

# Arbejds miljø brevkassen

## Substitution – den vanskelige pligt

Af Jørgen Stage Johansen

Hvis man vil mindske eller fjerne risikoen ved håndtering af farlige kemikalier, er der en række traditionelle forebyggelsesprincipper f.eks. indkapsling, ventilation og anvendelse af personlige værnemidler.

Det er vigtigt også at undersøge, om farlig teknologi kan erstattes af mindre farlig teknologi, om risikoen kan mindskes ved at ændre arbejdets tilrettelæggelse, om kemikalierne indkøbes og anvendes i en form, der medfører mindst risiko, eller om det er muligt at undgå eller substituere farlige kemikalier.

Historisk er der mange eksempler på, at farlige stoffer og produkter har haft voldsomme konsekvenser for arbejderes helbred, før risikoen blev kendt, accepteret og alternativer udviklet – f.eks. brug af asbest og alkydmaling.

### Substitutionsovervejelser skal foretages

Det kan være svært – og en lang proces – at substituere, men Arbejds miljøloven indeholder klare forpligtelser til som minimum at gøre overvejelserne.



To opløsningsmidler, n-hexan og benzen, som i de fleste tilfælde kan erstattes af mindre farlige – heptan og toluen. Her ses gamle flasker med forældet mærkning.

Bekendtgørelsen om arbejdets udførelse (1) indeholder krav om, at arbejdet skal tilrettelægges under hensyntagen til nogle generelle forebyggelsesprincipper herunder "udskiftning af det, der er farligt med noget, der er ufarligt eller mindre farligt".

I bekendtgørelse om arbejde med stoffer og materialer (2) er kravene meget detaljerede (se boks) og en relativ ny At-meddelelse (3) præciserer, hvornår virksomhederne får påbud om at bruge en autoriseret rådgivningsvirksomhed til

### Arbejds miljøbrevkassen

Redaktionen består af brevkasseredaktørerne Jørgen Stage Johansen og Vivian Plesner samt faglig sekretær Jens Kligenberg Rasmussen. Alle medlemmer er velkomne til at indsende spørgsmål eller foreslå emner til uddybelse i LABORANTEN. Skriv til [miljoebrevkassen@dl-f.dk](mailto:miljoebrevkassen@dl-f.dk). Arbejds miljøbrevkassen svarer altid direkte tilbage til medlemmet, og efter aftale med medlemmet bruges emnet muligvis til artikler i LABORANTEN. Spørgeren er anonym i LABORANTEN.

## Bekendtgørelse om arbejde med stoffer og materialer

### Erstatningsstoffer og -materialer (substitutionsprincippet)

- § 11** Arbejdsgiveren skal sørge for, at farlige stoffer og materialer på arbejdspladsen fjernes, erstattes eller begrænses til et minimum.
- § 12** Foranstaltninger efter § 11 skal navnlig foretages ved at erstatte et farligt stof eller materiale med et ufarligt, mindre farligt eller mindre generende stof eller materiale eller arbejdsproces.
- Stk. 2** Det skal herunder sikres, at stofferne og materialerne anvendes i den form, der medfører mindst risiko for påvirkning ved arbejdet.
- Stk. 3** Hvis erstatning ikke kan foretages, skal dette på forlangende dokumenteres over for Arbejdstilsynet.
- § 13** Erstatning skal foretages, uanset at påvirkningerne fra de farlige stoffer og materialer er ubetydelige.
- Stk. 2** Såfremt brugen af et erstatningsstof eller -materiale vil medføre ikke uvæsentlige forskelle i tekniske egenskaber eller udgifter, skal der foretages en samlet afvejning af de tekniske og økonomiske konsekvenser over for de sikkerheds- og sundhedsmæssige hensyn.
- Stk. 3** Hvis erstatning ikke kan foretages efter stk. 1 eller undlades, fordi en samlet afvejning efter stk. 2 viser, at brugen af et erstatningsstof eller -materiale vil medføre urimelige merudgifter for arbejdsgiveren, skal dette på forlangende dokumenteres overfor Arbejdstilsynet.

at undersøge mulighederne for at substituere stoffer og materialer med særlig klassifikation.

### Eksempler på substitution

Selv om det i nogen sammenhænge er muligt at substituere et stof eller produkt med et andet, betyder det ikke automatisk, at substitution generelt er mulig. De enkelte substitutioner må vurderes i hvert enkelt tilfælde.

I oversigten på næste side ses nogle eksempler på substitution, som er mulige i visse tilfælde.



Tidligere var brug af chromsvovlsyre meget anvendt til rengøring af glasudstyr, men chrom VI er kræftfremkaldende.

