



leder

Amternes Videncenter for Jordforurening

Dampfærgevej 22, Postboks 2593
2100 København Ø, Fax: 3529 8300
Hjemmeside: www.avjinfo.dk

Lars Kaalund Tlf: 3529 8157
E-mail: lak@arf.dk

Astrid Zeuthen Jeppesen Tlf: 3529 8158
E-mail: azj@arf.dk

Arne Rokkjær Tlf: 3529 8159
E-mail: rok@arf.dk

Kit Jespersen Tlf: 3529 8185
E-mail: kij@arf.dk

Redaktion:

Ansvarshavende redaktør: Lars Kaalund
Layout: Trine Schjermer, Amtsrådsforeningen
Tryk: Amtsrådsforeningen

- 2 MTBE-projekter under Miljøstyrelsens Teknologiprogram
- 4 Indtryk fra konference i USA
- 8 MTBE-forurening i Ringsted
- 9 MTBE-fund i Fyns Amt
- 11 MTBE skal udfases
- 12 Indtryk fra konference i USA
- 16 Artikelovervågning

Der var engang et stof, der hed MTBE, og det havde den egenskab, at det ikke ville forsvinde!

Er det indledningen på et eventyr, eller et mareridt? Ja, i udgangspunktet er MTBE nærmest at sammenligne med et eventyrstof - det er billigt, det erstatter farlige stoffer som bly og aromater i benzin - og det er næsten ikke giftigt. Hvis blot det ikke var så pokkers vandopløseligt, smagte så rædselsfuldt og var så svært at nedbryde, ville alt være godt.

I dette nummer af AVJinfo har vi samlet en række artikler om MTBE. Det er samlet set et dystert billede, der tegnes. På den positive side er Miljøstyrelsens og Oliebranchens tiltag i forhold til begrænsning af MTBE i fremtidens benzin, samtidig med en række tiltag omkring nye krav til tankstationer. På den negative side er den statistik, som fremlægges fra Fyns Amt og den beskrivelse, der er af MTBE-forureningen i Ringsted. Der er desværre heller ikke ret meget trøst at hente i den artikel, som samler indtrykkene fra en konference i USA.

Kort fortalt er erfaringerne, at MTBE spredes i grundvandet, det er vanskeligt at fjerne fra grundvandsmagasinet og det er vanskeligt at rense ud af vandet igen. Det er der ikke noget nyt i, det vidste vi allerede for 4 år siden - men det er sjældent, at vi møder et problem, som trods intensiv forskning ikke lader sig løse, eller i det mindste giver signaler om, i hvilken retning en løsning skal findes. ●

MTBE-projekter under Miljøstyrelsens Teknologiprogram

Dette indlæg har til formål at give en kort oversigt over igangværende og planlagte MTBE-projekter

Af Kim Dahlstrøm, Miljøstyrelsens Jordforureningskontor og Tina Otterstrøm, Miljøstyrelsens Spildevands- og Vandforsyningskontor

Sidste nyt

Inden de igangværende projekter omtales, er det aktuelt at nævne opdateringen af Miljøprojekt nr. 483 1999 "Afværgeteknikker for MTBE-forurenede grundvand". Resultatet af opdateringen blev præsenteret på ATV-vintermødet den 6. og 7. marts 2001. Opdateringen er sket i form af artiklerne "Effektivitet af on-site teknikker til rensning af MTBE-forurenede grundvand" og "Afværgeteknikker for MTBE-forurenede grundvand", udført under Teknologiuudviklingsprogrammet af Erik Arvin og Kim Broholm. Det er tanken, at artiklerne skal lægges ud på Miljøstyrelsens hjemmeside inden for en overskuelig fremtid.

Igangværende projekter

Der har været en løbende debat om de konstaterede MTBE-forureninger i grundvandet, og dette har bragt diskussionen ind på størrelsen af grundvandskvalitetskriteriet for MTBE, og om hvorvidt det er muligt at foretage en oprydning af eller afværgeforanstaltninger mod en MTBE-forurening.

Størrelsen af grundvandskvalitetskriteriet er endnu ikke fastsat, men vil formentlig ligge i intervallet 2 til 10 µg/l, og den endelige værdi fastlægges ved færdiggørelsen af den kommende bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Med hensyn til muligheden for at gennemføre afværgeforanstaltninger er det

værd at bemærke, at dette betragtes som en rutinesag i USA, jf. indlægget "Groundwater Remediation, MTBE" fra Vintermødet, og at det ligeledes fremgår af førnævnte opdatering af Miljøprojekt nr. 483, at forurenede grundvand kan renses ned til µg/l-niveauet.

Flere af de igangværende projekter har en berøringsflade til ovennævnte problemstillinger.

Projektet "On-site rensning af MTBE-forurenede grundvand i sorptionsfiltre" består i at afprøve de enkelte sorptionsfiltres effektivitet m.h.t. MTBE-fjernelse. Effekten vil blive sammenlignet med fjernelse ved aktiv kulfiltrering, og der vil blive foretaget en økonomisk sammenligning af udgifterne ved anvendelsen af de forskellige rensningstyper. Ud fra producentoplysningerne er der tale om lovende materialer, som har op til flere 100 gange højere specifik fjernelseskapacitet (g forurening/g filtermateriale) end aktivt kul. Materialerne, som testes, består af polymerer (syntetisk plastmateriale), af en blanding af polymerer, aktivt kul og naturfibre.

De enkelte materials kapacitet vil i øvrigt variere alt efter den naturlige vandkvalitet og dermed mulig udfældning af f.eks. jern samt tilstedeværelsen af andre forureningskomponenter.

Projektet forventes afsluttet i 4. kvartal af 2001. Sideløbende hermed kører der to projekter om biologisk

nedbrydning af MTBE. Det helt overordnede formål er på længere sigt udviklingen af en on-site biologisk rensningsteknik til MTBE-forurenede grundvand. De konkrete projekttitler er: "Rensning af MTBE-forurenede grundvand i bioreaktor med MTBE som primært substrat" og "MTBE-nedbrydning i grundvand af alkanoxiderende mikroorganismer". Projekterne skal først og fremmest belyse, hvor effektiv MTBE-fjernelse der kan opnås, og hvilke opholdstider dette kræver i reaktoren. Andre forhold, som er kritiske i forhold til anvendelse af metoderne som standardmetoder, er biomassens tilvækst, om det er nødvendigt at tilbageholde mikroorganismerne ved membranfiltrering, og om tilførslen af væksts substrat kan ske uden problemer. I forhold til anvendelsen af metoderne i felten vil effektiviteten bl.a. afhænge af den naturlige grundvandskvalitet, og om der er andre forureningskomponenter.

Projektet "Rensning af MTBE-forurenede grundvand i bioreaktor med MTBE som primært substrat" forventes afsluttet medio 2002, mens projektet "MTBE-nedbrydning i grundvand af alkanoxiderende mikroorganismer" forventes afsluttet ultimo 2001.

Det sidste igangværende projekt er et samarbejdsprojekt med GEUS med titlen "Udvikling af ny immunkemisk analyse for MTBE - fase 1". Håbet er udvikling af en billig analysemetode sammenlignet med de nuværende

laboratorieanalyser, som kan påvise MTBE i koncentrationsområdet omkring grundvandskvalitetskriteriet. Projektet afsluttes ultimo 2001.

Kommende projekter

Alle de igangværende projekter er domineret af laboratoriearbejde, men Miljøstyrelsen har flere feltprojekter i støbeskeen. Der er identificeret samarbejdspartnere, og igangsættelsen af projekterne er snarligt forestående. Projekterne har til formål bl.a. at belyse forureningsspredning af MTBE og nedbrydningsforhold i grundvandet samt forureningsomfanget med MTBE.

Miljøstyrelsen forventer sig meget af de igangværende og kommende projekter og har håb om, at de vil bidrage med viden om bedre håndtering af MTBE-forurening.

Hvis der er interesse for yderligere information om Teknologiudviklingsprogrammets projekter, kan der læses videre på <http://www.mst.dk/forside/>.



