne udfældning, sorption og kompleksering og endvidere af redox- og metyleringsprocesser for arsen, chrom og kviksølv /18/.

Tungmetallerne *bly, cadmium, kobber, nikkel* og *zink* optræder hyppigst som divalente kationer i jordmiljøet og tilbageholdes generelt kraftigt i overjord pga. af sorption og udfældning med eks. fosfat. Sorption forekommer ved alle koncentrationsniveauer, mens udfældning generelt kræver høje koncentrationer. Den afgørende faktor for stoffernes sorption er pH, hvor stofferne er mest mobile ved lave pH-værdier. Tilføres jorden f.eks. chlorid, carbonat og sulfat øges stoffernes opløselighed som følge af kompleksdannelse, på nær under stærkt reducerede forhold /18/.

*Arsen* optræder primært som oxyanionerne arsenat (aerobe forhold) og arsenit (reducerede forhold) og er mest mobilt under reducerede forhold og lav pH, hvor opløseligheden er størst. Da arsenat og arsenit er anioner, sorberer stofferne til jern- mangan- og aluminiumoxider i jorden og ikke til jordmatricen selv. Det betyder, at lav pH favoriserer sorption, hvor hydroxylgrupperne i oxiderne er protoneret /18/.

*Chrom* forekommer almindeligvis kompleksbundet med OH-ioner (Cr(III)) og som oxyanionen chromat (Cr(VI)). Mobiliteten af chrom er stærkt afhængig af redoxforholdene, da chrom optræder som mobilt chromat under oxiderede forhold og udfældes under reducerede forhold. Sorptionen af chromat er styret af tilstedeværelsen og mængden af jern-, mangan- og aluminiumoxider, da anionerne ikke adsorberer direkte til jordmatricen /18/.

*Kviksølv* optræder hovedsageligt på oxidationstrinene 0 og II i jordmiljøet. Kviksølv forekommer sjældent som frie  $\text{Hg}^{2+}$  ioner, der ville tilbageholdes kraftigt til jordmatricen. I stedet kompleksere stoffet, primært som  $\text{HgOH}^+$  og  $\text{Hg}(\text{OH})_2$ , og bliver derved mobilt. Elementært kviksølv,  $\text{Hg}^0$  og methyleret kviksølv er flygtige stoffer /18/.

På grund af tungmetallernes store tendens til at adsorbere til jordpartikler, har de lange opholdstider i jorden. Cadmium er et af de mest mobile tungmetaller, med opholdstid omkring 100 år. Kviksølv har en residenstid omkring 750 år, mens arsen, kobber, nikkel, bly og zink har residenstider på omkring 2.000 år i tempereret jord /12/.

### **5.2.5. Sammenfattende for autolakerier**

På lokaliteter med autolakering vil forurening med kulbrinter, polære kulbrinter og chlorerede kulbrinter potentielt kunne konstateres ved oplag af råvarer og affald af opløsningsmidler og diverse malinger og lakker, ved utætte kloakker, sandfang og olieudskillere. Desuden er der risiko for at konstatere forurening med kulbrinter på udendørs arealer, hvor der har været foretaget rengøring og maling/lakering mv. Derudover vil der være risiko for at træffe forurening med kulbrinter ved utætte fyringsolietanke eller rørføringer til disse.

Jo ældre en forurening med kulbrinter, polære kulbrinter og chlorerede kulbrinter er, des større er sandsynligheden for, at forureningen er blevet reduceret i de terrænnære jordlag ved fordampning eller udvaskning. Samtidig er der større risiko for at træffe forureningen i grundvand. Dette gælder især for ubefæstede områder, hvor nedsivningen er størst. For kulbrinter og polære kulbrinter sker der desuden en reduktion i de terrænnære jordlag som følge af biologisk nedbrydning.

Der er risiko for at konstatere diffus forurening med tungmetaller i nedfaldsområder fra sandblæsning og områder ved ventilationsafkast. Der er endvidere risiko for at konstatere forurening med tungmetaller ved punktkilder som oplag af brugt blæsemateriale og andet affald indeholdende tungmetaller samt ved sandfang og olieudskillere.



## 6. Undersøgelser

I det følgende er indholdet i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 beskrevet, jf. Lov om forurennet jord. Beskrivelse af mere omfattende undersøgelser kan bl.a. findes i /20/.

Ved en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 på et autolakereri anbefales følgende elementer at indgå i undersøgelsesstrategien:

- Historisk kortlægning.
- Prøvetagning af jord, grundvand og poreluft.
- Felt- og laboratorieanalyser af jord-, grundvands- og poreluftprøver.
- Vurdering af analyseresultater i relation til relevante kvalitetskriterier.
- Orienterende risikovurdering.

I det følgende er indholdet i kortlægningsundersøgelsen frem til vidensniveau 2 nærmere beskrevet.

### 6.1. Historisk kortlægning

#### 6.1.1. Kortlægningsstrategi og –metode

Siden 1. januar 2000 har amtsrådet i samarbejde med kommunalbestyrelsen skullet forestå forureningskortlægning i henhold til § 3 i Lov om forurennet jord /24/.

Et areal betegnes som kortlagt på vidensniveau 1, hvis der er tilvejebragt en faktisk viden om potentielle forureningskilder på arealet.

Et areal betegnes som kortlagt på vidensniveau 2, hvis der er tilvejebragt dokumentation for, at der med høj grad af sikkerhed er en jordforurening på arealet, der kan have skadelig virkning på mennesker og miljø. Hvis der ikke i forvejen foreligger dokumentation, der udgør et sikkert grundlag for at kortlægge arealet på vidensniveau 2, udføres der tekniske undersøgelser i form af opgravninger, boringer, analyser eller lignende.

Forureningskortlægning frem til vidensniveau 2 er begrænset til offentlige indsatsområder, der omfatter arealer, hvor der er forurening eller forureningskilder, der kan:

- have skadelig virkning på grundvandet inden for et område med særlige drikkevandsinteresser,
- have skadelig virkning på grundvandet i et indvindingsopland for et alment vandforsyningsanlæg eller,
- have skadelig virkning på mennesker på et areal med bolig, børneinstitution eller offentlig legeplads.

Det bemærkes, at nyere forureninger og diffuse forureninger også er medtaget. Kortlægningen omfatter således al jordforurening, uafhængigt af, hvornår og hvordan den er sket.

Strategien over for autolakererier bør udvikles således, at virksomheder i offentlige indsatsområder identificeres først. Når virksomhederne er identificeret, iværksættes miljøhistoriske gennemgange, der danner grundlag for kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2.

### **6.1.2. Indsamling af historisk materiale**

Inden kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2 påbegyndes, er det vigtigt at få lavet en historisk kortlægning for den aktuelle lokalitet. Dette kan være tidskrævende, men er nødvendigt for at kunne målrette de tekniske undersøgelser.

Den historiske kortlægning bør resultere i en detaljeret redegørelse for typen og den fysiske placering af potentielle forureningskilder relateret til autolakereriet.

Der findes en lang række kilder, hvor der kan søges oplysninger. Kilderne kan opdeles i primære og sekundære kilder. En nærmere beskrivelse af de vigtigste primære og sekundære kilder fremgår af bilag 5.

I det følgende er anvendelsen af det historiske materiale opdelt på følgende emner:

- Oplysninger om lokalisering af tidligere og nuværende autolakererier.
- Oplysninger om branchen.
- Oplysninger om lokaliteten.

#### **Lokalisering af autolakererier**

Med henblik på en generel kortlægning indhentes oplysninger om, hvor der har været autolakererier inden for afgrænsede geografiske områder.

Til generel kortlægning kan anvendes ”brede” historiske kilder, som f.eks. gamle vejvisere, telefonbøger, lokalvejvisere og annonceværker (eksempelvis Kraks vejviser) med f.eks. 5-års intervaller. Kendetegnen for disse kilder er, at de har en bred dækning, men en lav detaljeringsgrad.

Der kan ofte ligeledes med fordel tages kontakt til lokalhistorisk arkiv, hvor medarbejdere enten selv har et udvidet lokalkendskab eller kan henvise til ældre borgere med lokalkendskab.

Specifikt for autolakererier anbefales desuden at kontakte Foreningen af Auto- og Industrielakerere (FAI) og Danske Auto- og Overfladelakerere (DAO) samt tage kontakt til større maskinleverandører og -reparatører samt leverandører af maling, lak og opløsningsmidler. Disse kan udover adresser og ejerforhold desuden i et vist omfang oplyse om produktionstype, indretning og drift.

### **Oplysninger om branchen**

Af litteratur, der beskriver autolakeringsbranchen, kan udover nærværende branchebeskrivelse nævnes:

- ”Autolakering”, Hans Brauner, Forlaget Ivar, 1971.
- ”Overfladebehandling II”, Miljøprojekt nr. 43, 1982.
- ”Reparationsmaling af automobiler”, Miljøprojekt nr. 144, 1990.
- ”Erfaringsopsamling på amternes registreringsundersøgelser”, Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 9, 1995.
- ”Konsekvenser ved brug af vandfortyndbare produkter til autoreparationslakering”, Miljøprojekt nr. 431, 1998.

Desuden kan oplysninger om branchen og arbejdsprocesserne indhentes hos Foreningen af Auto- og Industrielakerere.

Mere specifikke oplysninger om forureningsforhold mv. kan findes i databasen over amternes registreringsundersøgelser /2/ og gennemgås overordnet i afsnit 6.2.

### **Oplysninger om den enkelte lokalitet**

Når et areal med autolakereri er kortlagt på vidensniveau 1 på baggrund af oplysninger indhentet i afsnit 6.1.2, er næste trin at gennemgå de kilder til historiske oplysninger, der vil være relevante ved planlægning af kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2, som ofte vil være tekniske undersøgelser.

Ved tilrettelæggelse af disse undersøgelser kan det historiske materiale inddeles efter de forhold, der søges oplysninger om. For et autolakereri kan følgende forhold være relevante:

- **Lokalisering og driftsperiode**  
Adresse, matr. nr. og ejerforhold mv. fremgår af kommunens arkiver.  
Driftsperioden fremgår af tingbogen eller kan oplyses af grundejer i driftsperioden. Herudover kan der evt. indhentes oplysninger fra erhvervsregistret, vejvisere, brancheforeninger mv.
- **Fysisk indretning**  
Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser.  
Virksomhedens arkiver.  
Fotos fra det Kongelige Biblioteks billedsamling, Kort- og Matrikelstyrelsen og Lokalhistorisk arkiv.
- **Gennemgang af processer og oplag**  
Kommunens arkiver, herunder evt. miljøgodkendelser.  
Virksomhedens arkiver.  
Interview med grundejer eller ansatte i driftsperioden.  
Avisartikler mv.  
Arbejdstilsynets inspektionsberetninger.



Gennemgangen suppleres med teknisk historisk litteratur.

- **Identifikation af miljøfarlige stoffer og lokalisering af forureningskilder**  
Det vil være relevant at gennemgå de samme kilder som under ovenstående punkt.
- **Oplysninger om brand og ulykker**  
Kommunens arkiver.  
Virksomhedens arkiver.  
Interview med grundejer i driftsperioden eller ansatte.
- **Besigtigelse**  
Ved besigtigelse af et autolakereri kan man evt. lokalisere udendørs og indendørs kemikalieoplag, blanderum, forbehandlingshal, sprøjte- og tørrekabine, sandblæsehal, kloakforhold samt udendørs deponerings- og afdrypnings- og afbrændingspladser mv. Det anbefales at udføre besigtigelsen sammen med tidligere grundejer eller ansatte, der har kendskab til produktionsprocesser og affaldsbortskaffelse.

## 6.2. Status for autolakeringsbranchens miljøbelastning

På autolakererier kan der, som omtalt i tidligere afsnit, være flere kilder til jord- og grundvandsforurening. I kapitel 4 og 5 er udarbejdet oversigter over miljøbelastninger fra de forskellige aktiviteter, der kan foregå eller har foregået, jf. tabel 5.1.

Amternes Videntcenter for Jordforurenings database over amternes registreringsundersøgelser (februar 1997) indeholder oplysninger om undersøgelser på i alt 60 ejendomme med autolakererier. På 50 af ejendommene har autolakering været primæraktiviteten, og på 10 af disse ejendomme har der ligeledes været autoværksted og/eller benzinsalg. Primæraktiviteterne på de resterende 10 ejendomme har været meget forskelligartede: en metalforarbejdende virksomhed, to skrotpladser, seks autoværksteder og et støberi /2/.

I alt er 11 ejendomme registreret som affaldsdepot på baggrund af tekniske undersøgelser, mens 44 kortlagte ejendomme ikke er registreret, og status for fem kortlagte ejendomme ikke er afklaret /2/.

På en del af de 44 ikke registrerede ejendomme er der konstateret forurening, men registrering som affaldsdepot er udeladt, da det er skønnet, at forureningen kan være sket efter Miljøbeskyttelseslovens ikrafttrædelse i 1974.

På de 60 ejendomme er der udført i alt 152 tekniske undersøgelser ved 25 forskellige kilder. Overordnet set er der større risiko for at træffe forurening på ejendomme, hvor der også er eller har været andre aktiviteter ( $12/20 = 60\%$ ) end på ejendomme, hvor der kun har været autolakereri ( $13/40 = 33\%$ ).

Ved de otte hyppigst undersøgte kildetyper er der konstateret forurening og spor af forurening, som angivet i tabel 6.1. Spor af forurening er defineret som indhold over analysemetodens detektionsgrænse, men under Miljøstyrelsens kvalitetskriterier.

Kilde	Antal undersøgelser	Forurening	Spor af forurening	Spor eller forurening
Afkast	3	2 (67%)	1 (33%)	3 (100%)
Under bygning	6	3 (50%)	2 (33%)	5 (83%)
Sprøjtekabine	5	2 (40%)	2 (40%)	4 (80%)
Spild	17	6 (35%)	5 (31%)	11 (66%)
Ved bygning	40	12 (30%)	16 (40%)	28 (70%)
Oplag ude	17	5 (29%)	3 (18%)	8 (47%)
Olietanke	17	2 (12%)	4 (24%)	6 (36%)
Afløbssystem	27	2 (7%)	10 (37%)	12 (44%)

**Tabel 6.1** Forureningshyppighed ved undersøgte kildetyper /2/.

Tallene i tabellen skal kun opfattes som omtrentlige, idet nogle kildetyper kan være talt med flere steder. F.eks. kan tekniske undersøgelser udført ved bygninger ligeledes have dækket afløbssystemet eller afkast. Endvidere er det ikke alle steder tydeligt, om den undersøgte kilde har været tilknyttet autolakereriet eller andre aktiviteter på ejendommen.

På trods af et relativt lille erfaringsgrundlag fremgår det af tabel 6.1, at der er en tendens til, at der er størst risiko for at træffe forurening ved afkast og under bygninger. For mere velundersøgte kilder som: ved bygninger, udendørs oplag og spild er der også stor risiko for at træffe forurening.

Der er ligeledes udført forholdsvis mange undersøgelser ved afløbssystemer (forureningskilde, der ofte er sikkert lokaliseret), men ved denne kilde er der kun i relativt få tilfælde konstateret forurening. Noget hyppigere er der konstateret spor af forurening.

Undersøgelserne udført ved olietanke i relation til autolakererier indikerer, at der er forholdsvis lav risiko for at træffe forurening ved denne kildetype. Ved gennemgang af hele databasen er det imidlertid fundet, at der er konstateret forurening ved olietanke i ca. 39 % af tilfældene (157/406). Det vurderes, at dette sandsynligvis er et bedre generelt estimat for risikoen for at konstatere forurening ved olietanke, også på autolakererier.

Der er foretaget én undersøgelse ved en tørrekabine og et område for afbrænding, hvor der ikke blev konstateret forurening. Der er endvidere foretaget én

undersøgelse ved et område for sandblæsning og to undersøgelser ved områder for deponering, der alle tre viste sig at være forurenede. Erfaringsgrundlaget er dog for spinkelt til, at der kan gives nogen entydig vurdering af risikoen for at træffe forurening ved disse kilder.

Der er endvidere udført to undersøgelser ved olie/benzinudskillere, hvor der i den ene undersøgelse blev konstateret forurening. Ved gennemgang af hele databasen er det fundet, at der er konstateret forurening ved olie/benzinudskillere i 50 % af tilfældene (44/87). Det vurderes, at dette sandsynligvis også generelt vil være gældende for olie/benzinudskillere på autolakerier.

Ud fra ovennævnte erfaringer er der nedenfor givet en prioriteret liste over forureningskilder, som bør undersøges på lokaliteter, hvor der har været autolakereri. Listen er udarbejdet ud fra generelle erfaringer, hvorfor listen i hvert enkelt tilfælde skal vurderes sammen med de konkrete forhold på lokaliteten.