Stof eller produkt	Substitueret med	Kommentar
Benzen	Toluen	Toluen metaboliseres primært i methylgruppen og omdannes til benzoesyre, mens benzen bl.a. nedbrydes i den aromatiske ring til kræftfremkaldende benzenoxid.
n-hexan	n-heptan	Metabolitter af n-hexan, (2-hexanon og 2,5-hexandion) er særlig skadelige for perifere nerver.
TBE-buffer	TAE-buffer	TBE-buffer indeholder borat, hvis mærkning er skærpet og borater optaget på Miljøstyrelsens liste over uønskede stoffer. TAE-buffer er baseret på acetat.
Ethidumbromid	SYBR Safe DNA Gel Stain	Ethidumbromid er et potent kræftfremkaldende stof. Andre DNA-farvestoffer kan ofte anvendes.
Blågel	Orangegel	Tørringsmidlet blågel indeholder cobaltdichlorid. For 15 år siden blev cobaltforbindelser optaget på Arbejdstilsynets kræftliste. Orangegel indeholder en jernforbindelse.
Formalin	Kaiserling (kaliumacetat, glycerol, vand)	Arbejdstilsynet har de senere år haft meget fokus på det kræftfremkaldende formaldehyd. Der er krav om udvikling af andre konserveringsvæsker. I nogle tilfælde er Kaiserling brugbar.
Diethylether	Tetrahydrofuran	Tetrahydrofuran har højere kogepunkt end diethylether (henholdsvis 64 og 35°C). Det betyder lavere brandrisiko ved substitution. Da tetrahydrofuran er blandbar med vand, kan det undertiden vanskeliggøre substitution.

Nogle eksempler på omlægning af procedurer eller indførelse af nye teknikker:

I stedet for at fremstille acrylamidgeler ud fra acrylamid i laboratoriet, kan købes færdiglavede acrylamidgeler, hvor monomeren er polymeriseret.

Ved indkøb af færdige opløsninger af picrinsyre kan arbejdspladsen slippe for at opbevare ren picrinsyre, som ofte giver anledning til usikker-

hed, fordi picrinsyre er klassificeret som eksplosivt, hvis vandindholdet er mindre end 10%.

Mærkning af DNA med fluorescens i stedet for radioaktivitet.

Udskiftning af diisopropylether (peroxiddanner i gruppe A) med andre ethere (fra gruppe B).

Udskiftning af formalin med hydrogenperoxid til desinfektion af dyrestalde.



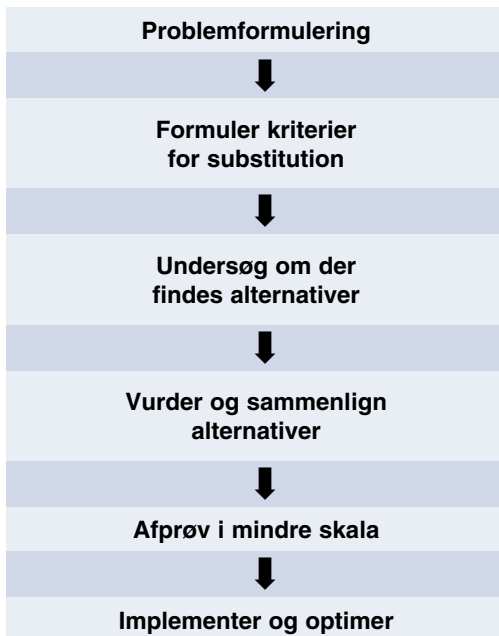
Det kræftfremkaldende Ethidiumbromid kan ofte erstattes med andre DNA farver f.eks. SYBR Safe DNA Gel Stain, som her anvendes ved præparering af en agarosegel.

### Substitutionsproces

Der er ikke mange opslagsværker med facitlister til substitution. På en ældre dansk hjemmeside [www.catsub.dk](http://www.catsub.dk) (4) findes et mindre antal substitutionseksempler. På en nyere europæisk hjemmeside [www.subsport.eu](http://www.subsport.eu) (5) kan også hentes inspiration.

Substitution kan være en lang kompleks proces. På mange laboratorier kan standardiserede metoder, beskrivelser i artikler m.m. være en forhindring for substitution.

Afgørende for vellykket substitution er, at alternativerne er veldokumenterede. Man må ikke vælge tvivlsomme alternativer, som blot formodes at være mindre farlige. ■



### REFERENCER

1. Bekendtgørelse om arbejdets udførelse, nr. 559 af 17. juni 2004 med senere ændringer
2. Bekendtgørelse nr. 292 af 26. april 2001 om arbejde med stoffer og materialer (kemiske agenser) med senere ændringer
3. At-vejledning 1.10.3, Undersøgelsespåbud om substitution af stoffer og materialer, juli 2013
4. [www.catsub.dk](http://www.catsub.dk), oprettet 2003
5. [www.subsport.eu](http://www.subsport.eu), oprettet 2013