Petroleum Hydrocarbons and Organic Chemicals in Ground Water

”Prevention, Detection, and Remediation Conference and Exposition”

Special Focus: Natural Attenuation and Gasoline Oxygenates

14.-17. november 2000, Anaheim, Los Angeles, Californien

Af Ernst Lassen, Oliebranchens Miljøpulje, Rikke Houlberg Rand, Klaus Weber og Anders G. Christensen, Niras A/S samt Jesper Bruhn Nielsen og Jens Peter Sørensen, Hedeselskabet, Miljø & Energi A/S

Konferencen, som forløb over fire dage, blev afholdt på det kolossale hotel Hilton i Anaheim. Udover det egentlige conferenceprogram var der flere Workshop-sessioner og en udstilling med posters og udstyr. Anaheim, der er en forstad til Los Angeles, er mest kendt for Walt Disney Land, som på det nærmeste er nabo til hotel Hilton. Området som sådan er ikke noget at skrive hjem om.

Der var to gennemgående temaer på konferencen, nemlig MTBE henholdsvis ethanol som tilsætningsstof (Oxygenates) i benzin. Ved tilsætning af ethanol til benzin taler amerikanerne om ”Gasohol”.

Den store udbredelse af MTBE i USA kan tilskrives ”Federal Clean Air Act”. At luftkvaliteten er blevet væsentligt forbedret ved tilsætning af MTBE til benzin er der ingen tvivl om. I en by som Los Angeles, der på det nærmeste syntes at bestå af otte-sporede motorveje med kødannelse, har MTBE betydet, at den evindelige smog er lettet, og at man faktisk kan trække vejret.

På den anden side er der ingen tvivl om, at MTBE betragtes som en alvorlig trussel mod grundvandet i Californien. De berømte fund i Santa Monicas vandforsyning har betydet meget for opmærksomheden omkring MTBE. Der er ingen føderale grænseværdier for MTBE. De enkelte stater har derfor selv fastsat grænseværdier, hvor Californien formentligt har de laveste med 13 µg/l. I Californien har man som bekendt besluttet, at ophøre med anvendelsen af MTBE med udgangen af 2002. Ti andre amerikanske stater har taget en tilsvarende beslutning.

Konferencen startede med en række ”Keynote Speakers”:

Cliff Rothenstein, som er nyudnævnt direktør for EPA’s afdeling for underjordiske tanke var den første i rækken. Med udgangspunkt i, at ca. 50 % af den amerikanske vandforsyning baserer sig på grundvand, fortalte han, at MTBE-problemet har høj prioritet. Der er skønsmæssigt 250.000 detailsalgssteder i USA med typisk 3 stk. (10.000 gallon) tanke.

Forebyggelse af spild har høj prioritet, og i samarbejde med olieselskaberne arbejder man på at sikre detailsalgsanlæggene bedre mod utilsigtede spild af benzin. Der arbejdes på flere fronter, både med en evaluering af det gældende lovkompleks, men også med frivillige aftaler.

På nationalt niveau er budgettet på i størrelsesordenen 73 mio US\$. Hertil kommer naturligvis, hvad de enkelte stater investerer i arbejdet med de underjordiske tanke fra detailsalgssteder.

Jeffrey A. Kuhn fra Department of Environmental Quality i Montana står i spidsen for et nationalt samarbejde staterne imellem omkring detailsalgssteder - med fokus på MTBE-problemer.

Jeff Kuhn havde en mere praktisk indfaldsvinkel til problematikken. Via sit arbejde havde han set mange sager med MTBE-forureninger, og han agiterede for bedre undersøgelser af olieforureningerne, såfremt disse indeholdt MTBE. Vi skal ligeledes være helt på det rene med, at vores traditionelle oprensningsteknikker overfor

	Benzen (1 % i benzin)	MTBE (5 % i benzin)	Benzen/MTBE (i benzin)
Damptryk (mmHg) (Flygtighed/fordampning fra fri fase)	95 (0,95)	245 (12)	1 : 2,5 (1 : 13)
Vandopløselighed (mg/l)	1.780 (18)	50.00 (2.500)	1 : 28 (1 : 140)
Henry's lov konstant (afdampning fra grundvand)	0,22	0,018	12 : 1
K _{oc} (adsorbtiøsevne på jord)	83	11	7,5 : 1
Nedbrydningsrate (halveringstider)	0,1 - 1 % pr. dag (2 mdr. - 2 år)	?? (10 -100 gange mindre end benzen)	-

Modificeret efter Ravi Arulanantham, 1999

Figur 1 Forskelle i fysisk-kemiske parametre mellem benzen og MTBE som bestanddele i benzin.

kulbrinte-forureninger ikke nødvendigvis er tilstrækkelige overfor MTBE-forureninger.

Jeff Kuhn slog til lyd for bedre lækagekontrollsystem og ikke mindst vedligeholdelse af samme. Faktisk har det vist sig med de nuværende systemer, at kun 5 % af forureningerne i Californien er blevet opdaget med lækagekontrollsystemerne. Der er eksempler fra USA, hvor arbejdsdagen på tankstationen startede med, at man slog lækagealarmen fra – ”Da den ellers larmede hele dagen”.

En anden foredragsholder Christine Tulloch fra Santa Clara Valley Water District, San Jose i Californien konkluderede med baggrund i gennemgang af 150 sager med utætte tanke, at selv de nyeste opgraderede lækagekontrollsystemer ikke gav sikkerhed for, at lækager blev opdaget. Der var således en stor frygt for, at et stigende antal fund af MTBE ville blive en realitet, også hvor de nyeste tanksystemer var installeret.

Den sidste Keynote speaker var Kevin Graves fra ”California Water Re-

sources Control Board”. Han fortalte, at man i 1% af samtlige prøver fra vandforsyningerne i Californien havde fundet MTBE over detektionsgrænsen.

Den Californiske stat har p.g.a. MTBE-forureninger (primært fra private indvindingsboringer) måttet finansiere nye vandforsyningssystemer 46 steder. Det er lykket at identificere 14 MTBE-kilder, der har forurenet disse vandforsyninger.

Man har hidtil anvendt i størrelsesordenen 900 mio. US\$ i Californien på forureninger fra detailsalgssteder (ikke kun MTBE-forureninger).

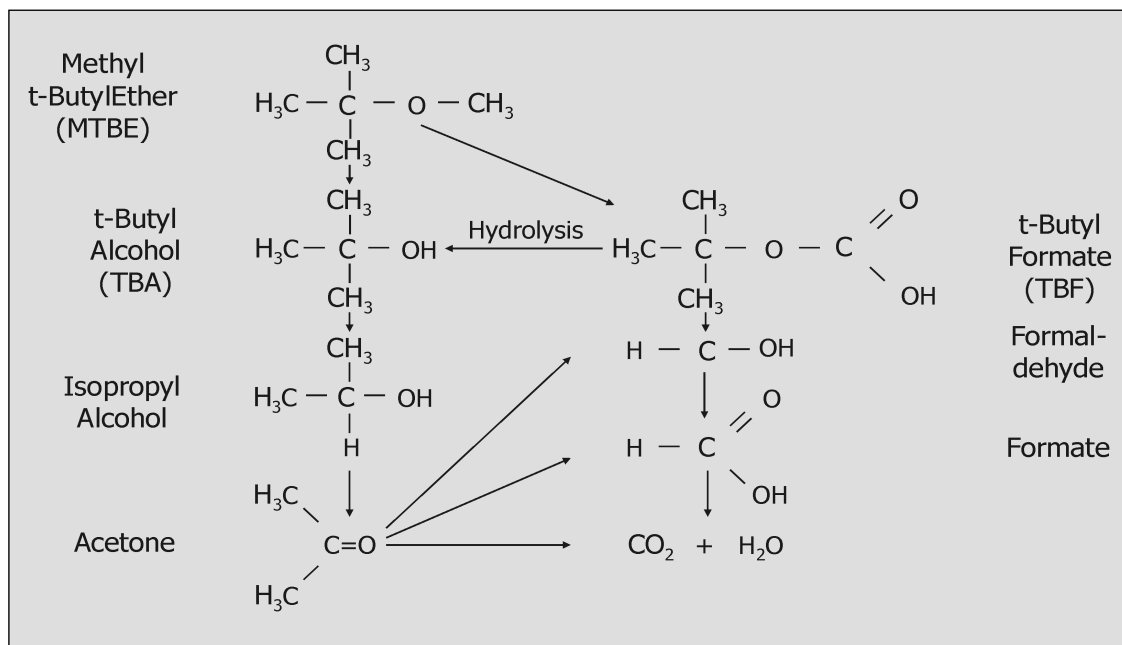
Der var flere sessioner med Workshops på konferencen. Workshoppen med titlen ”A Comprehensive Overview of the Investigation and Management of Oxygenate Release Sites” gav et overblik og grundlag for de efterfølgende sessioner. Workshoppen tog udgangspunkt i en nærmere beskrivelse af MTBE’s fysisk-kemiske egenskaber og forskellige aspekter omkring risikovurdering og nedbrydning af MTBE blev belyst.