Forureningskilder, som *altid bør medtages* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Udendørs områder ved afkast fra sprøjtekabine og sandblæsningsaktiviteter samt ved porte (afkast og ved bygning).
- Under bygning (placering afhænger af de faktiske forhold, men fortrinsvis ved oplag, synlige tegn på spild eller utætheder samt ved sprøjtekabine).
- Udendørs oplag.
- Spild.
- Deponier/nedgravet affald.
- Olieudskillere og sandfang.
- Nedgravede tanke.
- Afbrændingsplads.

Forureningskilder, som *anbefales medtaget* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Afløbssystem, især på ejendomme uden olieudskillere.

Forureningskilder, som *i specielle tilfælde kan medtages* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Tørrekabine.
- Tagnedløb til ubefæstet areal (ikke til kloak).

Ved de tekniske undersøgelser på de 60 ejendomme er der foretaget analyser og konstateret koncentrationsniveauer i de tre medier jord, grundvand og poreluft, som angivet i tabel 6.2.

Komponent	Jord (mg/kg TS)		Vand (µg/L)		Poreluft (µg/m <sup>3</sup> )	
	Interval for konc.	Antal analyser*	Interval for konc.	Antal analyser*	Interval for konc.	Antal analyser*
<b>Blandingsprodukter</b>						
Total kulbrinter	23-950	17/6	0,4-40	9/7	200-1.100.000	13/5
Benzin	58	27/1	0	4/0	0	1/0
Diesel-/fyringsolie	11-9.500	27/6	0,3	5/1	0	1/0
<b>BTEX</b>						
Benzen	0,95	27/1	0,05-0,8	11/3	50	12/1
Toluen	0,16-4,8	28/3	0,3-1,5	13/4	40-400	13/2
Ethylbenzen	0,25-4,3	28/3	0,25	12/1	0	12/0
Xylen	0,11-37	27/6	4-6,6	11/2	500	13/1
<b>PAH</b>						
Naphthalen	0,1-18,6	27/7	0	1/0		
Benz(a)pyren	0,46-0,53	2/2				
Flouranthen	0,24-6,2	3/3				
Phenanthren	0,1-1,8	3/3				
<b>Chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter</b>						
1,1-dichlorethan			0	1/0		
DCE			1	9/1	20-7.000	11/3
TCA	1,1-3	19/19	0,001-0,05	13/5	0,19-30	14/12
TCE	0,0006	20/1	0,003-0,08	14/6	0,1-40	15/8
PCE	0,00033-3,3	20/5	0,007-0,07	13/5	0,0009-1.700	15/13
Chloroform (trichlor-methan)	0,00082-0,008	18/2	0	5/0	1,1-5,7	3/2
Trichlorethan			0,12	1/1		
Tetrachlor-methan	0,00054-1,1	18/2	0	5/0	0,0056-0,93	3/2
Vinylchlorid	0	1/0	0	2/0		

\* Antallet af analyser før skråstregen er det totale antal udførte. Efter skråstregen er anført det antal undersøgelser, hvor indholdet overskrider detektionsgrænsen.

**Tabel 6.2** Koncentrationsniveauer i registreringsundersøgelser på 60 lokaliteter med autolakerier /2/.

Komponent	Jord (mg/kg TS)		Vand (µg/L)		Poreluft (µg/m <sup>3</sup> )	
	Interval for konc.	Antal analyser*	Interval for konc.	Antal analyser*	Interval for konc.	Antal analyser*
<b>Polære kulbrinter</b>						
Methyliso-butylketon	22	1/1				
<b>Metaller</b>						
Arsen	4,2-23	10/5				
Bly	12-7.200	30/30	0,043	1/1		
Cadmium	0,11-7,8	22/22				
Chrom	11-750	14/12				
Kobber	1,8-3.800	16/15				
Kviksølv	0	1/0				
Nikkel	5-88	12/8				
Selen	10	3/2				
Zink	39-50.000	17/17	180	1/1		

\* Antallet af analyser før skråstregen er det totale antal udførte. Efter skråstregen er anført det antal undersøgelser, hvor indholdet overskrider detektionsgrænsen.

**Tabel 6.2** (fortsat) Koncentrationsniveauer i registreringsundersøgelser på 60 lokaliteter med autolakerier /2/.

Som det fremgår af tabel 6.2, er der udført en bred vifte af analyser i forbindelse med de tekniske undersøgelser. Nogle stoffer er analyseret hyppigere end andre og giver derfor et bedre erfaringsgrundlag.

*Blandingsprodukter:* Der er foretaget forholdsvis mange analyser for blandingsprodukter (defineret som total kulbrinter, benzin og diesel/fyringsolie) i både jord, grundvand og poreluft. Der er konstateret indhold af blandingsprodukter i mellem 35 og 80 % af analyserne, hvor mere end halvdelen overskrider kvalitetskriterierne. Især i poreluftmålingerne er der konstateret høje niveauer. Der er kun i et enkelt tilfælde konstateret indhold af benzin, hvilket er i jord og i et forholdsvis lavt niveau. Dette skyldes dog sandsynligvis, at benzin ikke er et af de produkter, der generelt anvendes på autolakerier.

*BTEX:* Der er ligeledes foretaget mange analyser for BTEX'er i både jord, grundvand og poreluft. Der er dog kun i ca. 10 % af de analyserede prøver konstateret indhold af BTE og ingen af indholdene overskrider Miljøstyrelsens kvalitetskriterier. Xylen, der er en af de mest almindelige fortyndere og bl.a. indgår i cellulosefortynder, jf. afsnit 4.3.1 og bilag 1, konstateres hyppigere og overskrider i enkelte tilfælde kvalitetskriterierne, dog maksimalt med en faktor ca. 5.

*PAH:* I alle jordprøver, der er analyseret for indhold af PAH'er er der konstateret indhold over Miljøstyrelsen jordkvalitetskriterier. På disse lokaliteter er eller har der imidlertid også været autoværksted, og det vurderes, at en del af de konstaterede indhold med stor sandsynlighed er relateret til denne aktivitet.

*Chlorerede opløsningsmidler:* Der er foretaget relativt mange analyser for chlorerede opløsningsmidler og deres nedbrydningsprodukter i alle tre medier. Erfaringerne viser, at de chlorerede kulbrinter (ud over TCA) generelt sjældent konstateres i jord (13 %), og i ingen af de udførte analyser er der observeret indhold over jordkvalitetskriterierne. Ofte konstateres der chlorerede kulbrinter i vand (29 %), men indholdene ligger også i disse tilfælde ofte under kvalitetskriterierne. Fortrinsvis konstateres de chlorerede kulbrinter i poreluften (65 %), hvor niveauerne er relativt høje. Erfaringerne viser, at TCA, TCE og PCE er de hyppigst konstaterede chlorerede kulbrinter, og de højeste niveauer er konstateret på ejendomme, hvor der kun har været autolakering. DCE er kun konstateret på ejendomme, hvor der også er eller har været autoværksted.

*Polære kulbrinter:* Der er kun udført én analyse for indhold af polære kulbrinter. Analysen er udført for methyloisobutylketon i jord, og stoffet blev konstateret, på trods af, at polære kulbrinter er meget vandopløselige.

*Metaller:* Der er generelt udført mange analyser for de gængse tungmetaller (Pb, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni og Zn) i jord. Chrom, kobber og nikkel er kun konstateret over kvalitetskriterierne i hver én analyse, og på disse ejendomme har der ligeledes været hhv. metalforarbejdende virksomhed, skrotplads og autoophug samt autoværksted. Bly og zink overskrider kvalitetskriterierne i hhv. 76 og 41 % af analyserne og de højeste niveauer er konstateret på ejendomme, hvor der kun har været autolakering. Endvidere er der udført analyser for arsen og selen i jord. Disse stoffer er kun konstateret i lave niveauer. Bly og zink er endvidere analyseret i én vandprøve fra en ejendom kun med autolakering, hvor begge stoffer blev konstateret.

De hyppigst konstaterede forureningstyper er tungmetaller og dernæst oliekomponenter og chlorerede opløsningsmidler.

For en stor del af stofferne omtalt i bilag 2 og 3 er der ikke tidligere udført analyser på trods af, at de anvendes i store mængder i Danmark inden for autolakeringsbranchen. Dette omfatter kulbrinterne cyclohexan, mesitylen, styren og 2,2,4,6,6-pentamethylheptan (indgår i opløsningsmidler, affedtningsmidler og maling), de vandopløselige opløsningsmidler, aminerne 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin, 3,6-diazaoctan-1,8-diamin og diethanolamin (indgår i hårdere og rustbeskyttelsesmidler), bisphenol-A og bisphenol-A-diglycidylether (reaktive grupper i epoxy-bindemidler og maling), nonylphenol (indgår i spartelmasse og maling) og 2-butanonoxim (indgår i maling og rustbeskyttelsesmidler).

Der er således endnu ikke noget erfaringsgrundlag vedrørende forureningsrisikoen. Det anbefales derfor, at der på baggrund af de historiske oplysninger om det enkelte autolakereri, der skal undersøges, foretages relevante analyser for disse stoffer i jord, grundvand og/eller poreluft afhængig af stoffernes fysiske og kemiske egenskaber, jf. bilag 4, indtil det kan be- eller afkræftes, om disse stoffer udgør et reelt problem for mennesker og miljø.

Specifikt for vandopløselige opløsningsmidler anbefales det at foretage analyser i grundvand og poreluft. Det anbefales som udgangspunkt at analysere vandprøverne for de vandblandbare kulbrinter acetone, isopropanol, butylacetat og methylisobutylketon, da det er disse stoffer, der er opstillet kvalitetskriterier til og samtidig anvendes i størst udstrækning. Der er p.t. ikke noget krav til totalindholdet af polære kulbrinter.

Phthalaten DEHP (indgår som blødgører i maling), isocyanaten TDI (findes i hærde) og MOCA (findes i hærde) er klassificeret som værende kræftfremkaldende, men anvendes i så små mængder, at stofferne ikke er medtaget på Listen over uønskede stoffer fra Miljøstyrelsen. Umiddelbart anbefales det derfor ikke generelt at foretage analyser for disse stoffer pga. den begrænsede anvendelse.

Ud fra ovennævnte erfaringer er der nedenfor givet en prioriteret liste over forurenende stoffer, som der bør analyseres for på lokaliteter, hvor der har været autolakereri. Listen bør dog i hvert enkelt tilfælde vurderes sammen med de konkrete forhold på lokaliteten, herunder konkrete oplysninger om anvendte stoffer.

Forurenende stoffer, som der *altid bør analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Kulbrinter, herunder BTEX og PAH.
- Chlorerede kulbrinter.
- Polære kulbrinter.
- Tungmetaller.

Forurenende stoffer, som der *anbefales analyseret for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- Specifikke kulbrinter: cyclohexan, mesitylen, styren, 2,2,4,6,6-pentamethylheptan.
- Aminer: 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin, 3,6-diazaoctan-1,8-diamin og diethanolamin.
- Bisphenol-A og bisphenol-A-diglycidylether.
- Nonylphenol.
- 2-butanonoxim.

Forurenende stoffer, som der *i specielle tilfælde analyseres for* i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2:

- DEHP.
- TDI.
- MOCA.

### **6.3. Kortlægningsundersøgelser frem til vidensniveau 2**

I det følgende er de enkelte elementer i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 beskrevet nærmere.

Undersøgelserprogrammet er opdelt i et standardprogram og et supplementprogram.

Standardprogrammet indeholder de elementer, som altid anbefales medtaget i en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2. Her forudsættes det, at der er gennemført en detaljeret historisk kortlægning med lokalisering af de vigtigste forureningskilder.

Hvis historikken er sparsomt belyst eller der er mistanke om tilstedeværelse af større forureningskilder, hvis lokalisering er ukendt, kan standardprogrammet udvides med et eller flere elementer fra supplementprogrammet.

#### **6.3.1. Undersøgelsesmetoder**

Standardprogrammet anbefales at indeholde:

- Udførelse af boringer (korte indtil 1 m.u.t. og dybere indtil minimum 3-4 m.u.t.) og udtagning af jordprøver i udendørs områder ved afkast fra sprøjtekabine og sandblæsningsaktiviteter samt ved porte, olieudskillere og udendørs oplag af råvarer og affald og ved nedgravede tanke.
- Ved tilstedeværelse af terrænnære grundvandsmagasiner udføres der en eller flere filtersatte boringer med henblik på vandprøvetagning. Filtersatte boringer placeres ved større forureningskilder, som f.eks. ved olieudskillere, udendørs oplag af råvarer og affald samt ved nedgravede tanke eller nedstrøms disse.
- Etablering af prøvetagningssteder til poreluftmåling samt udtagning af poreluftprøver, primært ved forureningskilder, hvor der er mistanke om spild af opløsningsmidler, herunder chlorerede opløsningsmidler. Dette kan f.eks. være ved oplag af råvarer og affald.

Supplementprogrammet kan omfatte gravninger, TV-inspektion og lokalisering af nedgravede tanke og rørføringer ved geofysiske opmålinger. I det følgende er undersøgelsesmetoderne gennemgået nærmere.



## **Boringer**

Udførelse af boringer og udtagning af jordprøver er detaljeret beskrevet i Miljøstyrelsens prøvetagningsvejledning /22/. Boringerne føres minimum til bund af fyldlag eller til bund af kloakker, nedgravede tanke m.v. Boringer indtil ca. 1 m.u.t. er velegnede til undersøgelse af overfladenær og evt. diffus forurening, mens boringer på minimum 3-4 m.u.t. er velegnede til undersøgelse af koncentrerede forureningskilder og til undersøgelse af grundvandsforurening.

Under borearbejdet udarbejdes der feltjournal med angivelse af:

- Prøvetagningsdybder.
- Jordartsbeskrivelse, forureningsbedømmelse, laggrænser og boreddybder.
- Jordens fugtighed med henblik på forventet beliggenhed af grundvandspejl.
- Filtersætning, afpropning, retablering og vandspejlsobservationer.

Det anbefales, at der altid etableres minimum én filtersat boring, f.eks. hvor der har været tilknyttet olieudskiller til autolakereriet, da olieudskillere, især af ældre dato, ofte viser sig at være utætte.

Det anbefales endvidere, at der udføres korte lokaliseringsboringer til undersøgelse af overfladenær forurening med metaller (specielt bly og zink), da dette er forureningskomponenter, der ofte konstateres i forbindelse med autolakerier.

## **Poreluftmålinger**

For flygtige forbindelser, som f.eks. fortynder og opløsningsmidler, herunder aromatiske kulbrinter (især toluen og xylen), chlorerede kulbrinter (især TCA, TCE og PCE) og polære kulbrinter (især acetone, butylacetat, isopropanol m.fl.), der forventes at kunne konstateres i forbindelse med autolakerier, vil en væsentlig del af forureningen forekomme på dampform. Derfor anbefales det at udføre poreluftmålinger som en del af standardprogrammet på lokaliteter, hvor der har været autolakering.

Etablering af prøvesteder til poreluftmåling samt udtagning af poreluftprøver er nærmere beskrevet i /3/.

Poreluftmålinger er især velegnede som undersøgelsesmetode ved indendørs forureningskilder, såsom oplag af råvarer og affald og f.eks. sprøjtekabiner. I disse tilfælde etableres prøvestederne mest hensigtsmæssigt ved at nedramme en sonde vertikalt gennem gulv og fundament til det kapillarbrydende lag umiddelbart under gulvniveau. Ved anvendelse af særligt udstyr kan prøvesteder i det kapillarbrydende lag også etableres udefra ved skrå boringer ind gennem bygningens fundament.

Poreluftmålinger er desuden velegnede til screening af især udendørs arealer for flygtigt stoffer. Ud fra resultaterne af poreluftmålingerne kan borerne efterfølgende placeres.

Resultatet af poreluftmålinger er imidlertid påvirket af jordens permeabilitet, hvilket f.eks. betyder, at en kompakt moræneler er mindre velegnet til poreluftundersøgelser, især som screeningsmetode.

Som en del af supplementprogrammet kan følgende undersøgelsesmetoder anbefales på autolakerier:

### ***Gravninger***

Hvis der er overfladenære affaldsdeponeringer og afbrændingspladser på autolakerier, kan det overvejes at supplere borearbejdet med gravninger.

Ved udtagning af helt terrænnære jordprøver kan borerne erstattes af gravninger. Gravninger udføres normalt med rende-graver eller lignende. Udgravning med maskine giver et godt overblik over lagfølgen og forureningens rummelige variation langs gravefronten, hvilket har betydning ved vurdering af en evt. affaldsdeponering.

I felten optegnes profiler med beskrivelse af det gennemgravede affald og fyld. Herudover er det en god ide at fotografere graveprofilen og det opgravede fyld.