MTBE’s fysisk-kemiske egenskaber

De fysisk-kemiske egenskaber ved MTBE er som bekendt væsentligt forskellige fra de øvrige komponenter, der indgår i benzinen. I figur 1 er vist eksempler på forholdet mellem benzen og MTBE - som enkeltstoffer og som bestanddele i benzin.

MTBE er væsentligt mere vandopløseligt end de andre op imod 1500 stoffer i benzin, herunder benzen, så det første stof man skulle forvente at se i en for en benzinstation nedstrøms beliggende boring, er netop MTBE.

Der er dog, jf. studier af Tom Pargin fra Chevron Research, tilsyneladende nogle begrænsninger i reaktionskinetikken, som gør, at stofferne ikke udvaskes relativt i forhold til deres opløselighed. Dette kan således også være en af grundene til, at det kun sjældent er set, at MTBE-fanen er blevet afkoblet fra den generelle forureningsfane. Der er således ikke indikation på, at der i praksis vil foregå en hurtigere udvaskning af MTBE end BTEX fra kildeområder. ▶



Kilde: California MTBE Research Partnership

Figur 2 Mulige nedbrydningsveje for MTBE.

◀ Nedbrydning af MTBE i grundvandet

MTBE er sværere nedbrydeligt end de traditionelle stoffer, vi arbejder med i forbindelse med benzinforureninger. Der er dog efterhånden en del eksempler på, at MTBE faktisk nedbrydes i grundvandet. Der er også almindelig enighed om, at nedbrydningen foregår aerobt, men at der også er eksempler på nedbrydning under anaerobe forhold. Der er dog ikke helt klarhed over nedbrydningsforløbet. Flere bud blev præsenteret.

Mulige nedbrydningsveje for MTBE er vist i figur 2.

Nedbrydningen kan foregå med MTBE og TBA som eneste kulstofkilde eller cometabolisk med andre kulstofkilder. TBA kan betragtes som en intermediær i MTBE's nedbrydningsforløb.

Doug Mackay fra Waterloo fortalte om sit forsøgsfelt på Vandenburg Air Force Base. Feltet ligger placeret midt i en MTBE-fane. Man har lavet en udgravning og fyldt denne med ærtesten (Læs: Der er styr på hydrogeologien). Opstrøms i feltet tilsættes ilt. Man har påvist nedbrydning af MTBE, dog ikke som en funktion af iltkoncentra-

tionen, da man har eftervist nedbrydning, også når iltkoncentrationen er lav.

Det vides med stor sikkerhed, at det eneste substrat for mikroorganismene er MTBE, altså foregår nedbrydningen her ikke cometabolisk. I øvrigt kunne Macay berette, at man havde observeret hurtig initiering af nedbrydningen, når ilttilførslen havde været afbrudt. Med andre ord kræver den naturlige nedbrydning af MTBE, at der er "tilvænnede" mikroorganismer tilstede.

Anaerob nedbrydning af MTBE

BP/Amoco Corporation og EPA havde i samarbejde lavet et studie på 74 BP-detailsalgssteder. Her har man med methan som tracer studeret nedbrydningen af MTBE og TBA under anaerobe forhold. Man har i nogle af sagerne med denne metode eftervist en nedbrydning af både MTBE og TBA i samme størrelsesorden som benzen.

Der mangler altså stadig meget i eftervisningen af et evt. anaerobt nedbrydningsforløb. Styrken i undersøgelsen er selvfølgelig (typisk amerikansk) den store mængde af lo-

kaliteter. Det er spændende, om der kommer mere ud af de fortsatte undersøgelser.

TBA

Der er en del fokus på intermediæren TBA i USA. Stoffet er i lighed med MTBE svært nedbrydeligt, og forekommer tilsyneladende i ganske store mængder i "MTBE-fanerne".

TBA er udover et forventet nedbrydningsprodukt fra MTBE også en teknisk urenhed fra MTBE-produktionen, ligesom der var en del diskussion på konferencen af hvorvidt TBA har været tilsat enkelte benzinkvaliteter som iltningmiddel. Under alle omstændigheder er TBA ikke egnet som markør for MTBE-nedbrydningen.

Afværgeteknologier

Naturlig nedbrydning i grundvandszonen af MTBE er blevet anvendt som afværgeteknik i flere sager, og det er i lighed med BTEX lykkedes at eftervise stabile MTBE-faner.

Anvendelse af naturlig nedbrydning som afværgeteknik blev diskuteret løbende under hele konferencen, hvor der var indlæg fra myndigheds-

personer fra EPA og USGS samt myndighedspersoner fra de enkelte stater.

Der var tydeligvis konsensus om, både blandt foredragsholdere og tilhørere, at overvåget naturlig nedbrydning også er relevant for MTBE-forureninger under givne forudsætninger, som opstillet nedenfor i ikke prioriteret rækkefølge:

- Der skal foretages individuelle vurderinger fra sag til sag. En tommelfingerregel om mindst 500 m til nærmeste truede vandindvinding.
- Koncentrationsniveauer skal være under ca. 500 ppb før man skal gøre sig forhåbninger om en nedbrydning (tommelfingerregel).
- Der skal være en fuld hydrogeologisk beskrivelse af den relevante aquifer.
- Der skal foreligge grundige geokemiske vurderinger af aquiferen (redoxforhold).
- Der skal være ilt tilstede.
- Der skal være styr på kilden (Læs: Den skal være bragt til ophør og jordforurening/residual fri fase fjernet).
- Forureningsfaner skal være stabile eller aftagende. Dette skal som minimum dokumenteres med tids-seriedata for koncentrations-udvikling (1. line of evidence), og gerne også med indikator-parametre for naturlig nedbrydning (2. line of evidence/geokemisk fodaftryk).
- Man skal være indstillet på ”langtidsmoniteringer”, og der skal foreligge beredskabsplaner med triggerverdier, såfremt der sker noget uventet.
- Overvåget naturlig nedbrydning er en mulig metode, der bør overvejes på linie med andre metoder - og ofte som en komponent i en samlet afværgestrategi.
- Planlægning af arealanvendelse samt information til offentligheden.

Forskellige in-situ teknikker har med vekslende succes været anvendt til oprensning af MTBE-forureninger.

Air sparging har ikke været særligt effektivt i de situationer, hvor det er blevet anvendt. Man antager, at det dels skyldes grundvandstemperaturen (der skal formentligt anvendes opvarmet luft), men også tendensen til karnaldannelse er en medvirkende årsag hertil.

Der er lavet enkelte forsøg med tilsætning af H_2O_2 i mængder, som kombineret med jordens naturlige jernindhold kunne føre til dannelse af Fentons reaktion. Det har ikke indtil videre været særligt succesfuldt, formentligt pga. for få injektionspunkter. Man tilkendegav dog en stor interesse for at fortsætte med anvendelsen af dels H_2O_2 , men også andre iltningmidler.

MTBE renseteknologier

Lisa S. Dernbach fra California Regional Water Quality Control Board fortalte om 12 afværgeforanstaltninger over for MTBE-forureninger omkring Tahoe-søen og drikkevandsmagasinerne her. Der var i mange tilfælde tale om ”pump and treat systemer”, hvor man brugte aktivt kul og stripningsmetoder efterfulgt af aktivt kul til at oprense det oppumpede grundvand med. Tommelfingerreglen var, at det var mest økonomisk at anvende aktivt kul, når MTBE-koncentrationerne i det oppumpede vand var under 1.000 $\mu g/l$ og stripningsmetoder efterfulgt af aktivt kul, når MTBE-koncentrationerne var større.

Stripningsmetoderne var mest effektive, når det oppumpede grundvand først var opvarmet til 25-27 °C.

Ethanol

Vi vil ikke komme nærmere ind på de indlæg, der var om ethanol som tilsætningsstof til benzin (”Gasohol”), men bare nævne, at der faktisk er lavet nogle feltforsøg, hvor man har prøvet at tilsætte både ethanol og methanol til en ”standard benzin”. I nogen amerikanske stater (landbrugsstater) har man brugt Gasohol gennem en årrække.

Ethanol har større opløselighed og lavere flygtighed end MTBE. Ethanol vil ligge forrest i en forureningsfane, og vil på grund af stoffets lette nedbrydelighed kunne sinke nedbrydningen af de øvrige oliekomponenter, hvorved forureningsfanen med BTEX kan blive længere.

Der blev gjort opmærksom på, at betonitpiller, som anvendes til boringsafpropning, kan være kilde til ethanolindhold i vandprøver.

University of Waterloo v/Jim Barker, som altid er på forkant, havde naturligvis allerede indledt et samarbejde med University of Sao Paulo i Brasilien. I Brasilien har Gasohol været anvendt siden 1978, og i dag kører 75% af bilparken på en type Gasohol, som almindeligvis indeholder 20-25% ethanol.

Der er faktisk mange spændende indlæg om Gasohol i kompendiematerialet. F.eks. havde David W. Rice fra Lawrence Livermore National Laboratory taget ”de første skridt” til en livscyklus-vurdering af oxygenanter i benzin (fokus er lagt på ethanol og isoalkaner). Der mangler stadig meget, men det er et godt initiativ.

Poster-session og udstilling

Sideløbende med konferencen var der en poster-session og en stor udstilling, hvor ca. 40 firmaer havde stande, heriblandt Regenesys, Clean Earth Technology, Microsorb Environmental Products, Shell Global Solutions, Pulsar, Applied Process Technology, Environmental Process Systems, Onion Enterprises, Vapor Extraction Technology m.fl. Meget tid blev brugt her til indsamling af reklamemateriale og viden om ”påstået” amerikansk kunnen inden for rensning af MTBE-forurenede grundvand. Der blev taget konkrete kontakter med flere udstillere, med henblik på indhentning af tilbud på løsning af konkrete MTBE-forureningsager i Danmark. ●

MTBE-forurening i Ringsted

Af Søren A.V. Nielsen, geolog, Vestsjællands Amt, Natur & Miljø

En større forureningssag har de seneste tre år kørt i Ringsted, og navnlig inden for det seneste halve år har der været meget røre i sagen. Forureningen består af ca. 10.000 l 98 oktan benzin, der stammer fra en Q8 servicestation. En defekt udlufter var årsag til, at der efter hver tankning fra standen blev ledt et par liter benzin ud i tankgraven og derfra videre ud langs kloaksystemet. Efter beboerklager over kraftig benzinlugt i foråret 1998 konstaterede kommunens folk fri fase benzin i kloaken i nærheden af tankstationen.

Forureningen hører til i sværvægtsklassen, og de 60 meter moræneler og 40 meter Kertemindemergel sikrer, at der ikke er trussel mod det primære grundvandsmagasin eller drikkevandsforsyningen i Ringsted Kommune. Q8 har etableret tre 50 m dybe borer tæt på forureningen og truffet ca. 2 m tykt sekundært grundvandsmagasin ca. 20 m u.t., som er truet af forurening. Boringerne er filtersat så grundvandskvaliteten kan monitoreres, og det er muligt at fange forureningen, hvis den bryder igennem vertikalt. Der er dog risiko for, at tilsætningsstoffet MTBE med sin høje opløselighed i vand og svage binding til jorden, vil kunne nå Benløse Vandværks indvindingsboringer ca. 1 km fra forureningen. Det kan ske, hvis MTBE når indvindingsboringerne og trænger ned langs borestammen til filtrene.

Da de første undersøgelsesrunder var udført stod det klart, at forureningen var ret omfattende, og at det kritiske stof ikke var selve benzinen, men tilsætningsstoffet MTBE. Dermed stod det også klart, at der ikke var nogen afværgeløsning, der lå lige for at anvende. I starten af 1999 blev der sat et sugespidsanlæg ned i tankgravene og i ledningstracheer. Formålet med at etablere sugespidsanlægget var for det første at fjerne fri produktfase og for det andet at mindske spredningen af forureningen nedad. Risikoberegninger viser, at forureningen ikke udgør en trussel mod den nuværende arealanvendelse i området.

I efteråret 2000 kom sagen i ugeavisen Ingeniøren, og det vakte medierens bevågenhed om MTBE. Årsagen til, at sagen lige med et blev hot var, at de risikoberegninger, der var udarbejdet et år tidligere så ud til ikke at være pålidelige, da der blev fundet stærkt stigende koncentrationer relativt dybt nede i moræneleren. Vandanalyser fra nye borer, etableret i samme område, viste imidlertid ikke samme niveau, så der er muligvis tale om kontaminering ved borearbejdet eller mindre mængder, der er transporteret via sprækker i moræneleren. I den periode besluttede myndighederne og Q8 at afholde fælles pressemøder for at give en samlet orientering om sagens fremdrift, mens det for tiden mest er den lokale presse, der løbende skri-

ver om sagen. Kommunen har afholdt borgermøde for at informere bekymrede borgere og på www.ringsted.dk er der en meget fyldig og opdateret orientering af sagen med flere af sagens akter.

Selvom sugespidsanlægget på det første halve år af driftsperioden samlede ca. 3.000 l benzin op, forhindrede det ikke forureningen i at sprede sig horisontalt i niveauet 2-8 meter under terræn. Forureningen har hurtigt bredt sig ud over et stort område, særligt hurtigt ud langs kloakfyld. Derefter er spredningen sket horisontalt i makroporer i moræneleren med en hastighed af ca. 25 m årligt.

Efterhånden som forureningens omfang blev erkendt større og større voksede antallet af mødedeltagere i Ringsted Kommunes mødelokale til knap en snes personer.

Sagens parter er:

- Q8, der erkender at være skyld i forureningen med benzin og erkender sin forpligtelse til at sørge for, at forureningen ikke udgør en trussel mod arealanvendelsen eller grundvandet. Q8 har hyret teknisk og juridisk bistand til løsning af opgaven.
- Kommunen, som er myndighed på sagen, jf. miljøbeskyttelsesloven, jordforureningsloven og olietankbekendtgørelsen, hvormed de har mulighed for at påbyde forurenere at undersøge forureningens omfang og genoprette til op-

rindelig tilstand (dog spiller proportionalitetsprincippet ind her, da der som altid vil være meget store afledte miljøeffekter ved at fjerne den yderste "tynde" del af forureningen). Kommunen er desuden ikke interesseret i, at grunden, der er udlagt som centerområde, skal give nogen problemer ved nybygning og dermed gøre byen mindre attraktiv for erhverv. Siden efteråret 2000 har kommunen hyret teknisk og juridisk konsulentbistand.

- Fire grundejerne er berørt af forureningen - en pensionskasse, der ejer den grund, som Q8 lejer sig

ind på, en bank, der ejer en ubebygget grund samt Ringsted Kommune og Vestsjællands Amt, der ejer vejareal. Ingen private grundejere er berørt af forureningen. Pensionskassen, der ejer grunden, hvor forureningen er sket, har hyret teknisk og juridisk konsulentbistand.