Det skal dog bemærkes, at prøvegravninger kan blive omkostningskrævende, hvis der ikke inden opgravningen foreligger accept om tilbagefyldning af evt. forurenede jord efter endt gravning.

### ***TV-inspektion og tæthedsprøvning***

Risiko for udsivning fra et defekt kloaksystem til den omkringliggende jord og evt. terrænnært grundvand kan vurderes ved gennemførelse af TV-inspektion. Under TV-inspektionen trækkes et kamera gennem kloaksystemet. Kameraet registrerer rørens tilstand og skader på rørene.

Ved korrosion mv., hvor der kan herske tvivl om, hvorvidt der kan ske en udsivning, kan TV-inspektionen suppleres med en tæthedsprøvning af en rørstrækning. Tæthedsprøvning kan endvidere med fordel foretages på olieudskillere. Tæthedsprøvning udføres typisk med vand eller luft.

Ud fra TV-inspektion eller tæthedsprøvning kan forureningskilder, stammende fra udsivning fra kloaksystemet eller olieudskilleren, lokaliseres.

### ***Lokalisering af nedgravede tanke og rørføringer***

Ved undersøgelser, der omfatter nedgravede tankanlæg, kan det tilgængelige kort- og informationsmateriale være mangelfuldt og unøjagtigt. I sådanne tilfælde kan der anvendes geofysiske metoder, som f.eks. målinger med protonmagnetometer eller metaldetektor.

Metoderne kan anvendes ved lokalisering af nedgravede tanke, tromler og rør-installationer ned til 2-3 m.u.t.

### **6.3.2. Placering af boringer**

Da formålet med en kortlægningsundersøgelse frem til vidensniveau 2 er at påvise/afvise forurening på en ejendom, anbefales det i standardprogrammet at placere boringer i de områder, hvor den historiske kortlægning har lokaliseret potentielle forureningskilder.

Som supplement kan boringer og poreluftsonder placeres ud fra den nuværende eller fremtidige arealanvendelse eller ud fra statistiske overvejelser. Endelig kan boringer og poreluftsonder placeres ud fra TV-inspektion, tæthedsprøvning og geofysiske opmålinger. I det følgende er strategien for placeringen af boringer og poreluftsonder beskrevet nærmere.

Ved opstilling af en prøvetagnings- og analysestrategi, er det vigtigt, at der foreligger en historisk kortlægning for området, således at potentielle forureningskilder og –komponenter er udpeget.

Ud fra den historiske kortlægning defineres der for hver potentiel forureningskilde mindst et prøvetagningsfelt. Et prøvetagningsfelt er et område, hvor der kan forventes sammenhængende eller ensartede forureningsforhold. Et prøvetagningsfelt kan f.eks. være:

- En punktkilde, f.eks. en olietank eller olieudskiller.
- Et område, f.eks. et udendørs oplag af tromler eller en plads til affaldsdeponering.
- En diffus kilde, f.eks. en overfladenær forurening stammende fra afkastet fra en udsugning.

Hvis den historiske kortlægning har lokaliseret potentielle forureningskilder defineres disse kilder som prøvetagningsfelterne. Prøvetagningspunkterne placeres i prøvetagningsfelterne med henblik på at dokumentere eventuelle forureninger.

Er den historiske kortlægning mangelfuld, kan prøvetagningsfelterne defineres ud fra sårbarhed af den nuværende eller fremtidige arealanvendelse, f.eks. kan en køkkenhave defineres som et prøvetagningsfelt eller et areal, som fremover skal anvendes til parkeringsplads, kan defineres som et prøvetagningsfelt.

Som supplement til den historiske gennemgang kan forureningskilder stammende fra udsivning fra kloaksystemer og nedgravede olie- og kemikalietanke lokaliseres vha. TV-inspektion, tæthedsprøvning og geofysiske opmålinger.

Endelig kan der udføres en række poreluftmålinger til screening af området for flygtige stoffer. Ud fra resultaterne kan boringerne placeres.

Hvis der er kendskab til en potentiel forureningskilde i et prøvetagningsfelt, men placeringen af forureningskilden er ukendt, kan der anvendes statistiske metoder til placering af prøvetagningspunkter. Prøvetagningspunkterne placeres da i et gitter over hele området.

En detaljeret gennemgang af prøvetagnings- og analysestrategier fremgår af /22/. Her beskrives i bilag 1, eksempel 1 og 2 relevante typer af prøvetagnings- og analysestrategier i orienterende forureningsundersøgelser (tekniske kortlægningsundersøgelser). Det anbefales generelt, at prøvetagningstætheden til lokalisering af ukendte forureningskilder ved tekniske kortlægningsundersøgelser begrænses til niveauet ”grov screening”.

### **6.3.3. Prøvetagningsmetoder**

Standardprogrammet anbefales at indeholde udtagning af jord- og poreluftprøver samt udtagning af vandprøver fra terrænnære grundvandsmagasiner. Supplementprogrammet kan omfatte udtagning af vandprøver fra større sekundære grundvandsmagasiner og fra primære grundvandsmagasiner. I det følgende er prøvetagningsmetoderne beskrevet nærmere.

#### **Jord**

Ved overfladedeponeringer og afbrændingspladser kan udtagning af jordprøver fra terrænnære jordlag være ideelle i forhold til forureningskomponenter, der adsorberes kraftigt til jorden, f.eks. metaller og PAH'er.

Fra boringer udtages typisk to jordprøver for hvert jordlag, dog minimum for hver halve boremeter til beskrivelse af jordart, PID-måling og evt. kemisk analyse.

Jordprøver kan evt. blandes med henblik på at minimere analyseomkostningerne. Det anbefales, at der ikke blandes mere end fem delprøver. Blanding af prøver er velegnet til prøvetagning for metaller, men må aldrig anvendes, hvor der skal analyseres for flygtige forureningskomponenter, pga. risiko for fordampningstab under blandingen.

Ved blanding af prøver bliver resultatet et gennemsnitsindhold af forureningen i jorden i det undersøgte område. Herved mistes informationer om, hvilke prøvetagningspunkter, der indeholder høje eller lave koncentrationer. Til gengæld fås et billede af den generelle belastning af det undersøgte område.

Prøvetagningsmetode, emballering, håndtering og opbevaring af prøverne skal tilpasses forureningens art. Det er overordentlig vigtigt, specielt ved flygtigt forureninger, at udtagne jordprøver emballeres i membranglas eller red-cap/duranglas med teflonlåg, hvor prøver kan ekstraheres direkte i glasset. Det er desuden vigtigt, at plastmaterialer i prøveemballagen ikke kan afgive enkeltkomponenter (f.eks. phthalater) til jordprøven. Derfor frarådes generelt pakninger af plast/gummi i prøveglas. Prøver til analyse for flygtige, organiske

forureninger skal håndteres så lidt som muligt og skal opbevares mørkt og køligt i felten, under transport og under opbevaring i laboratoriet. Sådanne prøver bør analyseres inden for maksimalt 24 timer efter prøveudtagning /22/.

Mere detaljerede retningslinjer for udtagning af jordprøver og deres håndtering fremgår af /22/.

### **Grundvand**

I prøvetagningen indgår tre faser:

- Forpumpning.
- Prøvetagning.
- Prøveemballering, -håndtering og -opbevaring.

Ved *forpumpning* af højtydende boringer bør vandet passere en pH-, ilt- og ledningsevнемåler. Når pH, iltindhold og ledningsevne bliver konstant udtages vandprøven. På denne måde sikres det, at der udtages en vandprøve, der repræsenterer grundvandsmagasinet bedst muligt. Der skal dog som minimum forpumpes en vandmængde svarende til 10 gange vandmængden i filter og blindrør /21/.

Ved lavtydende boringer, hvor boringen tørpumpes inden forpumpningen er afsluttet, bør boringen tørpumpes 1-4 gange inden prøvetagningen /21/. I terrænnære grundvandsmagasiner er boringerne typisk lavtydende.

*Prøvetagningen* bør udføres i direkte forlængelse af forpumpningen. Filtre, pumpe-slanger og beholdere af blød plast (især PVC) skal undgås, da disse kan afgive blødgøringsmidler og opløsningsmidler. I stedet anbefales filtre og pumpe-slanger af PE-HD og prøvetagningsbeholdere af glas /21/.

Prøvetagningsmetode, *emballering, håndtering og opbevaring* af prøverne skal tilpasses forureningens art. Det er derfor overordentlig vigtigt, specielt ved flygtige, organiske forureninger, at vandprøven ikke sprøjtes ned i prøveemballagen, da der herved kan forekomme en betydelig stripping af flygtige stoffer fra prøven. De udtagne vandprøver emballeres i glasflasker med teflonlåg og opbevares mørkt og køligt i felten, under transport og under opbevaring i laboratoriet for at minimere fordampningsrisikoen /21/.

Mere detaljerede retningslinjer for udtagning af vandprøver og deres håndtering er nærmere beskrevet i /21/.

### **Poreluft**

Når der skal foretages en vurdering af afgangning til udeluften bør målingerne tages tæt på jordoverfladen, dog ikke tættere end 0,5 m.u.t. Ved prøvetagning til brug for indeklimavurderinger bør prøven udtages umiddelbart under gulvniveau /21/.

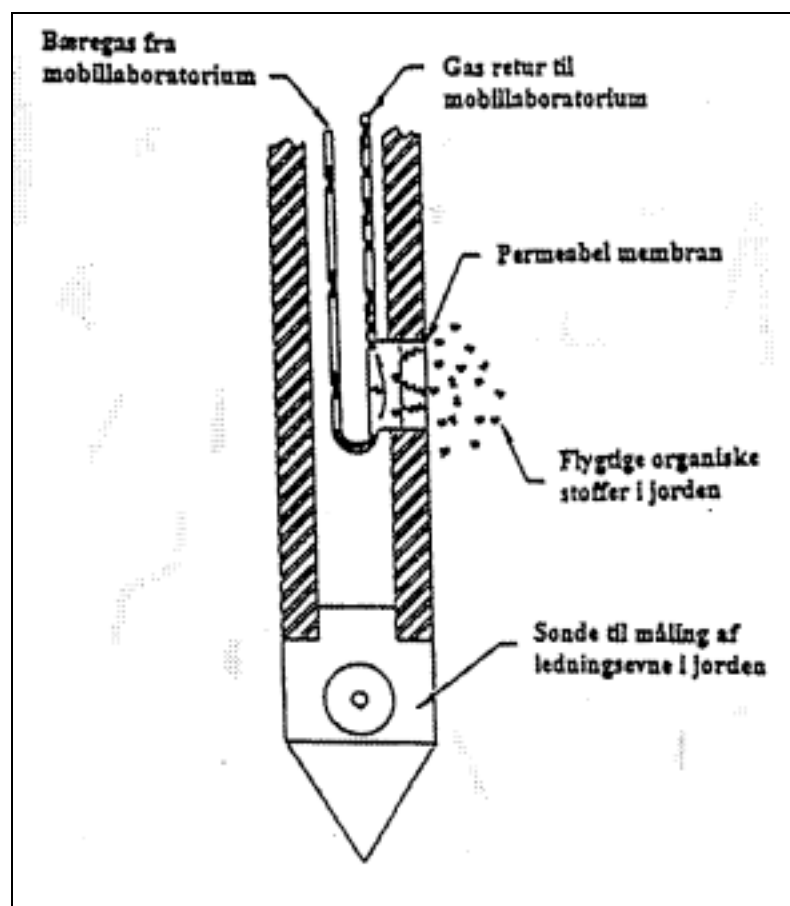
Til oppumpning af luft anvendes fra korte sonder en vakuumpumpe. Poreluftprøven kan udtages på flere måder.

Der kan f.eks. udtages en poreluftprøve via et udtag i slangen, som umiddelbart herefter manuelt injiceres i en transportabel gaschromatograf.

Ved anvendelse af maskindrevet udstyr transporteres de flygtige komponenter fra sonden via en bæregas til analyse i et mobilt laboratorium, hvor der kan gennemføres kontinuerede målinger med PID-, FID- og EDC-detektorer. Principskitse for prøvetagningen med maskindrevet udstyr fremgår af figur 6.1.

Som alternativ til analyse i mobillaboratorium kan poreluftprøver udtages på kulrør og lignende til senere analyse i stationært laboratorium. Herved kan der opnås bedre detektionsgrænser og anvendes akkrediterede analysemetoder.

Mere detaljerede retningslinjer for udtagning af poreluftprøver og deres håndtering fremgår af /3/.



**Figur 6.1** Principskitse for poreluftprøvetagning med maskindrevet udstyr.

#### 6.3.4. Feltanalyser

Ved feltanalyser forstås analysemetoder af mindre kompleksitet, som er egnede til anvendelse i felten. De fleste feltanalyser er mindre nøjagtige og mindre præcise end laboratorieanalyserne, jf. afsnit 6.3.5, men er hurtigere og giver en respons for flere stoffer ved samme analyse. Feltanalyser anvendes af økonomiske og tidsmæssige årsager til sikring af et tilstrækkeligt analysegrundlag for lavere omkostninger, således at der udvælges relevante prøver til laboratorieanalyser og der analyseres for relevante parametre. Herudover kan feltanalyser foretages samtidig med borearbejdet, således at placeringen af borerer løbende tilrettelægges ud fra resultaterne af feltanalyserne.

Hvis feltmetoden er stofs specifik, bør den som minimum have en detektionsgrænse, der svarer til det gældende kvalitetskriterium for det pågældende stof.

For autolakererier kan følgende feltanalyser være aktuelle:

- PID/FID anvendes til vurdering af flygtige forbindelser i poreluften eller i headspacen over en jordprøve. Apparatus følsomhed afhænger af, hvilken type lampe detektoren er udstyret med. Metoden er ikke stofs specifik.
- GC/FID og GC/EDC anvendes typisk i mobile laboratorier og prøverne er enten poreluft, headspace over jordprøver eller jordprøver, der ekstraheres. Metoderne er semispecifikke og følsomme over for de fleste af de organiske forureninger, der kan forekomme på autolakererier.
- Metalscreening med røntgenfluorescenceteknik (EDXRF). Metoden anvendes til at få en orientering om, hvorvidt jorden er forurennet med almindeligt forekommende metaller, og hvor stor en variation der kan forventes over undersøgelsesområdet.
- Jordprøver med høje koncentrationer af chlorerede opløsningsmidler eller olieprodukter kan ved udrystning med Sudan IV (hydrofob farvestof) give en farveregning. Metoden er ikke stofs specifik.
- En stofs specifik metode, der er anvendelig til vandblandbare kulbrinter, er at suge luft (poreluft eller headspace fra jordprøver) gennem et testrør og aflæse farveregningen.

Yderligere oplysninger om analyseprincipper for forskellige feltmetoder findes i /22/, /15/ og /5/.

Standardprogrammet anbefales at indeholde en prøvebeskrivelse af samtlige jord- og vandprøver, der er udtaget i forbindelse med feltarbejdet. Den indledende prøvebeskrivelse bør omfatte:

- Registrering af observationer i felten såsom misfarvning, fyldmateriale, geologiske aflejringer og lugt.
- Registrering af lugt, uklarheder, oliefilm og lignende i oppumpet vand.
- Screening af jordprøver i felten og/eller i laboratorium for flygtige ioniserbare forbindelser ved PID/FID.

Supplementprogrammet kan indeholde feltanalyser med PID/FID-detektor på poreluftprøver. Det kan desuden overvejes at screene et større antal jordprøver i felten for indhold af metaller med røntgenfluorescenceteknik (EDXRF) samt for indhold af høje jordkoncentrationer af chlorerede opløsningsmidler med Sudan IV farvetest. Desuden kan det overvejes at screene jord- og poreluftprøver i felten for indhold af vandblandbare kulbrinter med testrør.

I tabel 6.3 er feltmetoderne sammenfattet med angivelse af analysemetoder, parametre og vejledende detektionsgrænser /22/.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Vejl. detektionsgrænser
Direkte måling på poreluftprøver eller head-space over jordprøver	PID/FID	BTEX Benzin Terpentin Diesel/fyringsolie Chlorerede kulbrinter Vandblandbare kulbrinter Phenoler	- 1-10 mg/kg 1-10 mg/kg 20-100 mg/kg 0,02 mg/kg - -
Direkte måling på poreluftprøver eller head-space over jordprøver eller indirekte måling på jordprøver efter ekstraktion	GC/FID og GC/EDC	Benzin Dieselolie Tung olie BTEX Chlorerede kulbrinter Vandblandbare kulbrinter	1 mg/kg 5 mg/kg 25 mg/kg 0,05-0,2 mg/kg 0,001-0,05 mg/kg 0,1-10 mg/kg
Direkte måling på jordprøver	Røntgenfluorescens (ECXRF)	Arsen Bly Cadmium Chrom Kobber Nikkel Zink	0-25 mg/kg 10-30 mg/kg ~30 mg/kg 70-160 mg/kg 15-50 mg/kg 0-80 mg/kg 15-80 mg/kg
Direkte måling på jordprøver	Farvetest med Sudan IV	Kulbrinter Chlorerede kulbrinter	~50 mg/kg
Direkte måling på poreluftprøver eller head-space over jordprøver	Testrør	Vandblandbare kulbrinter	Generelt høje detektionsgrænser, ofte væsentligt højere end luftkriterier.