- Vestsjællands Amt, Natur & Miljøder, jf. jordforureningsloven, skal kortlægge forurenede jord. Amtet blev tidligt i forløbet inddraget for at yde kommunen teknisk bistand, vurdere undersøgelsesresultaterne og for at vurdere behov og muligheder for afværgelse af forureningen.

Amtet har kortlagt det forurenede område på vidensniveau 2, jf. jordforureningsloven. Der er en tendens til, at dybden ned til forureningen bliver større, jo længere man kommer væk fra hotspot. Miljøstyrelsens JAGG-model er anvendt til at beregne, om forureningen ville give et uacceptabelt bidrag til indeklimaet af benzen til en bolig med kælder 3 meter under terræn. Områder, der kunne give et uacceptabelt bidrag er blevet kortlagt.

En kommende artikel vil gennemgå de metoder, der har været på tale og den afværgemetode, som snart ventes valgt. ●

MTBE

MTBE-fund i Fyns Amt

Af Steen Kofoed Munch, Fyns Amt

I den seneste tid har der været en til tider heftig offentlig debat omkring MTBE's anvendelse og påvirkning af miljøet, og samtidig var vi i Fyns Amt begyndt at få et stigende antal større forureningssager med MTBE, som ikke umiddelbart kunne afsluttes.

På den baggrund satte vi os for at samle op på de undersøgelser i amtet, hvor der er analyseret for MTBE for at finde ud af, hvor ofte man stødte på stoffet og i hvilke koncentrationer.

Forureningsundersøgelser på servicestationer

Resultaterne, som ligger til grund for denne opsamling, stammer fra forskellige forureningsundersøgelser på tidligere og nuværende servicestationer. Undersøgelserne er udført af Oliebranchens Miljøpulje, Fyns Amt

og frivillige aktører. OM har i deres undersøgelser fra 1997 og frem analyseret for MTBE i grundvand på de lokaliteter, hvor aktivitetsperioden indikerede, at der kunne være forurening med stoffet. I Fyns Amts egne forureningsundersøgelser er der som standard siden 1998 analyseret for MTBE i grundvand på lokaliteter, hvor der er foregået salg eller oplag af benzin efter 1985.

Fund af MTBE på servicestationer

Siden 1997 er der analyseret for MTBE i grundvandet under i alt 72 servicestationer i Fyns Amt. Figur 1 viser fordelingen af de målte MTBE-koncentrationer i forhold til grænseværdien for drikkevand på 30 µg/l og en typisk detektionsgrænse på 0,1 µg/l.

Det fremgår af figur 1, at der er konstateret MTBE i grundvandet under 86 % af de 72 undersøgte servicestationer, og at grænseværdien for MTBE i drikkevand overskrides i 53 % af undersøgelserne (38 servicestationer).

I 15 tilfælde er der konstateret MTBE-koncentrationer på over 1 mg/l.

Størstedelen af MTBE-fundene er konstateret i terrænnære magasiner 1-8 m.u.t., men i 11 tilfælde er der konstateret MTBE i dybereliggende magasiner 8-24 m.u.t. I 7 tilfælde er der konstateret MTBE over grænseværdien i de dybereliggende primære magasiner. Det bemærkes, at der i hovedparten af undersøgelserne ikke er undersøgt for MTBE i de primære magasiner. ▶

◀ Ud af 62 MTBE-fund er 33 sket i et vandførende lag, som har et overliggende mere beskyttende morænelerlag.

Fund af MTBE på vandværker

På det tidspunkt denne opsamling blev lavet havde Fyns Amt kendskab til undersøgelser for MTBE i grundvand eller drikkevand på 20 af de 266 vandværker i amtet.

På 7 af de 20 vandværker er der konstateret MTBE i grundvandet i koncentrationer mellem 0,1 µg/l og 56 µg/l. Grænseværdien for MTBE i drikkevand overskrides i 2 borer.

Derudover er der konstateret MTBE i drikkevandet på 2 af de

8 vandværker, der har undersøgt drikkevandet for stoffet. Koncentrationerne er mellem 0,6 og 9,4 µg/l.

Sammenfatning

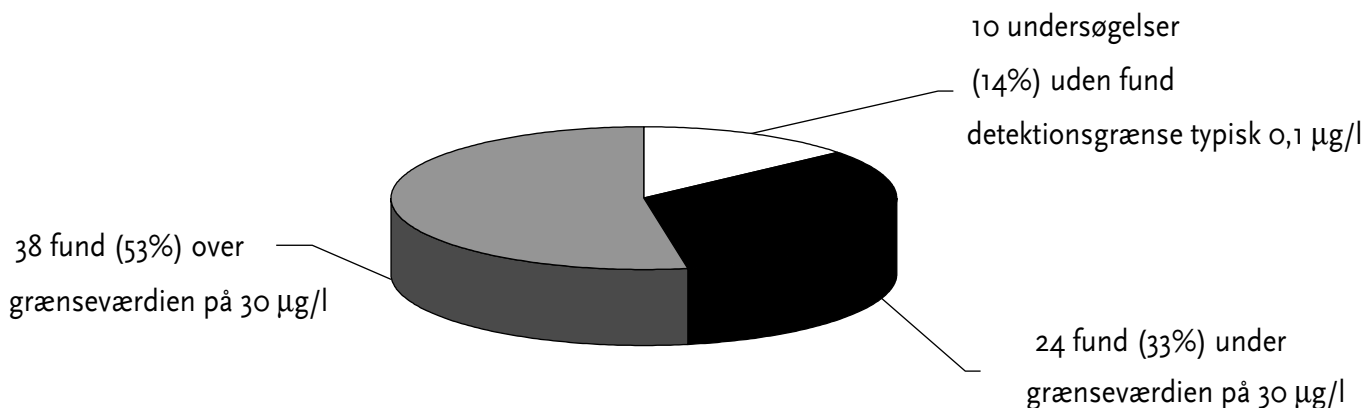
Det fremgår af de hidtidige undersøgelser, at hvis der har været håndteret benzin med MTBE, er der stor risiko for, at der er sket en forurening med stoffet. Der er undersøgt for MTBE på 72 lokaliteter, men amtet har udfra industrikortlægningen kendskab til yderligere ca. 225 servicestationer, der har været i drift efter 1985. På den baggrund må det forventes, at der er et større antal forureninger med MTBE, der endnu ikke er opdaget.

Desuden viser opsamlingen, at en kommende sænkning af grænseværdien for MTBE-indholdet i drikkevand til mellem 2 og 10 µg/l vil få alvorlige konsekvenser for nogle af de berørte vandværker.

På baggrund af opsamlingen opfordrede amtet de fynske kommuner til at sikre, at MTBE blev medtaget i vandværkernes boringskontrol. Efterfølgende har Miljøstyrelsen ligeledes stillet krav til analyser for MTBE. På den baggrund skal det i den nærmeste fremtid blive spændende at se, hvor stort problemet med MTBE er på vandværkerne. ●

Figur 1 Koncentrationsniveauer for MTBE i grundvandet på 72 servicestationer i Fyns Amt med driftsperiode efter 1985. Fundene er opdelt i forhold til grænseværdien for drikkevand og detektionsgrænsen.

Koncentrationsniveauer for MTBE-fund ved undersøgelser på 72 servicestationer i Fyns Amt med driftsperiode efter 1985



MTBE skal udfases

Af Steen Gade, direktør for Miljøstyrelsen
Sakset fra MST www.mst.dk 4/12/00

Et nyt initiativ fra olieindustrien skal bane vej for, at MTBE bliver udfaset fra den benzin, der sælges i Danmark. Samtidig skal der arbejdes for at skabe fælles europæiske regler for udfasning af MTBE i hele EU.

Fra 1. maj næste år er det kun muligt at købe den MTBE-holdige 98 oktan benzin på mindre end 200 benzinstationer i Danmark mod over 2000 i dag. Samtidig starter en udfasning af MTBE i 92 og 95 oktan benzin, så disse benzintyper efter 1. oktober 2001 er praktisk talt fri for MTBE.

Det er hovedelementerne i en udfasningsplan for MTBE, som oliebranchen i Danmark offentliggjorde den 3. november 2000.

Miljøstyrelsen har været i dialog med branchen og fulgt arbejdet med planen tæt. Vi ser den som et vidtgående og nødvendigt initiativ for at forebygge forurening af grundvandet med MTBE. Derfor er vi glade for oliebranchens plan, der kan nedsætte MTBE-forbruget betragteligt allerede fra næste år. Færre benzinstationer med MTBE-benzinstandere, der samtidig får en ekstra høj teknisk standard, vil nedsætte antallet af forureningskilder markant. Samtidig tilgodeser man i en overgangsperiode de få procent bilister med ældre biler, der kun kan tanke 98 oktan.

MTBE udgør en trussel mod vores grundvand, ikke på grund af giftige egenskaber, men fordi stoffet selv i små koncentrationer kan gøre vores grundvand udrikkeligt på grund af lugt og smag. Jeg er derfor glad for, at også oliebranchen tager dette problem alvorligt og nu for alvor gør noget konkret ved sagen.

Vi tager oliebranchens ønske om at være en ansvarlig medspiller i kampen for et bedre miljø seriøst, og regeringen har derfor valgt at stille arbejdet med et forslag om afgift på MTBE i bero. Hvis udfasningsplanen mod forventning løber ud i sandet, vil afgiftsforslaget naturligvis komme op igen.

Oliebranchen har med udfasningsplanen påtaget sig et meget stort miljømæssigt ansvar og meldt det ud til offentligheden. Miljøstyrelsen tager branchen på ordet, og jeg tror derfor på, at planen bliver fulgt op og taget alvorligt.

I Miljøstyrelsen fortsætter vi arbejdet med at beskytte grundvandet mod MTBE-rester på en lang række fronter. Et udkast til bekendtgørelse om skærpede miljøkrav til benzinstationernes tankanlæg er netop sendt i høring og skal sikre, at tankanlæggene inden udgangen af år 2004 bliver langt sikrere, så risikoen for benzinudslip minimeres. Desuden vil vi efter udfasningen af MTBE i 92 og 95 oktan benzin tage stikprøver af MTBE-indholdet i disse benzin-typer for at sikre, at udfasningen faktisk bliver overholdt.

Samtidig er det vigtigt at understrege, at Danmark satser på en fælles udfasning af MTBE på europæisk plan. Branchens udfasningsplan løber indtil videre kun til 2005. Skærpede EU-krav til benzins indhold af aromater kan på det tidspunkt betyde, at 95 oktan benzinen igen må tilsættes MTBE for at holde oktantallet oppe.

Det er ikke en holdbar miljøløsning set med "grundvandsbrillerne" på, og derfor presser Danmark på for at finde en mere langsigtet løsning på benzinspørgsmålet på EU-plan – en løsning, der både tilgodeser luftkvaliteten og grundvandet.

Udfasningsplanen er kulminationen på lang tids debat herhjemme om MTBE, hvor benzinselskaberne nu har lovet at levere varen. Danmark er gået foran, men målet er selvfølgelig at få de øvrige EU-lande med. På EU-niveau er debatten først for alvor ved at tage form, og her vil Danmark kunne få en meget afgørende rolle som den, der presser en fælles EU-løsning igennem. ●

Indtryk fra »2000 Petroleum Hydrocarbons and Organic Chemicals in Ground Water« -

“Prevention, Detection and Remediation Conference and Exposition”

Special Focus: Natural Attenuation and Gasoline Oxygenates
14.-17. november 2000, Anaheim, Los Angeles, Californien

Af Lotte Lindgaard Andersen, COWI A/S

Vi var 9 danskere, som var draget den lange vej over Atlanten, for at høre om olie- og benzinfurening i jord og grundvand med speciel fokus på MTBE. Konferencen var arrangeret af ”American Petroleum Institute” og ”National Ground Water Assosiation”. Der var ud over os kun 2 tyskere, som repræsenterede den europæiske verdensdel, ellers var konferencen præget af deltagere og foredragsholdere fra USA og enkelte Sydamerika, og som følge deraf handlede indlæg om erfaringer og forskning herfra. Det sidste indlæg på konferencen, som handlede om MTBE i Europa og Storbritannien blev desværre aflyst, men indlægget var dog i konferencematerialet, og bliver kort refereret her.

Workshop “Treatment Technologies for Removal of MTBE from Drinking Water”

Det var en meget intens workshop, hvor man efter hvert indlæg fik 2 min. til at besvare spørgsmål relateret til en case, for således at se om deltagerne havde forstået spørgsmålene. Spørgsmålene blev samlet ind bagefter, så det var bare om at følge med.

De faktorer, der er afgørende for valg af behandlingsmetode er grundvandskvaliteten, herunder indholdet af oxidanter, indholdet af organisk kulstof, flow, klorbehandling og opblanding. Temperatur kan også være en begrænsende faktor. Kvalitetskriteriet for MTBE i drikkevand varierer i USA fra 13 µg/l (5 µg/l som hhv. primær og sekundær

grænseværdi (Californien)) til 180 µg/l andre steder i USA. 4 metoder til fjernelse af MTBE fra drikkevand blev gennemgået:

- **Airstripping**, Rula Deeb, Malcolm Pirnie. En begrænsning ved stripping af MTBE er den lave Henrys konstant. Hvis temperaturen hæves er det muligt at hæve luft:vand-forholdet og således strikke MTBE. Renseeffektiviteten bliver større med større overfladeareal. Et højt jernindhold i grundvandet kan medføre mindre effektivitet p.g.a. tilklokning i strippetårn. Seks case-studies blev gennemgået med indløbskoncentrationer 0,15-780 mg/l og udløbskoncentrationer 0,002-5 mg/l. Det er vanskeligt at strikke TBA - et nedbrydningsprodukt af MTBE. Metoden har store etableringsomkostninger, men lave løbende udgifter.

- **Avanceret oxidation**, Sun Liang, Metropolitan Water District, Californien:

Iltning med kraftige oxidationsmidler kan ske i forskellige kombinationer: Ozon/brintoverilte, kombination af UV-stråling/brintoverilte eller kombination ozon/UV-stråling. De 2 første metoder er lovende, og kan anvendes ved meget høje MTBE-koncentrationer. Det er en fordel, at der ikke er øvrige benzinkomponenter til stede, som bruger oxidationsmidlerne før oxidation af MTBE finder sted. Iltkoncentrationen i aquiferen er endvidere afgørende. Et højt indhold af bromid i grundvandet kan være toksisk. Ved at UV-bestråle det oppumpede grundvand »sprænges« MTBE-molekylet,



og derefter tilsættes brintoverilte, hvorved oxidationen lettes. Metoden er under udvikling med god effekt overfor høje MTBE-koncentrationer (ca. 80 % ved første gennemløb). Der er dog endnu ikke set koncentrationer under ca. 10 mg MTBE/l efter rensning.

- **Aktiv kul**, Jim Davidson, Alpine Environmental: Rensning i kulfilter (GAC), special filter til MTBE (high-grade coconut shell GAC). Renseeffekten forbedres med flere kulfiltre i serie, regelmæssig monitoring/kontrol, lav flowrate, høj kontaktid. Effekten forringes ved tilstedeværelse af andre forureningsstoffer, højt indhold af naturligt organisk stof, for lav indløbskoncentration af MTBE kan medføre desorption. Rensning med kulfiltre stiger i omkostninger, hvis der er indhold af BTEX. Kolonnetest anbefales for igangsætning af oprensningsprojekt i fuld scala. GAC er lidt dyrere end airstripping. Forbehandling med fjernelse af jern er en fordel for at undgå tilstopning i filter. Metoden er cost-effektiv ved lave koncentrationer af MTBE (<200 ppb) og kortere driftsperioder 2-5 år. Det forudsættes, at der er et lavt organisk indhold og ingen BTEX-forbindelser. Metoden kan anvendes som en efterpolering til airstripping

- **Syntetisk bakteriekultur**, Amporo Flores, Malcolm Pirnie: Systemet bygger på en opbygning af kolonner som »fluid bed« og bakteriekultur adsorberet på et flydende medie. Metoden er mindre sensitiv overfor tilstedeværelsen af andre stoffer end GAC. Lavere kontaktid end GAC. En temperaturstigning vil øge effektiviteten. Metoden er under

udvikling og feltstudier er begrænsede. Sammenlignes prisen med de kapitliserede omkostninger for disse 4 metoder med et udlederkrav på 0,5 ppb og et lavt flow er airstripping billigst. Herefter følger avanceret oxidation og GAC. Rensning med syntetisk bakteriekultur er dyrest. Ved et større flow kan rensning med den syntetiske bakteriekultur blive billigere end både avanceret oxidation og GAC og have samme omkostningsniveau som airstripping.