**Tabel 6.3** Oversigt over feltanalyser.



### 6.3.5. Laboratorieanalyser

Ved laboratorieanalyser forstås analyser udført på et analyselaboratorium, som er akkrediteret til at lave analyser af en kvalitet, der som udgangspunkt lever op til bl.a. følgende krav /22/:

- Detektionsgrænserne er 1/10 af de gældende kvalitetskriterier for jord, vand og poreluft (undtaget er detektionsgrænsen for C<sub>25</sub>-C<sub>35</sub>).
- Metodeusikkerheden er acceptabel (typisk 10-20 % standardafvigelse).

I efteråret 2002 var der endnu ingen analyselaboratorier, der udbød akkrediterede analyser for vandblandbare kulbrinter med detektionsgrænser under grundvandskvalitetskriterierne.

Standardprogrammet anbefales at indeholde følgende akkrediterede laboratorieanalyser:

- Udvalgte jordprøver for:
  - totalindhold af kulbrinter, BTEX og PAH ved GC/FID og GC/MS.
  - metaller ved ICP eller AAS.
- Grundvandsprøver for:
  - totalindhold af kulbrinter og BTEX ved GC/FID og GC/MS.
  - chlorerede opløsningsmidler ved GC-EDC.
  - vandblandbare kulbrinter ved GC/FID og GC/MS.
- Poreluftprøver for:
  - totalindhold af kulbrinter og BTEX ved GC/FID og GC/MS.
  - chlorerede opløsningsmidler ved GC/ECD.
  - vandblandbare kulbrinter ved GC/FID og GC/MS.

I det følgende er angivet forslag til laboratorieanalyseprogrammer for både jord-, vand- og poreluftprøver. Analyseprogrammerne medtager de stoffer, der er hyppigst forekommende på lokaliteter, hvor der har været autolakereri.

Hvis den historiske gennemgang har afsløret specifik viden om, at virksomheden f.eks. ikke har anvendt chlorerede opløsningsmidler, anbefales det at indsnævre analyseprogrammet, så det specifikt rettes mod de forureningskomponenter, der har været anvendt.

Der er ikke taget hensyn til, at f.eks. de chlorerede opløsningsmidler kan nedbrydes mikrobielt og derved omdannes til andre kemiske stoffer, som i særlige tilfælde er farligere end udgangsstoffet. Såfremt der er mistanke om eller påvist spild af chlorerede opløsningsmidler, bør det overvejes at udvide analysestrategien til også at omfatte nedbrydningsprodukter.

De anførte vejledende detektionsgrænseniveauer i jord, grundvand og poreluft er hentet fra gældende metodebeskrivelser og oplysninger fra et udvalg af danske analyselaboratorier i 2002.

### Analyseprogram for jordprøver

Jordprøver fra lokaliteter, hvor der har været autolakereri, anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.4. Analysemetoderne er nærmere beskrevet i /22/.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Detektionsgrænser [mg/kg TS]
Indirekte måling på jordprøver efter ekstraktion	GC/FID <sup>1</sup> og GC/MS <sup>2</sup>	C6-C10	2,0 <sup>1</sup>
		C10-C25	5,0 <sup>1</sup>
		C25-C35	20,0 <sup>1</sup>
		BTEX	0,01 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
		PAH	0,005 <sup>2</sup>
Indirekte måling på jordprøver efter ekstraktion	ICP <sup>3</sup> og AAS <sup>4</sup>	Bly	0,05 <sup>4</sup> /0,9 <sup>3</sup>
		Cadmium	0,01 <sup>4</sup> /0,05 <sup>3</sup>
		Chrom	0,03 <sup>4</sup> /0,2 <sup>3</sup>
		Kobber	0,05 <sup>4</sup> /0,5 <sup>3</sup>
		Nikkel	0,1 <sup>4</sup> /0,6 <sup>3</sup>
		Zink	0,01 <sup>4</sup> /1 <sup>3</sup>

**Tabel 6.4** Laboratorieanalyser for jordprøver.

En GC/FID screening af jordprøverne for totalindhold af kulbrinter vil endvidere kunne afsløre, om der er høje koncentrationer af chlorerede kulbrinter i prøverne eller indhold af PAH'er, men vil dog ikke kunne give den nøjagtige koncentration af disse.

Umiddelbart anbefales det ikke at analysere jordprøver for vandblandbare kulbrinter, da denne stofgruppe er meget mobil og hurtigt udvaskes af jorden. Det skal dog bemærkes, at den vandblandbare kulbrinte methylisobutylketon er konstateret i den ene analyse, der er foretaget i /2/.

På baggrund af forhøjet PID-udslag, misfarvning, mislugt og/eller indhold af fremmedlegemer i jorden samt kendskab til de potentielle forureningskilder udvælges jordprøver til analyse.

Som supplement til standardprogrammet anbefales det at analysere jordprøver for stofferne cyclohexan, mesitylen, styren, 2,2,4,6,6-pentamethylheptan, bisphenol-A, bisphenol-A-diglycidylether og nonylphenol samt i specielle tilfælde DEHP, TDI og MOCA.

### Analyseprogram for vandprøver

Vandprøver fra lokaliteter, hvor der har været autolakereri anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.5.

Som anført for jordprøver kan analyseprogrammet for vandprøver ligeledes reduceres eller udbygges afhængigt af hvilke oplysninger, der kan fremskaffes i den konkrete undersøgelse. Analysemetoderne er nærmere beskrevet i /22/.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Detektionsgrænser [µg/L]
Indirekte måling på vandprøver efter ekstraktion	GC/FID <sup>1</sup> og GC/MS <sup>2</sup>	C6-C10	5 <sup>1</sup>
		C10-C25	9 <sup>1</sup>
		C25-C35	15 <sup>1</sup>
		Benzen	0,04 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
		Toluen	0,04 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
		Ethylbenzen	0,02 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
		Xylener	0,02 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
Direkte måling på vandprøver	GC/FID <sup>1</sup> og Purge & Trap GC/MS <sup>3</sup>	Acetone	~5 <sup>3</sup> /100 <sup>1</sup>
		Isopropanol	~5 <sup>3</sup> /200 <sup>1</sup>
		Butylacetat	~10 <sup>3</sup> /500 <sup>1</sup>
		Methylisobutylketon	~10 <sup>3</sup> /100 <sup>1</sup>

**Tabel 6.5** Laboratorieanalyser for vandprøver.

I tabel 6.5 er de fire mest almindelige vandblandbare kulbrinter, anvendt inden for autolakering, hvortil der er angivet et kvalitetskriterium, angivet. Detektionsgrænserne for de øvrige vandblandbare kulbrinter, nævnt i afsnit 5.2, ligger i samme interval som for acetone, isopropanol og butylacetat. Purge & Trap GC/MS-metoden er endnu ikke akkrediteret, men metoden er p.t. den eneste tilgængelige, hvormed stofferne kan konstateres i niveauer ned omkring kvalitetskriterierne (10 µg/L).

Som supplement til standardprogrammet anbefales det at analysere vandprøver for stofferne cyclohexan, mesitylen, styren, 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin, 3,6-diazaoctan-1,8-diamin, diethanolamin og nonylphenol.

### Analyseprogram for poreluftprøver

Vandprøver fra lokaliteter, hvor der har været autolakereri, anbefales analyseret efter programmet angivet i tabel 6.6.

Som anført for jord- og vandprøver kan analyseprogrammet for poreluftprøver ligeledes reduceres eller udbygges afhængigt af, hvilke oplysninger der kan fremskaffes i den konkrete undersøgelse. Analysemetoderne er nærmere beskrevet i /22/.

Det skal bemærkes, at detektionsgrænserne vil være afhængige af den mængde luft, der oppumpes.

Analyseteknik	Analysemetoder	Parametre	Detektionsgrænser [µg/rør]
Indirekte måling på absorptionsrør efter ekstraktion	GC/FID <sup>1</sup> og GC/MS <sup>2</sup>	Total kulbrinter	1-5 <sup>1</sup>
		Benzen	0,01 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
		Toluen	0,01 <sup>2</sup> /0,2 <sup>1</sup>
		Ethylbenzen	0,01 <sup>2</sup> /0,1 <sup>1</sup>
		Xylener	0,01 <sup>2</sup> /0,5 <sup>1</sup>
Indirekte måling på absorptionsrør efter ekstraktion	GC/EDC	Chloroform	0,03
		PCE	0,01
		TCA	0,01
		TCE	0,01
		Tetrachlormethan	0,01
Indirekte måling på absorptionsrør efter ekstraktion	GC/FID <sup>1</sup> og GC/MS <sup>2</sup>	Acetone	0,1 <sup>2</sup> /1 <sup>1</sup>
		Isopropanol	0,1 <sup>2</sup> /1 <sup>1</sup>
		Butylacetat	2 <sup>1</sup>
		Methylisobutylketon	1 <sup>1</sup>

**Tabel 6.6** Laboratorieanalyser for poreluftprøver.

I tabel 6.6 er de fire mest almindelige vandblandbare kulbrinter, anvendt inden for autolakering, hvortil der er angivet et kvalitetskriterium, angivet. Detektionsgrænserne for de øvrige vandblandbare kulbrinter, nævnt i afsnit 5.2, ligger i samme interval som for acetone, isopropanol og butylacetat.

Som supplement til standardprogrammet anbefales det at analysere poreluftprøver for stofferne cyclohexan, mesitylen, styren, 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin, 3,6-diazaoctan-1,8-diamin, diethanolamin og nonylphenol.



## 7. Afværgeteknikker

Hvis kortlægningsundersøgelsen frem til vidensniveau 2 og eventuelle mere omfattende undersøgelser leder frem til en risikovurdering, der viser, at forureningen udgør en risiko over for arealanvendelsen, grundvands- eller recipient-interesserne, skal der foretages afværgeforanstaltninger.

Inden projektet påbegyndes, foreslås det at orientere sig i Amternes Projekt-håndbog /6/. I Projekthåndbogen er der samlet en lang række erfaringer med udbud og kontrahering af rådgivere og entreprenører.

I det følgende er der listet eksempler på afværgeforanstaltninger, der kan være aktuelle til sikring af arealanvendelse, herunder indeklimate, samt grundvandsinteresser på lokaliteter, hvor der er eller har været autolakereri.

I bilag 6 er der for de enkelte afværgeteknikker angivet relevante kilder, hvor der kan findes uddybende beskrivelser mht. praktisk udførelse samt anvendelighed i forhold til forskellige stofgrupper og geologi.

### **Afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelsen**

Nedenfor er nævnt eksempler på afværgeforanstaltninger til sikring af arealanvendelsen, herunder indeklimate, som tager sigte på at fjerne eller afskære forureningen, så eksponeringen hindres eller mindskes.

- Afgravning.
- Vakuumeekstraktion/-ventilering.
- Bioventilering.
- Passiv ventilering.
- Termisk assisteret oprensning.
- Phytooprensning.
- Forsegling af forurening.

### **Afværgeforanstaltninger til sikring af grundvand og recipient**

Nedenfor er nævnt eksempler på afværgeforanstaltninger over for grundvand, som tager sigte på at reducere eller hindre spredningen af forureningen i grundvand og recipienter.

- Afværgepumpning.
- Air-sparging.
- In-well stripping.
- Etablering af vertikale barrierer.
- Frakturering.



## 8. Litteraturliste

- /1/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1997: "Branchebeskrivelse for Autoværksteder". Teknik og Administration nr. 4, 1997.
- /2/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1997. Branchespecifikke udtræk fra databasen over amternes registreringsundersøgelser.
- /3/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1998: "Håndbog for poreluftundersøgelser". Teknik og Administration nr. 3, 1998.
- /4/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1999: "Branchebeskrivelse for metalliseringsvirksomheder". Teknik og Administration nr. 2, 1999.
- /5/ Amternes Videncenter for Jordforurening 1999: "Sammenligning af testmetoder til jord". Tillæg til Orientering, november 1999. Temanummer om feltanalyser.
- /6/ Amternes Videncenter for Jordforurening 2001: "Amternes Projekthåndbog nr. 1".
- /7/ Arvedlund A/S. Personlig kommunikation, oktober 2002.
- /8/ Brauner, Hans: "Autolakering". Forlaget Ivar, Teknisk Litteratur, København, 1971.
- /9/ Foreningen af Auto- og Industrielakerere: Hjemmeside den 04-06-2002.
- /10/ Foreningen af Auto- og Industrielakerere. Materiale udleveret den 05-07-2002.
- /11/ Fællesrepræsentationen for dansk haandværk og industri: "Dansk Haandværk II". Alfred Jørgensens forlag, København.
- /12/ Helweg, Arne: "Kemiske stoffer i landjordsmiljøer". Teknisk Forlag A/S, 1988.
- /13/ Miljøstyrelsen 1982: "Overfladebehandling II". Miljøprojekt nr. 43, 1982.
- /14/ Miljøstyrelsen 1990: "Reparationsmaling af automobiler". Miljøprojekt nr. 144, 1990.
- /15/ Miljøstyrelsen 1995: "Feltmetoder til forurenede jord". Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 18, 1995.



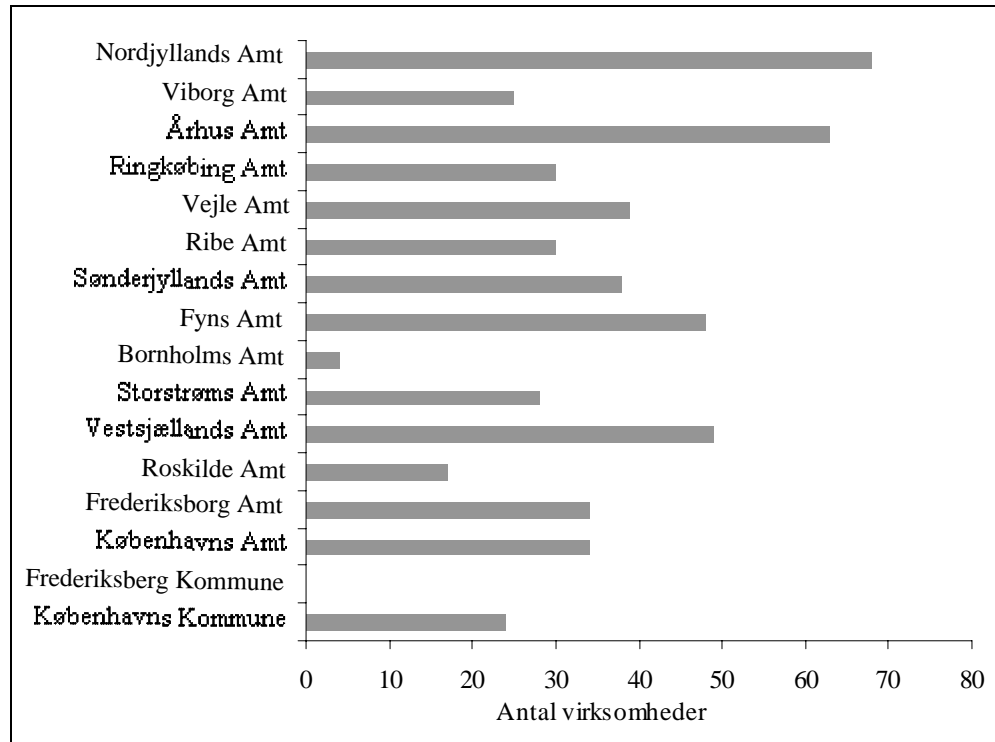
- /16/ Miljøstyrelsen 1996: "Brancheorientering for lak- og farveindustrien". Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5, 1996.
- /17/ Miljøstyrelsen 1996: "Chlorede opløsningsmidler i den mættede zone". Miljøprojekt nr. 330, 1996.
- /18/ Miljøstyrelsen 1996: "Kemisk stoffers opførsel i jord og grundvand: Bind 1 og 2". Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen nr. 20, 1996.
- /19/ Miljøstyrelsen 1998: "Konsekvenser ved brug af vandfortyndbare produkter til autoreparationslakering". Miljøprojekt nr. 431, 1998.
- /20/ Miljøstyrelsen 1998: "Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind". Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- /21/ Miljøstyrelsen 1998: "Oprydning på forurenede lokaliteter – Appendikser". Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 7, 1998.
- /22/ Miljøstyrelsen 1998: "Prøvetagning og analyse af jord". Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 13, 1998.
- /23/ Miljøstyrelsen 2000: "Brancheorientering for autoværksteder". Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 13, 2000.
- /24/ Miljø- og Energiministeriet 1999: "Lov nr. 370 af 2. juni 1999 om forurenede jord".
- /25/ Politikens danske industrihåndbog 1961: "Sådan laves det". Politikens forlag, København 1961.