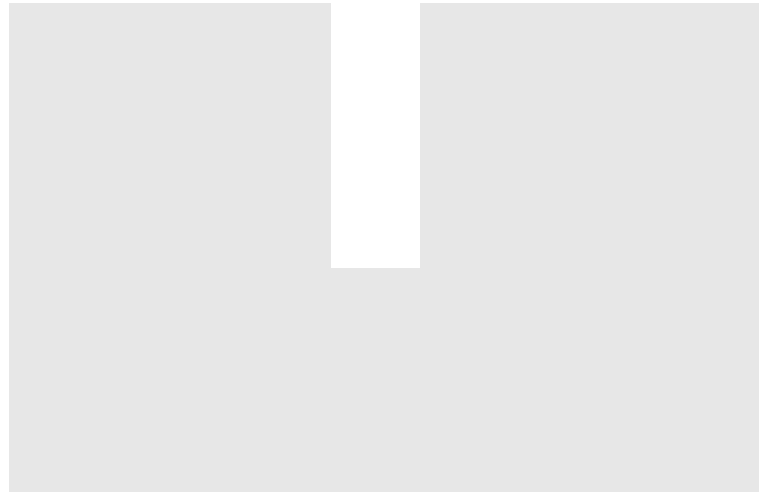
Nedbrydning af MTBE/TBA

Nedbrydningen af MTBE under aerobe forhold blev beskrevet som :

MTBE (methyl-tert butyl ether) → TBA (tert-butyl-alkohol) → Isopropyl alkohol → Acetone → Formadehyd → $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Som følge af nedbrydning af MTBE dannes et nedbrydningsprodukt TBA. TBA er mere vandopløselig og mindre nedbrydeligt end MTBE, og har en lavere Henrys konstant end MTBE. Endvidere var det fremme, at TBA er påvist kræftfremkaldende overfor dyr.

I Danmark har der ikke været specielt fokus på TBA og så vidt vi ved, er der heller ikke udviklet en analysemetode herfor. I USA er der en EPA- metode, der kan påvise TBA ned til 0,5-50 µg/l. Til sammenligning er kvalitetskriteriet 8-12 µg/l. Der er følgelig behov for en ny metode med lavere detektionsgrænse. ►



◀ Anaerob nedbrydning af MTBE/TBA har kun været registreret på enkelte lokaliteter.

TBA i grundvand kan forekomme på baggrund af en af følgende teser:

- TBA har været tilsat direkte til benzin som et additiv uafhængig af MTBE. Tilsættes ikke direkte i dag. Direkte tilsætning af TBA til benzin har kun fundet sted i en kortere periode, hvis om nogensinde .

- TBA er et nedbrydningsprodukt af MTBE, jf. ovenfor.
- TBA er en urenhed i MTBE. Normalt 10 % af MTBE.

TBA er svært at fjerne ved at anvende kulfiltre, idet TBA adsorberer dårligere end MTBE. Også stripping virker dårligere på TBA end på MTBE.

Der blev givet et eksempel på, at et biokulfilter (BioGac) giver 50-90 % fjernelse af TBA ved indløbskoncentration på 1 mg/l.

William H. Kramer, Handex Environmental Inc. havde 9 cases, hvor der var blevet målt for TBA/MTBE. TBA udgjorde her 83 % af MTBE-koncentrationen, hvilket han mente, betød, at TBA nødvendigvis måtte være tilsat benzinen direkte, idet indholdet var langt højere end forventet ud fra litteraturen.

En benzinproducent blandt tilhørerne havde følgende kommentar hertil: "TBA udgør normalt 1-2 % af MTBE. Der har været anvendt TBA i 20 % af MTBE-produktionen i USA. 25-35 % af MTBE anvendt i USA er importeret".

Ethanol som erstatningsstof for MTBE

John Molson, University of Waterloo: I USA har man brugt MTBE siden 1979, men MTBE er nu på vej ud, og vil være udfaset i Californien ved udgangen af 2002. Man vælger at substituere MTBE med ethanol. I Canada indeholder benzinen f.eks. 6-10 % ethanol.

Det er imidlertid ikke uden problemer at erstatte MTBE med ethanol. Ethanol har en høj bionedbrydelighed, og vil derfor nedbrydes før de øvrige benzinkomponenter. Ethanol forskyder og forsinker således nedbrydningen af

BTEX'erne. BTEX-fanen vil være længere tid om at nedbrydes, da de naturligt tilstedeværende oxidationsmidler først vil nedbryde ethanol.

In-situ nedbrydning af MTBE

Rula Deeb, Malcolm Pirnie:

Kultur af aktiv slam/frugt af Gingkotræ og jord heromkring kan anvendes til bionedbrydning af MTBE. Der er dog en lang tilvænningsstid ved nedbrydning af TBA.

Tilstedeværelse af BTEX i forureningsfanen inhiberer nedbrydning af MTBE.

Nedbrydning af MTBE med tilsætning af kulturer (PM1) er lovende. MTBE eller TBA bliver brugt som kulstofkilde eller nedbrydes cometamolistisk af kulturer, der vokser på forbindelser af alkaner eller aromatiske forbindelser. Halveringstid på 0,04-29 dage har været vist i laboratoriet.

MTBE i grundvand i UK og Europa

Dette indlæg ved Jane Dottridge og Paul Hardisty var ikke med på konferencen, men det er jo interessant at kunne sammenligne lille Danmark med resten af Europa, så derfor bringes et lille uddrag her. Det maksimalt tilladelige indhold af MTBE i benzin i Europa er 15 %. I Danmark er det gennemsnitlige indhold af MTBE kun 0,2 %. UK ligger på samme niveau med 0,6 %. Den højeste tilsætning ses i Finland med 8,5 %. Indholdet af MTBE i grundvand synes kun at være målt i UK, Tyskland og Danmark.

I UK er der målt på 800 lokaliteter (3000 prøver). Koncentrationer er målt fra 1-800.000 µg MTBE/l. Målingerne er i 78 % af tilfældene udført i borer, som ligger inden for en afstand af 250 meter fra en vigtig grundvandsindvinding.

I Tyskland er der analyseret 180 prøver. 15% af prøverne viste koncentrationer over 0,5 µg/l.

I Danmark er der målt koncentrationer mellem 1-550.000 µg/l. I 24 drikkevandsboringer er der målt koncentrationer under detektionsgrænsen eller under 0,15 µg/l, på



nær i 2 boringer, hvor der er målt 0,59 µg/l og en værdi over grænseværdien på 30 µg/l. Der er så vidt vides ikke iværksat egentlige afværgeforanstaltninger andre steder i Europa. De første afværgeanlæg for MTBE er p.t. under etablering/skitseprojektering i Danmark.

Udstilling

Der var en stor udstilling med mange stande. Mange amerikanske firmaer var repræsenteret. Bl.a. kan nævnes, at et firma ved navn Onion Enterprises leverede udstyr til en »MTBE eating machine«, kombineret airstripping med efterpolering i kulfilter. Et andet firma Pulsar viste udstyr til UV-bestråling af MTBE og efterfølgende tilsætning af hydrogenperoxid.