## **Bilag 1**

### **Autolakererier i Danmark 1999**



Ifølge Danmarks Statistik fordelte antallet af autolakererier i 1999 sig på de enkelte amter samt Københavns og Frederiksberg Kommuner, som det er angivet på nedenstående figur.



**Figur 1** Antal autolakererier i Danmark i 1999.



## **Bilag 2**

### **Komponenter i maling**



Dette bilag giver en udførlig beskrivelse af komponenterne, der indgår i anvendte malinger og lakker på et autolakereri.

Følgende komponenter indgår i maling og lak:

- Pigment.
- Bindemiddel.
- Opløsnings- og fortyndingsmiddel.
- Hjælpestoffer.

Klare lakker mangler pigment og indeholder således kun bindemiddel, opløsnings- og fortyndingsmiddel samt hjælpestoffer.

### **Pigment**

Pigmenter er faste stoffer, der overvejende er uopløselige i de bindemidler, hvori de anvendes. Pigmentet bestemmer malingens eller lakkens nuance, dækkeevne og lysægthed. Endvidere har pigmentet i grundfarver indflydelse på rustbeskyttelsesevne, hæfteevne, fyldighed og slibelighed /A/.

Pigmenter kan inddeles i følgende hovedgrupper /A/, /C/:

*Jordpigment:* naturligt forekommende farvede og hvide mineraler, f.eks. okker, italienskrød, umbra, kridt, tungspat, kaolin og talkum. Jordpigmenterne er pga. deres uensartede kvalitet stort set erstattet af syntetisk fremstillede pigmenter.

*Syntetisk fremstillede, uorganiske pigmenter:* pigmenter fremstillet kemisk, f.eks. kromgul, -orange og -rød, titandioxid, zinkoxid, ferrocyanidblå, oxidgul og -rød.

*Metalpigment:* finfordelt metal, f.eks. aluminiumpulver og zinkstøv.

*Organiske pigmenter:* farvede organiske stoffer, f.eks. azo-forbindelser, phtalocyanin-forbindelser og sodsort.

Der indgår tungmetaller i en række pigmenter, bl.a. kobber, nikkel, blychromat og beslægtede chrom(IV)-forbindelser /C/.

Desuden har flere typer uorganiske pigmenter et naturligt indhold af tungmetaller på sporstofniveau. Eksempelvis kan titandioxid indeholde bly og zink, talkum kan indeholde krom, og zinkoxid kan indeholde bly og cadmium /C/.



Tabel 1 viser eksempler på miljø- og sundhedsskadelige egenskaber ved pigmenter.

Pigment	Miljø-/sundhedsskadelig effekt
Jernoxid	Ingen kendt
Kobberoxid	Toksisk i vandmiljø
Titanoxid	Ingen kendt
Zinkoxid	Toksisk i vandmiljø
Blychromat	Toksisk i vandmiljø, kræft- og allergifremkaldende, reproduktionsskadelig
Andre chrom(IV)-forbindelser	Toksisk i vandmiljø, kræft- og allergifremkaldende
Phtalocyanin-forbindelser	Ingen kendte effekter, lav toksicitet i vandmiljø
Andre organiske pigmenter	Ingen kendte effekter, lav toksicitet i vandmiljø

**Tabel 1** Eksempler på miljø- og sundhedsskadelige effekter ved pigmenter.

Det fremgår af tabel 1, at de organiske pigmenter generelt betragtes som ikke-sundhedsskadelige. I modsætning hertil er pigmenter indeholdende tungmetaller anset for at være toksiske samt kræft- og allergifremkaldende /B/, /C/.

### Bindemiddel

Bindemidlet er afgørende for tørringens art, lakkens holdbarhed mv. Da den almene karakter af lakken præges mest af bindemidlet, giver bindemidlet ofte lakken navn, eks. cellulose-lak, olie-maling, alkyd-maling og –lak. En opløsning af bindemiddel kaldes ofte en klar lak /C/.

Bindemidler anvendes opløst i organiske opløsningsmidler eller som dispersio-  
ner i vand /C/. I malinger og lakker til autolakeringsformål er der altid tilsat mindre mængder opløsningsmidler til de vandige produkter, for at få dispersionen til at flyde sammen, når vandet fordamper /C/.

Bindemidler inddeles i grupper afhængig af måden, hvorpå tørringen sker /C/:

*Fysisk tørrende*, hvor filmdannelsen sker ved, at opløsningsmidlet fordamper, f.eks. cellulose, PVC, tjære/bitumen, akryl og klorkautsjuk (opløst i organiske opløsningsmidler) samt polyvinylacetat eller en akrylcopolymer (dispergeret i vand).

*Kemisk hærdende*, hvor kemiske reaktioner binder molekyllæderne i bindemidlet sammen, f.eks.:

- alkyder, der er en fællesbetegnelse for polyestere af fedtsyrer eller andre syrer og glycerol eller andre polyoler (opløst i organiske opløsningsmidler).

- epoxy-bindemidler indeholder den reaktive gruppe bisphenol-A-diglycidylether og filmdannelsen initieres af en hærder. Enkelte korrosive epoxy-malinger indeholder ligeledes tjære (opløst i organiske opløsningsmidler eller opløsningsmiddelfrit).
- polyurethan-bindemidler består af langkædede polyoler og isocyanat (enkomponent) eller blot af polyoler, som efterfølgende reagerer med isocyanat i en hærder (to-komponent), opløst i organiske opløsningsmidler.
- bindemiddel baseret på urea-/melamin-formaldehyd harpiks, hærder ved tilsætning af syre og kan indeholde spor af op til 0,5 % formaldehyd (opløst i organiske opløsningsmidler).
- UV-hærdende bindemidler hærder ved bestråling med UV-lys, f.eks. acrylater og epoxy-forbindelser. Bindemidlerne indeholder desuden aromatiske ketoner eller tungtflygtige aminer (uopløst).
- Ofte kombineres forskellige bindemidler i en maling eller lak, med henblik på at opnå en kombineret hærkning, f.eks. oxidativt tørrende alkydbindemiddel med cellulosenitrat /A/.

Tabel 2 viser en oversigt over kendte miljø- eller sundhedsskadelige effekter ved ovennævnte bindemidler /C/.

Bindemiddel	Miljø-/sundhedsskadelig effekt
Akryl-copolymer	Ingen kendt
Alkyder	Ingen sundhedsskadelig effekt, men bedømt som skadelig i vandmiljøet
Cellulosenitrat	Udvikler nitroøse gasser ved brand
Epoxy	Indeholder allergifremkaldende stoffer
Klorkautsjuk	Indeholder CCl <sub>4</sub> , der er kræftfremkaldende i små mængder
Polyurethan	Indeholder allergifremkaldende stoffer
Tjære/bitumen	Indeholder kræftfremkaldende PAH'er
Urea-/melamin-formaldehyd	Kan indeholde rester af formaldehyd, der er kræftfremkaldende
UV-hærdende acrylater	Indeholder allergifremkaldende stoffer
Vinylacetat-copolymer	Ingen kendt

**Tabel 2** Kendte miljø-/sundhedsskadelige effekter ved bindemidler i ren form.

Ureageret monomer, så som formaldehyd i melamin-copolymer, findes i spormængder i flere af bindemidlerne. Ud over i melamin-copolymer findes der ureageret monomer i bl.a. epoxy, polyurethan og UV-hærdende acryler. Monomererne er ofte sundhedsskadelige /C/.

### **Opløsnings- og fortyndingsmiddel**

Eftersom bindemidlet typisk findes i fast eller sejt flydende form tilsætter fabrikanten opløsningsmiddel inden levering. På autolakereriet tilsættes efterfølgende fortynder for at give malingen eller lakken sprøjtbar viskositet /A/. Opløsnings- og fortyndingsmidlernes eneste funktioner er således at overføre materialet til emnet /D/.

En fortynder er typisk en blanding af flere forskellige væsker, hvoraf nogle kan være identiske med de opløsningsmidler, der allerede findes i malingen eller lakken. Grunden til at blande forskellige væsker er, at væskernes forskelle i fordampningshastighed kan udnyttes med henblik på hurtig sætning og efterfølgende langsom hærdning /A/. Et eksempel på en blandingsfortynder er cellulosefortynder, der består af sprit (isopropanol e.l.), xylen/toluen og acetone/C/.

Opløsnings- eller fortyndingsmidler er i dag enten organiske opløsningsmidler eller vand /C/. De organiske opløsningsmidler omfatter kulbrinter (alifatiske, cykliske, aromatiske), alkoholer, ethere, ketoner, estere samt blandinger af disse f.eks. benzin og terpentin /A/. Desuden anvendes ligeledes chlorerede kulbrinter som trichloretylen og tidligere ligeledes metylenchlorid (dichlormethan) og perchloretylen og /A/, /C/. På de følgende sider ses en oversigt over de organiske opløsningsmidler, der pr. ultimo 1994 er registreret anvendt i lak- og farveindustrien /C/.

Organiske opløsningsmidler er generelt sundhedsskadelige og kan medføre eksem ved kontakt og hjerneskade ved indånding selv i lave koncentrationer. De kan endvidere være kræftfremkaldende og kan være giftige for vandmiljøet /C/, /E/. De chlorerede opløsningsmidler er særdeles giftige /A/.

## OPLØSNINGSMIDLER, registreret anvendt i lak- og farveindustrien 1995

Sikkerheds nr.	Opløsningsmiddel	At grænseværdi	Hovedgruppe <sup>1</sup>	Klasse <sup>1</sup>	R-værdi
<b>Industribenziner</b>					
1.01.21	Ekstraktionsbenzin 62/82 og Hexan		(Hexan 2)	III	0,4
1.01.24	Ekstraktionsbenzin 80/110	400ppm			
	Ekstraktionsbenzin 100/140	300ppm			
<b>Brandfarlige Hærdede kulbrinter</b>					
1.01.32	Krystalolie	100 ppm testativ			
1.01.34	Aromatis Mineralik Terpentin	25 ppm	2	III	1
1.01.37	Mineralik Terpentin	25 ppm	2		0,3
1.01.47	Mineralik Terpentin med højt fl.pkt.	25 ppm	2		0,3
<b>Cycloalifæiske kulbrinter</b>					
1.01.61	Cyclohexan	200 ppm	2	II	1
<b>Cycloalifæiske kulbrinter med dobbeltbinding</b>					
1.01.81	Dipenten	75 ppm testativ			
1.01.87	Fine Oil	ikke fastlagt			
1.01.89	Vegetabilisk terpentin	25 ppm	2		0,3
<b>Aromatiske kulbrinter</b>					
1.02.10	Styren	25 ppm HL	2	II	0,2
1.02.12	Toluen	35 ppm H	2	III	0,4
1.02.15	Vinyltoluen	25 ppm H			
1.02.19	Tetralin				
1.02.21	Xylener	35 ppm H	2	II	0,1
1.02.23	Aromatiske kulbrinter (C9)	10 ppm testativ			
1.02.31	Aromatiske kulbrinter (C10)	25 ppm testativ			
1.02.35	Decalin				
<b>Alkoholer</b>					
1.04.01	Methanol	200 ppm	2	III	0,3
1.04.03	Ethanol	1000 ppm	2	III	5
1.04.07	Isopropanol	200 ppm H	2	III	1
1.04.09	Butanol (n-, sec-, iso-)	50 ppm HL	2	III	0,2-0,7
1.04.14	Texanol	ikke fastlagt			
1.04.18	Decanoler	ikke fastlagt			
1.04.23	Cyclohexanol	50 ppm	2	II	0,05
1.04.31	Benzylalkohol				
1.04.33	-Methylbenzylalkohol				
<b>Glycerier</b>					
1.06.01	Ethylenglycol	50 ppm L			
1.06.03	Propylenglycol	ikke fastlagt			
<b>Aldehyder og ketoner</b>					
1.08.21	Acetone	250 ppm	2	III	0,4
1.08.22	Diacetonalkohol	50 ppm	2	II	
1.08.23	Acetylacetone				
1.08.25	Methylethylketon	50 ppm	2	III	1
1.08.27	Methylisobutylketon	25 ppm H	2	II	0,2
1.08.28	Methylisamylketon	50 ppm			
1.08.29	Diisobutylketon	75 ppm			
1.08.31	Cyclohexanon	25 ppm	2	II	0,1
1.08.32	2-Methylcyclohexanon	50 ppm H			
1.08.34	Euphoron	5 ppm L	2	II	

<sup>1</sup>"Hovedgruppe" og "klasse" refererer til Miljøstyrelsens Luftvejledning

Sikkerh.kl. nr.	Opløsningsmiddel	ML grænseværdi	Risikogrupper	Klasse	IL-værdi
<b>Etere</b>					
1.10.11	Dimethoxymethan	1000 ppm			
1.10.21	Tetrahydrofuran	100 ppm	2	II	
<b>Estre</b>					
1.12.11	Ethylacetat	150 ppm	2	III	I
1.12.13	Iso-Propylacetat	150 ppm	2	III	0,7
1.12.15	n-Butylacetat	150 ppm	2	II	0,1
1.12.16	Iso-Butylacetat	150 ppm	2	III	0,3
1.12.37	Glycolycr-Butylester	25 ppm tentativ			
1.12.51	Lusolvan FBH				
1.12.61	DBE Dibasic Ester				
<b>Glycoletere</b>					
<b>Ethylen-glycol-ethere</b>					
1.14.11	Methylglycol	5 ppm H	2	II	
1.14.12	Ethylglycol	5 ppm H	2	II	0,2
1.14.14	Isopropylglycol				
1.14.15	Butylglycol	25 ppm	2	II	0,04
<b>Propylen-glycol-ethere</b>					
1.14.21	Propylenglycolmethylether	50 ppm			
1.14.22	Mono-propylenglycolmonometylether	100 ppm tentativ			
1.14.23	Propanol P				
1.14.25	Dowanol PnB (Propylenglycol-n-butylether)	100 ppm tentativ			
<b>Diethylen-glycol-ethere</b>					
1.14.30	Diethylglycolmonometylether	25 ppm tentativ			
1.14.31	Carbitol	ikke fastlagt			
1.14.35	Butyldiglycol	ikke fastlagt			
<b>Dipropylen-glycol-ethere</b>					
1.14.41	Dipropylenglycolmethylether	50 ppm			
1.14.61	3-Methoxy-1-Butanol	25 ppm tentativ			
<b>Glycolether-estere</b>					
1.16.11	Methylglycolacetat	5 ppm H			
1.16.13	Ethylglycolacetat	5 ppm H			
1.16.15	Butylglycolacetat	25 ppm tentativ			
1.16.17	1-Methoxypropylacetat (Dowanol PMA)	20 ppm			
1.16.19	Ethoxypropylacetat	100 ppm tentativ			
1.16.50	Arcosolv PM acetat (1-Methoxy-2-propanolacetat)				
1.16.51	3-Methoxybutylacetat	25 ppm tentativ			
<b>Andre iholdige kulbrinter</b>					
1.18.21	-Butylacetat	50 ppm tentativ			
<b>Pyrolidoner</b>					
1.40.51	N-Methylpyrolidon	50 ppm			
1.40.59	N-Vinylpyrolidon				

Tentative (forløbige) grænseværdier er regnestørrelser, der betynges som erstatning for en egentlig grænseværdi ved beregning af MAL-faktorer.

L = loftsværdi

H = stoffet kan optages gennem huden

### Hjælpestoffer

Hjælpestoffer er stoffer med funktion som eks. tørringsmidler (sikkativ), fortykningsmidler, blødgørere, filmdannere, antioxidanter, konserveringsmidler mv.

I tabel 3 ses udvalgte hjælpestoffers miljø- og sundhedsskadelige egenskaber /C/:

Stofgruppe	Funktion	Miljø-/sundhedsskadelig effekt
Alkylphenoethoxyforbindelser	Overfladeaktivt stof, emulgator, dispergeringsmiddel	Toksisk i vandmiljø, sundhedsskadelig, mistænkt for østrogenlignende effekt
Chlorparaffiner	Blødgører	Toksisk i vandmiljø, sundhedsskadelig
Phtalater	Blødgører	Toksisk i vandmiljø, sundhedsskadelig

**Tabel 3** Udvalgte hjælpestoffers miljø- og sundhedsskadelige egenskaber.

### Referencer

- /A/ Brauner, Hans: "Autolakering". Forlaget Ivar, Teknisk Litteratur, København, 1971.
- /B/ Miljøstyrelsen 1982: "Overfladebehandling II". Miljøprojekt nr. 43, 1982.
- /C/ Miljøstyrelsen 1996: "Brancheorientering for lak- og farveindustrien". Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 5, 1996.
- /D/ Miljøstyrelsen 1998: "Konsekvenser ved brug af vandfortyndbare produkter til autoreparationslakering". Miljøprojekt nr. 431, 1998.
- /E/ Miljøstyrelsen 2000: "Brancheorientering for autoværksteder". Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 13, 2000.



## **Bilag 3**

### **Uønskede stoffer anvendt inden for autolakering**





I dette bilag gives en oversigt over stoffer, udvalgt efter nedenstående kriterier, der er og har været at finde i produkter anvendt inden for autolakering.

Rapporten ”Kortlægning af kemikalieanvendelse i forskellige brancher” oplyser om stoffer, anvendelse og risiko for forekomst i miljøet /A/. Stofferne er udvalgt med udgangspunkt i ”Listen over uønskede stoffer” fra Miljøstyrelsen, der er en liste over uønskede stoffer med et forbrug på over 100 tons på det danske marked. Frasorteret er organiske stoffer med nedbrydelighed på over 60% efter 28 dage, organiske stoffer med damptryk større end 760 mm Hg samt organiske stoffer med damptryk mellem 100 og 760 mm Hg og en vandopløselighed mindre end 100 mg/L /A/.

Det skal således bemærkes, at tabellen blot omfatter de problemstoffer inden for autolakeringsbranchen, som anvendes i mængder over 100 tons pr. år i Danmark, og som det derfor vil være mest sandsynligt af træffe. Miljøstyrelsen pointerer, at andre stoffer anvendt i mindre mængder ligeledes kan udgøre en stor risiko pga. den specifikke anvendelse /C/.

I ”Kortlægning af brancher, der anvender chlorerede opløsningsmidler” fra Amternes Videncenter for Jordforurening /B/, er det desuden oplyst, at 1,1,1-trichlorethan anvendes inden for autolakering i affedtningsmidler og tidligere ligeledes har været anvendt i maling. Kriteriet for at medtage stoffer i denne kortlægning er, at den samlede anvendelse i Danmark er større end 0,1 tons pr. år, samt at stoffet indgår i mere end tre produkter /B/.

Stoffer fra /A/, der stadig er at finde i produkter anvendt inden for autolakering fremgår af nedenstående tabel.

Stof	Produkt	Type	Forekomst	Første registrering
2,2,4,6,6-pentamethylheptan	Lakpleje-, affedtningsmidler	O	J	1988
2-butanonoxim	Maling, rustbeskyttelsesmidler	O	VP	1978
3,6-diazaoctan-1,8-diamin	Hærder til udfyldningsmidler	O	V	1983
3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin	Hærder til udfyldningsmidler	O		1988
Bisphenol-A-diglycidylether reaktionsprodukt	Bindemidler, maling	O		1986
Blychromat	Afdækningslak	U		1981
Blychromatmolybdatsulfatrød	Bindemidler, maling	U		1979
Blyulfchromatgul	Bindemidler, maling	U		1979
Cyclohexan	Fortynder, opløsningsmiddel, affedtningsmiddel	O	P	1982
Destillater (råolie), diverse	Rustfjerner, lakpleje-, rustbeskyttelsesmidler, maling	M		1981
Dichlormethan	Maling- og lakfjerner, fortynder, opløsningsmiddel	O	VP	1984
Diethanolamin	Rustbeskyttelsesmidler	O	V	1986
Mesitylen	Maling	O	VJP	1985
Naphta (råolie), diverse	Fortyndere, maling, opløsnings-, affedtnings- og rustbeskyttelsesmidler	M		1981
Nonylphenol	Spartelmasse, maling	O	J	1988
Strontiumchromat	Primer	U		1978
Trichlorethylen	Fortyndere, opløsningsmidler, affedtningsmidler	O	VJP	1995

**Note:** Typebetegnelser: O = organisk, U = uorganisk, M = mixet type. Forekomst: V = vand, J = jord, P = poreluft

Stoffer fra /A/, der ikke længere findes i produkter anvendt inden for autolakering fremgår af nedenstående tabel.

Stof	Produkt	Type	Forekomst	Registreringsperiode
2,2-bis(p-(2,3-epoxypropoxy)phenyl)-propan	Maling	O	J	1979-1999
4,4'-isopropylidendiphenol	Maling	O	VJ	1988
Kobbernaphtenat	Uspecificeret produkt	U		1993-1995
Maleinsyreanhydrid	Spartelmasse	O	V	1986-1997
Methylmethacrylat	Maling	O		1984-1999

**Note:** Typebetegnelser: O = organisk, U = uorganisk. Forekomst: V = vand, J = jord.

### Referencer

- /A/ Amternes Videncenter for Jordforurening 2002: "Kortlægning af kemikalieanvendelser i forskellige brancher". Teknik og Administration nr. 3 2002.
- /B/ Amternes Videncenter for Jordforurening 2002: "Kortlægning af brancher, der anvender chlorerede opløsningsmidler". Teknik og Administration nr. 4 2002.
- /C/ Miljøstyrelsen 2000: "Listen over uønskede stoffer". Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 9 2000.



# **Bilag 4**

## **Datablade**



I dette bilag findes datablade for følgende stoffer anvendt på autolakererier:

#### **Kulbrinter**

- Benzen
- Cyclohexan
- Mesitylen
- Mineralsk terpentin
- Naphta
- 2,2,4,6,6-pentamethylheptan
- Råoliedestillater
- Styren
- Toluen
- Xylen

#### **Polære kulbrinter**

- Acetone
- Butanol
- Butylacetat
- Isopropanol
- Methylisobutylketon
- Nonylphenol

#### **Chlorerede kulbrinter**

- Dichlormethan
- 1,1,1-trichlorethan (TCA)
- Trichlorethylen (TCE)

#### **Tungmetalholdige stoffer**

- Blychromat
- Blychromatmolybdatsulfatrød
- Blysulfochromatgul
- Cadmiumsulfid
- Kobbernaphthenat
- Strontiumchromat



### **Øvrige forbindelser**

- 3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin
- Bisphenol-A-diglycidether reaktionsprodukt
- 2-butanonoxim
- DEHP
- 3,6-diazaoctan-1,8-diamin
- Diethanolamin
- 4,4'-isopropylidendiphenol
- Maleinsyreanhydrid
- MOCA
- TDI

Databladene giver oplysninger om stoffernes kemiske formler, tilstandsformer, fysisk-kemiske egenskaber som molvægt, densitet, kogepunkt, vandopløselighed, damptryk og oktanol-vand fordelingskoefficient, hvor oplysningerne har været tilgængelige. Desuden er stofferne klassificeret ud fra Listen over farlige stoffer /C/, og hvor Miljøstyrelsen har opstillet et kvalitetskriterium er dette anført.

I slutningen af dette bilag er faresymboler og risikosætninger listet.

## Kulbrinter

Navn	Benzen	Enhed	Referencer
Synonym	Benzol		/F/
CAS nr.	71-43-2		/G/
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>		/F/
Tilstandsform	Klar, farveløs væske		/F/
Molvægt	78,11	g/mol	/F/
Densitet	0,8787	g/mL	/F/
Kogepunkt	80,1	°C	/F/
Vandopløselighed	1.780 (ved 20 °C)	mg/L	/E/
Damptryk	76 (ved 20 °C) 60 (ved 15 °C)	mm Hg	/E/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	2,13		/E/
Klassificering	Carc 1; R45, F; R11, T; R48/23/24/25		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	1,5	mg/kg TS	/B/
Grundvand	1	µg/L	/B/
Afdampning i luft	0,13	µg/m <sup>3</sup>	/B/

Navn	Cyclohexan	Enhed	Referencer
Synonym	-		
CAS nr.	110-82-7		/G/
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>		/G/
Tilstandsform	Farveløs væske		/G/
Molvægt	84,16	g/mol	/G/
Densitet	0,779	g/mL	/G/
Kogepunkt	80,7	°C	/G/
Vandopløselighed	Ringe opløselig, < 0,1g/100 mL (17 °C)	mg/L	/G/
Flammepunkt	-18	°C	/G/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	R11, R65, R38, R50/53, R67		/G/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft*	1	mg/m <sup>3</sup>	

\*B-værdi

## Kulbrinter

Navn	Mesitylen	Enhed	Referencer
Synonym	1,3,5-trimethylbenzen		/G/
CAS nr.	108-67-8		/G/
Kemisk formel	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub>		/G/
Tilstandsform	Væske		/G/
Molvægt	120,19	g/mol	/G/
Densitet	0,865	g/mL	/G/
Kogepunkt	165	°C	/G/
Vandopløselighed	Uopløselig		/G/
Flammepunkt	44	°C	/G/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	R10 Xi;R37 N;R51/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	25 <sup>#</sup>	mg/kg TS	/B/
Grundvand	1 <sup>⊕</sup>	µg/L	/B/
Afdampning i luft	0,03*	mg/m <sup>3</sup>	/B/

#Sum af C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> kulbrinter

⊕Sum af 1-methyl-3-ethylbenzen, 1,2,4-trimethylbenzen og 1,3,5-trimethylbenzen.

\*Sum af C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub> aromatiske kulbrinter.

Navn	Mineralsk terpentin	Enhed	Referencer
Synonym	-		
CAS nr.	8052-41-3		/C/
Kemisk formel	-		
Tilstandsform	Farveløs væske		/G/
Molvægt <sup>1</sup>	Gennemsnit ca. 150	g/mol	/A/
Densitet	0,78	g/mL	/G/
Kogepunkt	150-200	°C	/G/
Vandopløselighed	<0,1 wt%		/A/
Damptryk	4,4	mm Hg	/A/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Carc2; R45, R10, Xn; R48/20-65		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	25 <sup>#</sup>	mg/kg TS	/B/
Grundvand	9 <sup>⊕</sup>	µg/L	/B/
Afdampning i luft	0,1*/0,03 <sup>⊕</sup>	mg/m <sup>3</sup>	/B/

<sup>1</sup>Mineralsk terpentin er en blanding af mættede alifatiske og cycloalifatiske C<sub>7</sub>-C<sub>12</sub> kulbrinter med et indhold på 15-20 % aromatiske C<sub>7</sub>-C<sub>12</sub> kulbrinter.

#Sum af C<sub>7</sub>-C<sub>12</sub> kulbrinter.

⊕Sum af C<sub>7</sub>-C<sub>12</sub> kulbrinter.

\*B-værdi.

⊕ Sum af C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub> aromatiske kulbrinter.

## Kulbrinter

Navn	Naphta (råolie), diverse	Enhed	Referencer
Synonym	-		
CAS nr.	92045-53-9, 64742-82-1, 64742-49-0, 64742-48-9, 64741-65-7, 64742-95-6		/G/
Kemisk formel	-		
Tilstandsform	-		
Molvægt	-	g/mol	
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	-	mg/L	
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Carc2, R45, R65		/G/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	25 <sup>#</sup> /100 <sup>α</sup>	mg/kg TS	
Grundvand	9*	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

#Sum af C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> kulbrinter.

αSum af C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub> kulbrinter.

\*Sum af C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> eller C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub> kulbrinter.

Navn	2,2,4,6,6-pentamethylheptan	Enhed	Referencer
Synonym	-		
CAS nr.	13475-82-6		/G/
Kemisk formel	C <sub>12</sub> H <sub>26</sub>		/G/
Tilstandsform	-		
Molvægt	170,33	g/mol	/G/
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	178	°C	/G/
Vandopløselighed	-	mg/L	
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	*		/G/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

\*Endnu ikke på "Listen over farlige stoffer".

## Kulbrinter

Navn	Råoliedestillater, diverse	Enhed	Referencer
Synonym	-		
CAS nr.	64742-53-6, 64742-52-5, 64742-65-0, 64741-88-4, 64741-96-4		/G/
Kemisk formel	-		
Tilstandsform	-		
Molvægt	-	g/mol	
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	-	mg/L	
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Carc2, R45		/G/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	25 <sup>#</sup> /100 <sup>α</sup>	mg/kg TS	/B/
Grundvand	9*	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

#Sum af C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> kulbrinter.

αSum af C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub> kulbrinter.

\*Sum af C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> eller C<sub>5</sub>-C<sub>35</sub> kulbrinter.

Navn	Styren	Enhed	Referencer
Synonym	Phenylethylen		/G/
CAS nr.	100-42-5		/G/
Kemisk formel	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub>		/F/
Tilstandsform	Farveløs væske		/F/
Molvægt	104,15	g/mol	/F/
Densitet	0,9045	g/mL	/F/
Kogepunkt	145,2	°C	/F/
Vandopløselighed	320	mg/L	/G/
Damptryk	5	mm Hg	/G/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	2,95		/A/
Klassificering	R10 Xn;R20 Xi;R36/38		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	40	mg/kg TS	/B/
Grundvand	1	µg/L	/B/
Afdampning i luft	0,2	mg/m <sup>3</sup>	/B/

## Kulbrinter

Navn	Toluen	Enhed	Referencer
Synonym	Methylbenzen		
CAS nr.	108-88-3		/G/
Kemisk formel	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>		/G/
Tilstandsform	Farveløs væske		/G/
Molvægt	92,1402	g/mol	/G/
Densitet	0,867	g/mL	/G/
Kogepunkt	110,6	°C	/G/
Vandopløselighed	526	mg/L	/G/
Damptryk	22	mm Hg	/G/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering			/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	5	µg/L	/B/
Afdampning i luft	0,4	mg/m <sup>3</sup>	/B/

Navn	Xylen	Enhed	Referencer
Synonym	Dimethylbenzen		/G/
CAS nr.	1330-20-7		/G/
Kemisk formel	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>		/F/
Tilstandsform	Farveløs væske		/F/
Molvægt	106,16	g/mol	/F/
Densitet	0,86	g/mL	/F/
Kogepunkt	137-140	°C	/F/
Vandopløselighed	Uopløselig; 175	mg/L	/G/
Damptryk	5,1	mm Hg	/G/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	2,77		/E/
Klassificering	R10 Xn;R20/21 Xi;R38		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	5	µg/L	/B/
Afdampning i luft	0,1	mg/m <sup>3</sup>	/B/

### Polære kulbrinter

Navn	Acetone	Enhed	Referencer
Synonym	2-propanon		/E/
CAS nr.	67-64-1		/E/
Kemisk formel	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O		/E/
Tilstandsform	Klar farveløs væske		/E/
Molvægt	58,08	g/mol	/E/
Densitet	0,791	g/mL	/E/
Kogepunkt	56,2	°C	/E/
Vandopløselighed	Blandbar	mg/L	/F/
Damptryk	89 (5 °C), 181 (20 °C)	mm Hg	/E/, /G/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-0,24		/E/
Klassificering	F; R11 Xi, R36 R66 R67		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	10	µg/L	/B/
Afdampning i luft	0,4	mg/m <sup>3</sup>	/B/

Navn	Butanol	Enhed	Referencer
Synonym	Butylalkohol		/G/
CAS nr.	71-36-3		/G/
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O		/E/, /G/
Tilstandsform	Farveløs væske		/E/
Molvægt	74,12	g/mol	/E/
Densitet	0,81	g/mL	/E/
Kogepunkt	117,7	°C	/E/, /G/
Vandopløselighed	63.200/77.000	mg/L	/E/, /G/
Damptryk	4,4 (20 °C)	mm Hg	/E/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	0,88		/E/
Klassificering	R10, Xn; R22, Xi; R37/38-41 R67		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

### Polære kulbrinter

Navn	Butylacetat	Enhed	Referencer
Synonym	Butylethanoat		
CAS nr.	123-86-4		/G/
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>		/E/
Tilstandsform	Farveløs væske		/F/
Molvægt	116,16	g/mol	/F/
Densitet	0,8826	g/mL	/F/
Kogepunkt	124-127	°C	/E/
Vandopløselighed	14.000	mg/L	/E/
Damptryk	10	mm Hg	/E/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	R10 R66 R67		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	10	µg/L	/B/
Afdampning i luft	0,1	mg/m <sup>3</sup>	/B/

Navn	Isopropanol	Enhed	Referencer
Synonym	2-propanol		
CAS nr.	67-63-0		/G/
Kemisk formel	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O		/E/
Tilstandsform	Farveløs væske		/E/
Molvægt	60,10	g/mol	/E/
Densitet	0,785	g/mL	/E/
Kogepunkt	82,4	°C	/E/
Vandopløselighed	Blandbar	g/L	/G/
Damptryk	32 (20°C)	mm Hg	/E/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-0,16		/E/
Klassificering	F; R11 Xi; R36, R67		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	10	µg/L	/B/
Afdampning i luft*	1	mg/m <sup>3</sup>	/B/



### Polære kulbrinter

Navn	Methylisobutylketon	Enhed	Referencer
Synonym	Hexanon		/E/
CAS nr.	108-10-1		/G/
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O		/E/
Tilstandsform	Farveløs væske		/E/
Molvægt	100,2	g/mol	/E/
Densitet	0,8017	g/mL	/E/
Kogepunkt	117,4	°C	/G/
Vandopløselighed	19.000	mg/L	/E/
Damptryk	6 (20 °C)	mm Hg	/E/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)			
Klassificering	F; R11, Xn; R20, Xi; R36/37 R66		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	10	µg/L	/B/
Afdampning i luft*	0,2	mg/m <sup>3</sup>	/B/

Navn	Nonylphenol	Enhed	Referencer
Synonym	-		
CAS nr.	25154-52-3		/G/
Kemisk formel	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O		/E/
Tilstandsform	-		
Molvægt	220,35	g/mol	/E/
Densitet		g/mL	/E/
Kogepunkt	293-297	°C	/G/
Vandopløselighed		mg/L	/E/
Damptryk		mm Hg	/E/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)			
Klassificering	Xn; R22 C; R34 N; R50/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	25	mg/kg TS	/B/
Grundvand	20 <sup>#</sup>	µg/L	/B/
Afdampning i luft*	0,02	mg/m <sup>3</sup>	/B/

#Sum af octyl- og nonylphenol.

### Chlorerede kulbrinter

Navn	Dichlormethan	Enhed	Referencer
Synonym	Methylenchlorid		/G/
CAS nr.	75-09-2		/G/
Kemisk formel	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>		/G/
Tilstandsform	Farveløs væske		/G/
Molvægt	84,93	g/mol	/G/
Densitet	1,3255	g/mL	/G/
Kogepunkt	39,8	°C	/G/
Vandopløselighed	19.400	mg/L	/A/
Damptryk	350	mm Hg	/G/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	0,91		/A/
Klassificering	Carc3, R40		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	8	mg/kg TS	/B/
Grundvand	1	µg/L	/B/
Afdampning i luft*	0,6	µg/m <sup>3</sup>	/B/

Navn	1,1,1-trichlorethan	Enhed	Referencer
Synonym	Methylchloroform, TCA		
CAS nr.	71-55-6		/G/
Kemisk formel	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub>		/G/
Tilstandsform	Klar farveløs væske		/G/
Molvægt	133,40	g/mol	/G/
Densitet	1,3376	g/mL	/G/
Kogepunkt	74,1	°C	/G/
Vandopløselighed	1.495 (25 °C)	mg/L	/G/
Damptryk	100	mm Hg	/G/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	2,2		/A/
Klassificering	Xn; R20 N; R59		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	200	mg/kg TS	/B/
Grundvand	1	µg/L	/B/
Afdampning i luft	0,5	mg/m <sup>3</sup>	/B/

### Chlorerede kulbrinter

Navn	Trichlorethylen	Enhed	Referencer
Synonym	TCE		
CAS nr.	79-01-6		/G/
Kemisk formel	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub>		/G/
Tilstandsform	Farveløs væske		/G/
Molvægt	131,39	g/mol	/G/
Densitet	1,462	g/mL	/G/
Kogepunkt	86,7	°C	/G/
Vandopløselighed	1.100 (25 °C)	mg/L	/G/
Damptryk	58	mm Hg	/G/
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	2,29		/A/
Klassificering	Carc2;R45 Xi;R36/38 R67 Mut3;R68 R52/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	5	mg/kg TS	/B/
Grundvand	1 <sup>#</sup>	µg/L	/B/
Afdampning i luft	1	µg/m <sup>3</sup>	/B/

#Sum af chlorerede kulbrinter.

### Tungmetalholdige stoffer

Navn	Blychromat	Enhed	Referencer
Synonym	Kromgult		/G/
CAS nr.	7758-97-6		/G/
Kemisk formel	CrO <sub>4</sub> Pb		/G/
Tilstandsform	Gult/orangegult pulver		/G/
Molvægt	323,1936	g/mol	/G/
Densitet	6,3	g/mL	/F/
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	Uopløselig, 0,2 mg/L		/F/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Rep1;R61 R33 Carc3;R40 Rep3;R62 N;R50/53		/G/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	Bly: 40 Chrom, total: 500 Chrom (VI): 20	mg/kg TS	/B/
Grundvand	Bly: 1 Chrom, total: 25 Chrom (VI): 1	µg/L	/B/
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

Navn	Blychromatmolybdatsulfatrød	Enhed	Referencer
Synonym	Molybdenum orange		/G/
CAS nr.	12656-85-8		/G/
Kemisk formel	-		
Tilstandsform	-		
Molvægt	-	g/mol	
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	-	mg/L	
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Rep1;R61 R33 Carc3;R40 Rep3;R62 N;R50/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	Bly: 40 Chrom, total: 500 Chrom (VI): 20	mg/kg TS	/B/
Grundvand	Bly: 1 Chrom, total: 25 Chrom (VI): 1	µg/L	/B/
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

### Tungmetalholdige stoffer

Navn	Blyulfchromatgul	Enhed	Referencer
Synonym	-		
CAS nr.	1344-37-2		/G/
Kemisk formel	-		
Tilstandsform	-		
Molvægt	-	g/mol	
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	-	mg/L	
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Rep1;R61 R33 Carc3;R40 Rep3;R62 N;R50/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	Bly: 40 Chrom, total: 500 Chrom (VI): 20	mg/kg TS	/B/
Grundvand	Bly: 1 Chrom, total: 25 Chrom (VI): 1	µg/L	/B/
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

Navn	Cadmiumsulfid	Enhed	Referencer
Synonym	Greenockite		/F/
CAS nr.	1306-23-6		/G/
Kemisk formel	CdS		/F/
Tilstandsform	Lysegule eller orange krystaller		/F/
Molvægt	144,47	g/mol	/F/
Densitet	4,82	g/mL	/F/
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	1,3	mg/L	/F/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Xn;R20/21/22 N;R50/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	Cadmium: 0,5	mg/kg TS	/B/
Grundvand	Cadmium: 0,5	µg/L	/B/
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

### Tungmetalholdige stoffer

Navn	Kobbernaphthenat	Enhed	Referencer
Synonym	Kobberuversol		/G/
CAS nr.	1338-02-9		/G/
Kemisk formel	-		
Tilstandsform	-		
Molvægt	-	g/mol	
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	-	mg/L	
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	R10 Xn;R22 N;R50/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	Kobber: 500	mg/kg TS	/B/
Grundvand	Kobber: 100	µg/L	/B/
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

Navn	Strontiumchromat	Enhed	Referencer
Synonym	-		
CAS nr.	7789-06-2		/G/
Kemisk formel	CrO <sub>4</sub> Sr		/G/
Tilstandsform	Gult pulver		/G/
Molvægt	203,6136	g/mol	/G/
Densitet	3,89	g/mL	/F/
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	Ringe opløseligt	mg/L	/G/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Carc2;R45 Xn;R22 N;R50/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	Chrom, total: 500 Chrom (VI): 20	mg/kg TS	/B/
Grundvand	Chrom, total: 25 Chrom (VI): 1	µg/L	/B/
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

### Øvrige forbindelser

Navn	3-aminomethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylamin	Enhed	Referencer
Synonym	Isophorondiamin		/G/
CAS nr.	2855-13-2		/G/
Kemisk formel	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub>		/G/
Tilstandsform	-		
Molvægt	170,2972	g/mol	/G/
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	-	mg/L	
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Xn;R21/22 C;R34 R43 R52/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

Navn	Bisphenol-A-diglycidylether reaktionsprodukt	Enhed	Referencer
Synonym	Epon 1001 resin		/G/
CAS nr.	25068-38-6		/G/
Kemisk formel	C <sub>18</sub> H <sub>21</sub> ClO <sub>3</sub>		/G/
Tilstandsform	-		
Molvægt	320,8151	g/mol	/G/
Densitet	1,13	g/mL	/G/
Kogepunkt	-	°C	
Vandopløselighed	-	mg/L	
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	R36/38, R43, R51/53		/G/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

### Øvrige forbindelser

Navn	2-butanonoxim	Enhed	Referencer
Synonym	Methylethylketoxim		
CAS nr.	96-29-7		/G/
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> NO		/E/, /G/
Tilstandsform	Klar farveløs væske		/G/
Molvægt	87,12	g/mol	/E/, /G/
Densitet	0,923	g/mL	/E/
Kogepunkt	152	°C	/E/, /G/
Vandopløselighed	Opløselig, > 10g/100 mL (22 °C)	mg/L	/G/
Flammepunkt	60	°C	/G/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Xn;R21 Carc3;R40 Xi;R41 R43		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

Navn	DEHP	Enhed	Referencer
Synonym	Di(2-ethylhexyl)phthalat, DOP		/G/
CAS nr.	117-81-7		/G/
Kemisk formel	C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>		/G/
Tilstandsform	Farveløs, olielig væske uden lugt		/G/
Molvægt	390,5618	g/mol	/G/
Densitet	0,9732	g/mL	/G/
Kogepunkt	386,9	°C	/G/
Vandopløselighed	0,34	mg/L	/G/
Damptryk	1,2 (200 °C)	mm Hg	/E/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Rep2;R60-61		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	25	mg/kg TS	/B/
Grundvand	1	µg/L	/B/
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	



### Øvrige forbindelser

Navn	3,6-diazaoctan-1,8-diamin	Enhed	Referencer
Synonym	Triethyltetraamin		/G/
CAS nr.	112-24-3		/G/
Kemisk formel	C <sub>6</sub> H <sub>18</sub> N <sub>4</sub>		/F/, /G/
Tilstandsform	Gullig væske		/F/, /G/
Molvægt	146,235	g/mol	/F/, /G/
Densitet	0,9817	g/mL	/F/
Kogepunkt	272; 266-267	°C	/F/, /G/
Vandopløselighed	Opløselig, > 10g/100 mL (20,2 °C)	mg/L	/F/
Flammepunkt	143	°C	/G/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Xn;R21 C;R34 R43 R52/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

Navn	Diethanolamin	Enhed	Referencer
Synonym	2,2'-iminodiethanol		/G/
CAS nr.	111-42-2		/G/
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>		/G/
Tilstandsform	Viskøs væske eller farveløse krystaller		/G/
Molvægt	105,14	g/mol	/G/
Densitet	1,09	g/mL	/G/
Kogepunkt	270	°C	/G/
Vandopløselighed	Opløselig, >10g/100 mL (14 °C)	mg/L	/G/
Flammepunkt	138	°C	/G/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Xn;R22-48/22 Xi;R38-41		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

### Øvrige forbindelser

Navn	4,4'-isopropylidendiphenol	Enhed	Referencer
Synonym	Bisphenol A		/G/
CAS nr.	80-05-7		/G/
Kemisk formel	C <sub>15</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>		/G/
Tilstandsform	Hvide/lysbrune flager eller pulver		/G/
Molvægt	228,29	g/mol	/G/
Densitet	-	g/mL	
Kogepunkt	220 ved 4 mm Hg	°C	/G/
Vandopløselighed	Uopløselig, <0,1g/100 mL	mg/L	/G/
Flammepunkt	227	°C	/G/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Xi;R36/37/38 R43		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

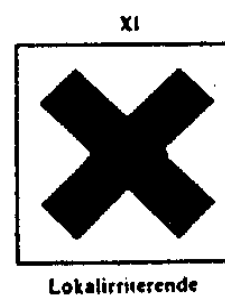
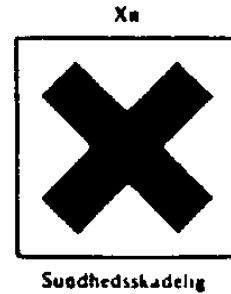
Navn	Maleinsyreanhydrid	Enhed	Referencer
Synonym	2,5-furandion		
CAS nr.	108-31-6		/G/
Kemisk formel	C <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		/G/
Tilstandsform	Farveløst eller hvidt fast stof		/G/
Molvægt	98,06	g/mol	/G/
Densitet	1,314	g/mL	/G/
Kogepunkt	200	°C	/G/
Vandopløselighed	Opløselig, nedbrydes i varmt vand	mg/L	/G/
Flammepunkt	103	°C	/G/
Oktanolvand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Xn;R22 C;R34 R42/43		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

### Øvrige forbindelser

Navn	MOCA	Enhed	Referencer
Synonym	4,4'-methylendianilin		
CAS nr.	101-77-9		/G/
Kemisk formel	C <sub>13</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub>		/G/
Tilstandsform	Lysbrune krystaller		/G/
Molvægt	198,267	g/mol	/G/
Densitet	1,15	g/mL	
Kogepunkt	398-399	°C	/G/
Vandopløselighed	Ringe opløselig; < 1	g/L	/G/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Carc2;R45 T;R39/23/24/25 R43 Xn;R48/20/21/22 Mut3;R68 N;R51/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

Navn	TDI	Enhed	Referencer
Synonym	Toluendiisocyanat		
CAS nr.	584-84-9		/G/
Kemisk formel	C <sub>9</sub> H <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		/G/
Tilstandsform	Klar farveløs til svagt gul væske		/G/
Molvægt	174,16	g/mol	/G/
Densitet	1,225	g/mL	
Kogepunkt	251	°C	/G/
Vandopløselighed	Reagerer med vand under dannelse af CO <sub>2</sub>		/F/
Damptryk	-	mm Hg	
Oktanøl-vand fordelingsforhold (log)	-		
Klassificering	Tx;R26 Xi;R36/37/38 Carc3;R40 R42/43 R52/53		/C/
<b>Kvalitetskriterier</b>			
Jord	-	mg/kg TS	
Grundvand	-	µg/L	
Afdampning i luft	-	µg/m <sup>3</sup>	

FARESYMBOLER OG FAREBETEGNELSER



## R-SÆTNINGER

- R1 Eksplosiv i tør tilstand
- R2 Eksplosionsfarlig ved stød, gnidning, ild eller andre antændelseskilder
- R3 Meget eksplosionsfarlig ved stød, gnidning, ild eller andre antændelseskilder
- R4 Danner meget følsomme eksplosive metalforbindelser
- R5 Eksplosionsfarlig ved opvarmning
- R6 Eksplosiv ved og uden kontakt med luft
- R7 Kan forårsage brand
- R8 Brandfarlig ved kontakt med brandbare stoffer
- R9 Eksplosionsfarlig ved blanding med brandbare stoffer
- R10 Brandfarlig
- R11 Meget brandfarlig
- R12 Yderst brandfarlig
- R14 Reagerer voldsomt med vand
- R15 Reagerer med vand under dannelse af yderst brandfarlige gasser
- R16 Eksplosionsfarlig ved blanding med oxiderende stoffer
- R17 Selvantændelig i luft
- R18 Ved brug kan brandbare dampe/eksplosive damp-luftblandinger dannes
- R19 Kan danne eksplosive peroxider
- R20 Farlig ved indånding
- R21 Farlig ved hudkontakt
- R22 Farlig ved indtagelse
- R23 Giftig ved indånding
- R24 Giftig ved hudkontakt
- R25 Giftig ved indtagelse
- R26 Meget giftig ved indånding
- R27 Meget giftig ved hudkontakt
- R28 Meget giftig ved indtagelse
- R29 Udvikler giftig gas ved kontakt med vand
- R30 Kan blive meget brandfarlig under brug
- R31 Udvikler giftig gas ved kontakt med syre
- R32 Udvikler meget giftig gas ved kontakt med syre
- R33 Kan ophobes i kroppen efter gentagen brug
- R34 Ætsningsfare
- R35 Alvorlig ætsningsfare
- R36 Irriterer øjnene
- R37 Irriterer åndedrætsorganerne
- R38 Irriterer huden
- R39 Fare for varig alvorlig skade på helbred
- R40 Mulighed for kræftfremkaldende effekt
- R41 Risiko for alvorlig øjenskade
- R42 Kan give overfølsomhed ved indånding
- R43 Kan give overfølsomhed ved kontakt med huden

- R44 Eksplosionsfarlig ved opvarmning under indeslutning
- R45 Kan fremkalde kræft
- R46 Kan forårsage arvelige genetiske skader
- R48 Alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning
- R49 Kan fremkalde kræft ved indånding
- R50 Meget giftig for organismer, der lever i vand
- R51 Giftig for organismer, der lever i vand
- R52 Skadelig for organismer, der lever i vand
- R53 Kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
- R54 Giftig for planter
- R55 Giftig for dyr
- R56 Giftig for organismer i jordbunden
- R57 Giftig for bier
- R58 Kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i miljøet
- R59 Farlig for ozonlaget
- R60 Kan skade forplantningsevnen
- R61 Kan skade barnet under graviditeten
- R62 Mulighed for skade på forplantningsevnen
- R63 Mulighed for skade på barnet under graviditeten
- R64 Kan skade børn i ammeperioden
- R65 Farlig: kan give lungeskade ved indtagelse
- R66 Gentagen udsættelse kan give tør eller revnet hud
- R67 Dampe kan give sløvhed og svimmelhed
- R68 Mulighed for varig skade på helbred

*Kombinationer af R-sætninger*

- R14/15 Reagerer voldsomt med vand under dannelse af yderst brandfarlige gasser
- R15/29 Reagerer med vand under dannelse af giftige og yderst brandfarlige gasser
- R20/21 Farlig ved indånding og ved hudkontakt
- R20/22 Farlig ved indånding og ved indtagelse
- R20/21/22 Farlig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
- R21/22 Farlig ved hudkontakt og ved indtagelse
- R23/24 Giftig ved indånding og ved hudkontakt
- R23/25 Giftig ved indånding og ved indtagelse
- R23/24/25 Giftig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
- R24/25 Giftig ved hudkontakt og ved indtagelse
- R26/27 Meget giftig ved indånding og ved hudkontakt
- R26/28 Meget giftig ved indånding og ved indtagelse
- R26/27/28 Meget giftig ved indånding, ved hudkontakt og ved indtagelse
- R27/28 Meget giftig ved hudkontakt og ved indtagelse
- R36/37 Irriterer øjnene og åndedrætsorganerne
- R36/38 Irriterer øjnene og huden
- R36/37/38 Irriterer øjnene, åndedrætsorganerne og huden
- R37/38 Irriterer åndedrætsorganerne og huden

R39/23	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding
R39/24	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt
R39/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indtagelse
R39/23/24	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og hudkontakt
R39/23/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og indtagelse
R39/24/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt og indtagelse
R39/23/24/25	Giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding, hudkontakt og indtagelse
R39/26	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding
R39/27	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt
R39/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indtagelse
R39/26/27	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og hudkontakt
R39/26/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding og indtagelse
R39/27/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved hudkontakt og indtagelse
R39/26/27/28	Meget giftig: fare for varig alvorlig skade på helbred ved indånding, hudkontakt og indtagelse
R40/20	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding
R40/21	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved hudkontakt
R40/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indtagelse
R40/20/21	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding og hudkontakt
R40/20/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding og indtagelse
R40/21/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved hudkontakt og indtagelse
R40/20/21/22	Farlig: mulighed for kræftfremkaldende effekt ved indånding, hudkontakt og indtagelse
R42/43	Kan give overfølsomhed ved indånding og ved kontakt med huden
R48/20	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding
R48/21	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hudkontakt
R48/22	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indtagelse
R48/20/21	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og hudkontakt
R48/20/22	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og indtagelse
R48/21/22	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hud-

	kontakt og indtagelse
R48/20/21/22	Farlig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding, hudkontakt og indtagelse
R48/23	Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding
R48/24	Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hudkontakt
R48/25	Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indtagelse
R48/23/24	Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og hudkontakt
R48/23/25	Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding og indtagelse
R48/24/25	Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved hudkontakt og indtagelse
R48/23/24/25	Giftig: alvorlig sundhedsfare ved længere tids påvirkning ved indånding, hudkontakt og indtagelse
R50/53	Meget giftig for organismer, der lever i vand; kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
R51/53	Giftig for organismer, der lever i vand; kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
R52/53	Skadelig for organismer, der lever i vand; kan forårsage uønskede langtidsvirkninger i vandmiljøet
R68/20	Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding
R68/21	Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved hudkontakt
R68/22	Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indtagelse
R68/20/21	Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding og hudkontakt
R68/20/22	Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding og indtagelse
R68/21/22	Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved hudkontakt og indtagelse
R68/20/21/22	Farlig: mulighed for varig skade på helbred ved indånding, hudkontakt og indtagelse



## Referencer

- /A/ Miljøstyrelsen 1996: "Chlorerede opløsningsmidler i den mættede zone". Miljøprojekt nr. 330, 1996.
- /B/ Miljøstyrelsen 2002: "Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord", opdateret 18. september 2002.
- /C/ Miljøstyrelsen 2000: "Bekendtgørelse om listen over farlige stoffer". Bekendtgørelse nr. 733 af 31/7-2000.
- /D/ Miljøstyrelsen 2002: "B-værdivejledningen". Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2, 2002.
- /E/ Verschuere, Karel: "Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. Second Edition". Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1983.
- /F/ Windholz, Martha: "The Merck Index. An encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. Tenth Edition". Merck & Co., Inc., 1983.
- /G/ [www.chemfinder.com](http://www.chemfinder.com), juli 2002.

## **Bilag 5**

### **Oversigt over historisk materiale**



I dette bilag gives der en oversigt over historisk materiale.

### **Primære og sekundære informationskilder**

Forud for igangsættelse af tekniske undersøgelser er det vigtigt at få indsamlet og beskrevet det historiske materiale for den aktuelle lokalitet. Dette kan være tidskrævende, men den forbrugte tid vil ofte være givet godt ud, når de tekniske undersøgelser igangsættes.

Formålet med den historiske gennemgang er at få udpeget art og fysisk placering af de potentielle forureningskilder.

Der findes en lang række kilder, hvorfra der kan søges oplysninger. Kilderne kan opdeles i primære og sekundære kilder. De vigtigste oplysninger findes i de primære kilder. Hvis det vurderes, at de primære kilder er mangelfulde, suppleres med oplysninger fra de sekundære kilder.

De *primære kilder* omfatter:

- Arkiver hos kommunen: I kommunens arkiver findes der oplysninger om byggeaktiviteter, lokalplaner, situations- og kloakplaner, oplysninger om nedgravede tanke og deres status, oplag, miljøsager mv. I nogle kommuner findes alle oplysninger i byggesagsarkivet, mens oplysningerne i andre kommuner er fordelt på byggesags- og miljøarkivet. Den lokale politi- eller brandmyndighed kunne tidligere have kronologiske oplysninger om hændelser, der havde forureningsmæssig betydning, f.eks. brande eller andre uheld som spild, lækager eller overløb ved tankanlæg. Herudover kunne der findes oplysninger om tidligere oplag af brandfarlige og eksplosionsfarlige stoffer.
- Lokalhistoriske arkiver: På de lokalhistoriske arkiver findes gamle vejvisere, telefonbøger, fotos og avisudklip mv. Herudover har personalet på arkiverne ofte et stort lokalkendskab.
- Tinglysningskontoret: Oplysninger om tidligere ejerforhold og deklARATIONER findes tinglyst på den enkelte ejendom.
- Interviews: Interviews af tidligere eller nuværende grundejere eller ansatte kan understøtte og supplere oplysninger fra arkiver og litteratur. Det kan også være relevant at interviewe medarbejdere hos kommunen.
- Besigtigelse: Ved besigtigelsen af lokaliteten, kontrolleres om de indsamlede arkivoplysninger er i overensstemmelse med de nuværende forhold. Placeringen af eksisterende bygninger og installationer registreres og synlige tegn på jordforurening noteres. En tjekliste til brug ved besigtigelse findes i /A/.

De *sekundære kilder* omfatter:

- Miljøgodkendelser indeholder beskrivelser af produktionsprocesser, forureningsbegrænsende foranstaltninger samt affaldsprodukter og deres bortskaffelse. For listevirksomheder med regional påvirkning er amtet miljø-

myndighed. Miljøgodkendelser omfatter kun perioden efter Miljøbeskyttelseslovens ikrafttræden i 1974.

- Arbejdstilsynets (tidligere fabrikstilsynet) inspektionsberetninger. Her kan skaffes oplysninger om kemikalier og uheld.
- Det kongelige Bibliotek har ca. 400.000 skrå- og lodfotos fra før 1945. Ud fra fotos kan fås indtryk af arealanvendelsen. Herudover kan tankanlæg, oplag af tromler og affald mv. lokaliseres.
- Kort- og Matrikelstyrelsen har lodfotos fra 1945 og frem.
- Private luftopmålingsfirmaer, som Kampsax Geoplan, Landinspektørernes Luftopmåling og Kastrup Luftfoto kan ligge inde med historiske luftfotos. Endelig kan der findes flyfotos hos en lang række kommuner.

## Referencer

- /A/ Miljøstyrelsen 1998: "Oprydning på forurenede lokaliteter – Appendikser". Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 7 1998.

## **Bilag 6**

### **Relevante kilder i relation til afværgeteknikker**



## **Relevante kilder i relation til afværgeforanstaltninger til sikring af areal-anvendelsen**

### *Afgravning*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.

### *Vakuumelekstraktion/-ventilering*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Vakuumentileringssager fra Oliebranchens Miljøpulje”, Miljøprojekt nr. 421, 1998.
- ”Airsparging og vakuumventilering fra vandrette borer på Drejøgade 3-5: design og anlæg”, Miljøprojekt nr. 480, 1999.
- ”Airsparging og jordventilering med vandrette borer”, Miljøprojekt nr. 678, 2002.
- ”Vakuumentilering, Ikast”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.

### *Bioventilering*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.

### *Passiv ventilering*

- ”Passiv ventilering, Fakse”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Passiv ventilering, Allerød”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Passiv ventilering, Askov”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.



### *Termisk assisteret oprensning*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Termisk assisterede oprensninger”, Miljøprojekt nr. 409, 1998.
- ”Oprensning af klorerede opløsningsmidler ved dampstripping”, Miljøprojekt nr. 543, 2000.
- ”Dampoprensning med vacuume ekstraktion”, Miljøprojekt nr. 552, 2000.
- ”Modellering af opvarmning ved dampinjektion (Modi)”, Miljøprojekt nr. 679, 2002.
- ”Dampinjektion, Østerbro, Aalborg”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Dampinjektion, Hedehusene”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Termisk assisteret rensning, Vesterbro”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.

### *Phytooprensning*

- ”Oprensning af tungmetalforurenet jord”, Miljøprojekt nr. 407, 1998.
- ”Oprensning af blandingsforurenet jord”, Miljøprojekt nr. 503, 1999.
- ”Phytooprensning af metaller”, Miljøprojekt nr. 536, 2000.
- ”Fytoremediering af forurening med olie- og tjæreprodukter”, Miljøprojekt nr. 644, 2001.
- ”Phytooprensning, Valbyparken”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Phytooprensning, Allerød”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Phytooprensning. Oliebranchens Miljøpulje (OM), Rønnede, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.

### *Forsegling af forurening*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Oprensning af blandingsforurenet jord”. Miljøprojekt nr. 503, 1999.

## **Relevante kilder i relation til afværgeforanstaltninger til sikring af grundvand og recipient**

### *Afværgepumpning*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.

### *Air-sparging*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Airsparging og vakuumventilering fra vandrette boringer på Drejøgade 3-5: design og anlæg”, Miljøprojekt nr. 480, 1999.
- ”Airsparging og jordventilering med vandrette boringer”, Miljøprojekt nr. 678, 2002.
- ”Airsparging og vakuumventilering på Drejøgade 3-5”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.

### *In-well stripning*

- ”Afprøvning af In-Well Aerator”, Miljøprojekt nr. 642, 2001.

### *Etablering af vertikale barrierer*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Reaktiv permeabel væg, Vapokon”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Reaktiv permeabel væg, Hårdkrom, Kolding”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.
- ”Reaktiv permeabel væg, Godsbanegården”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.

### *Frakturering*

- ”Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind”. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 1998.
- ”Vurdering af stødvis ventilering og pneumatisk opsprækning”, Miljøprojekt nr. 491, 1999.
- ”Frakturering”, Miljøprojekt nr. 541, 2000.
- ”Hydraulisk frakturering udført ved vandret boret teknik - Design og anlæg”, Miljøprojekt nr. 699, 2002.
- ”Frakturering-dobbelt fase ekstraktion, Haslev”, Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening /A/.

### Referencer:

/A/ Miljøstyrelsen 2002: ”Projektkatalog”. Teknologiprogrammet for jord- og grundvandsforurening.



# **Bilag 7**

## **Ordliste**



## Ordliste

<i>Aerosol</i>	Luft indeholdende faste eller væskeformige partikler i størrelsesordenen 0,01-100 µm.
<i>Bindemiddel</i>	Komponent i maling, der sikrer vedhæftning til underlaget og sammenhængskraft i selve malingsfilmen.
<i>DCE</i>	Fællesbetegnelse for dichlorethylenerne cis-1,2-dichlorethylen, trans-1,2-dichlorethylen og 1,1-dichlorethylen.
<i>Effekter</i>	Effekter i lak omfatter metalpigmenter, ofte aluminium og perlemor.
<i>Filler</i>	Udfyldende materiale til brug mellem primer og lak, der findes i udgaverne sanding og non-sanding.
<i>Glasperler</i>	Afrundet blæsemateriale, der fremstilles af natronglas, som omdannes til perler i en varm luftstrøm.
<i>Glødeskal</i>	Tyndt, delvist løstsiddende blåsort lag, der dannes når jern, der har været glødet, afkøles.
<i>High-Solid</i>	Maling og lak, der indeholder ca. 70 % tørstof kaldes High-Solid (HS).
(i)	Hvis en listevirksomhed er (i)-mærket, betyder det, at virksomheden er omfattet af de regler, der gennemfører EU's IPPC-direktiv i Danmark. Dette indebærer, at der ved etablering, og væsentlige ændringer eller udvidelser, som efter godkendelsesmyndighedens opfattelse kan have negativ og betydelig indvirkning på mennesker eller miljø, skal foretages offentlig høring om godkendelsesansøgningen, før myndigheden meddeler godkendelse.
<i>Jerngrit</i>	Blæsemateriale fremstillet af letsmeteligt jern, med skarpe kanter, der ved anvendelse nedbrydes, så nye skarpe kanter blotlægges og som derfor kan genanvendes op til ca. 250 gange.
<i>Kolofonium</i>	Harpiks fra nåletræsfamilien.
<i>Kopaler</i>	Harpiks (ofte fossilt) fra træer af ærteblomstfamilien, benævnt kongo-, kauri- og manillakopal.
<i>Korund</i>	(Aluminiumoxid). Syntetisk blæsemateriale med egenskaber som stålgrit. Kan genanvendes op til ca. 30 gange.
<i>Lak</i>	Det malingslag, der afslutter opbygningen.

<i>Medium-Solid</i>	Maling og lak, der indeholder ca. 50 % tørstof kaldes Medium-Solid (MS).
<i>Non-sanding</i>	Udfyldende materiale til brug mellem primer og toplak, der i modsætning til sanding ikke skal slibes.
<i>NPE</i>	Nonylphenolethoxylater er en gruppe af non-ioniske detergenter, der findes i mange rengøringsmidler. NPE kan endvidere findes i maling/lak.
<i>PCE</i>	Tetrachlorethylen.
<i>Pigment</i>	Faste stoffer, der bestemmer malingens nuance, dækkeevne og lysægthed, og som overvejende er uopløselige i de bindemidler, hvori de anvendes.
<i>Polychrom</i>	Polychromatlak er en lak, der er tilsat aluminiumskæl, hvorfra lyset reflekteres. Herved fås forskellige nuanceindtryk, afhængig af, i hvilken vinkel overfladen betragtes. Lakken virker derfor polychrom, dvs. mangefarvet.
<i>Primer</i>	Grundmaling til brug som første malinglag direkte på overfladen.
<i>Sanding</i>	Udfyldende materiale til brug mellem primer og lak, der er beregnet til slibning.
<i>Scrubber</i>	Luftrensingsaggregat, der ved hjælp af væske fjerner støv eller skadelige gasser. Betegnes også røgvasker, vådvasker eller luftvasker.
<i>Sealer</i>	Materiale til at forsegle en for kraftigt eller for uensartet sugende bund.
<i>Spartelfarve</i>	Pastaagtigt materiale til udfyldning af større ujævnheder.
<i>Stålgrit</i>	Skarpkantet blæsemateriale, der fremstilles ved knusning af stålkugler med en efterfølgende varmebehandling. Kan genanvendes op til ca. 250-500 gange.
<i>Stålshot</i>	Afrundet blæsemateriale, der fremstilles ved brat at afkøle en strøm af smelte stål i en vandstråle. Kan recirkuleres over 2.000 gange.
<i>Svejseslagger</i>	Affald fra svejsning.
<i>TCA</i>	1,1,1-trichlorethan.

<i>TCE</i>	Trichlorethylen.
<i>Unilak</i>	Lak med rene farver uden tilsætning af effekter.
<i>Washfiller</i>	Type af filler, hvor bindemidlet er en speciel kunstharpiks (polyvinylbutylal), der tilsættes en fosforsyrehærder.
<i>Washprimer</i>	Type af primer, der anvendes som grundmaling på letmetal inden påførsel af normal primer. Bindemidlet i washprimeren er en speciel kunstharpiks (polyvinylbutylal), der tilsættes en fosforsyrehærder.