Mange firmaer anbefalede hydrogenperoxid som oxidationsmiddel i forskellige opløsninger. Det er blevet anvendt som oxidationsmiddel overfor MTBE de sidste 10-12 år i USA. Hydrogenperoxid bør dog anvendes med stor forsigtighed og i mindre opløsninger af hensyn til eksplosionsrisikoen. Endvidere kan hydrogenperoxid anvendes i opløsning med ferrosulfat (*Firma-Isotec*). Disse kombinationer er meget kraftige oxidationsmidler og kan anvendes ved høje startkoncentrationer i størrelsesordenen 100 mg MTBE/l. ORC (organic release compound) ved *Regenesis* anbefaler sig selv ved koncentrationer lavere end denne. ●

»Tankefulde tirsdage på DTU«

I forbindelse med udnævnelsen af de nye professorer afholder DTU en foredragsserie, der hedder "Tankefulde tirsdage på DTU" (www.dtu.dk/nyheder/tankefuld/index_d.htm).

Du inviteres hermed til et forhåbentligt inspirerende foredrag om vandforsyning. Efterfølgende er der lejlighed til en debat.

Foredraget finder sted den 3. april 2001, DTU, Bygn. 101, mødelokale 1, kl. 16.00-17.00. Titel og indhold er som følger:

Vandforsyning - vandkvalitet og processer fra boring til brug. Problemstillinger og forskningsbehov v/professor Erik Arvin.

På vandets lange vej fra boring til brug i boliger og virksomheder påvirkes vandkvaliteten af en lang række fysiske, kemiske og biologiske processer. I indlægget gennemgås væsentlige problemstillinger omkring vandkvaliteten hos forbrugerne i relation til mikroorganismer, organiske kemikalier og metaller. Vand, som i udgangspunktet er velegnet til vandforsyning, er ikke nødvendigvis af god kvalitet efter transport til forbrugerne. Der gives et bud på, hvilken teknisk videnskabelig forskning og udvikling, der er brug for til at løse problemerne. ●

Artikel-overvågning

Af freelance konsulent Trine Korsgaard

Ved hurtigt at skimme denne liste igennem får du et overblik over, hvilke artikler der for nyligt har været bragt i danske tidsskrifter inden for vores fagområde. Hermed er der skabt en hurtigt indgang til ny inspiration m.m. For overskuelighedens skyld er artiklerne ordnet i emner

1 Kortlægning og undersøgelser

Branchebeskrivelse for plastvirksomheder

Vægten i denne nye branchebeskrivelse om plastvirksomheder er lagt på forurening af ældre dato, men nyere forurening er også beskrevet. Der gives en generel indsigt i branchens produktions- og miljøforhold, med særlig henblik på at give et overblik over aktiviteter, der indebærer punktkildebelastning af jord og grundvand. Potentielle forurenende stoffer udpeges, og der er udarbejdet datablade for en lang række af disse stoffer. Der gives forslag til, hvorledes kortlægningsundersøgelser kan udføres frem til vidensniveau 2.

"Branchebeskrivelse for plastvirksomheder", Teknik og Administration nr. 4, 2000 fra Amternes Videncenter for Jordforurening. Publikationen kan hentes fra www.avjinfo.dk.

2 Stoftransport og omsætning

Naturlig nedbrydning af PAH'er i jord og grundvand

Kilder til kraftige PAH-forureninger er typisk tjære, mens kilder til diffus forurening er trafik og forbrændingsanlæg. Biotilgængeligheden er afgørende for nedbrydning af PAH'er i jord. PAH'er og deres nedbrydningsprodukter bindes typisk hårdt til sod og tjæreparkler samt til jordens naturlige organiske materiale. Da tjærefasen ændres ved ældning, nedsættes opløseligheden for de tungere PAH'er med tiden. Fuldskalaerfaringer med afværgeteknikker er hovedsageligt begrænset til landfarmning, milekompostering og bioventilering, som har begrænset effekt.

Søren Knudsen, Mette Broholm et al, Miljøprojekt nr. 582, "Naturlig nedbrydning af PAH'er i jord og grundvand" 2001 fra Miljøstyrelsen, ISBN 87-7944-367-2. Publikationen kan hentes fra www.mst.dk.

Radon i danske boliger - kortlægning af lands-, amts- og kommuneværdier

Umiddelbart har afdampning af radon fra undergrunden ikke meget med vores arbejde med jordforurening at gøre. Men der er stor viden at hente omkring principper for afdampning fra undergrunden, bygningskonstruktionens betydning for reduktionen af afdampning samt anvendelse af afværgetiltag. En viden, som direkte kan overføres til vores arbejde med f.eks. indeklima på tidligere renserigrunde. Gennem en meget omfattende undersøgelse af over 3000 huse er radonforholdene i Danmark nu kortlagt. Undersøgelsen viser, at jorden under husene er den vigtigste kilde til radon, og som en interessant konklusion med relation til vores arbejde, så viser undersøgelsen, at der ikke er anledning til at tro, at en væsentlig del af nyere danske huse opført i henhold til radonvejledningen, har en mere lufttæt konstruktion mod jorden end ældre huse. Endelig er det vist, at huse med kælder i gennemsnit har en mindre radonpåvirkning end huse uden kælder.

3 Risikovurdering

Roddybder i grøntsager

Der redegøres for effektive roddybder for almindelige danske grøntsager, med henblik på risikovurdering af optagelse af forureningskomponenter i jord. Nogle få arter har roddybder mindre end 0,5 meter, mange arter har roddybder på 1 m eller mere, og nogle arter har roddybder på over 2 m.

Kristian Thorup-Kristensen, Danmarks Jordbrugsforskning, Miljøprojekt nr. 588. "Roddybder i grøntsager" 2001 fra Miljøstyrelsen, ISBN 87-7944-193-9. Publikationen kan hentes fra www.mst.dk.

Children and the unborn child

Børn er udsat for en lang række syntetiske kemikalier, som produceres i store mængder, og som er kommet på markedet inden for de sidste 50 år. De syntetiske kemikalier bruges i vidt omfang i forbrugsvarer og spredes i miljøet. Børn og ufødte børn har undertiden vist sig at være yderst sårbare over for toksiske kemiske stoffer på grund af deres biologiske vækst og udvikling. Desuden kan den påvirkning, som børn udsættes for fra visse kemiske stoffer og miljøfremmede stoffer, være kraftigere end påvirkningen af voksne. Rapporten redegør for den aktuelle viden om den biologiske modtagelighed og påvirkning fra kemiske stoffer, som børn udsættes for i fosterstadiet og umiddelbart efter fødslen.

Elsa Nielsen, Inger Thorup, Anette Schipper, et al., Miljøprojekt nr. 589. "Children and the unborn child" 2001 fra Miljøstyrelsen, Fødevedirektoratet og Sundhedsstyrelsen, ISBN 87-7909-333-7. Publikationen kan hentes fra www.mst.dk.

Biotest til risikovurdering af forurennet jord

En kombination af biotest og kemiske analyser viser sig at give mere information til risikovurdering end kemiske analyser alene. Ved anvendelse af begge indfaldsvinkler opnås information, som kan anvendes til vurdering af muligheden for tilstedeværelsen af uidentificerede forureningskomponenter, effekter af stofblandinger samt forureningskomponenternes biotilgængelighed. Kombinationen af metoderne er afprøvet på en lokalitet forurennet med tjære og phenoler. Som toksicitetstest blev anvendt dels en algetest, dels en bakterietest (microtox). Ikke overraskende viser undersøgelserne, at langt fra hele toksiciteten kan forklares ud fra de fundne enkeltstoffer.

Susie S. Ebbesen, Katrine L. Nielsen, Anders Baun et al, Vand & Jord nr. 1, februar 2001, ISSN 0908-7761, side 32-35.

Claus E. Andersen, Kaare Ulbak, Anders Damkjær et al, "Radon i danske boliger", januar 2001, Sundhedsstyrelsen, Statens Institut for Strålehygiejne, ISBN 87-90951-70-0. Publikationen kan hentes fra www.sis.dk, her findes også henvisninger til anden litteratur om radon f.eks. "Radon-95. En undersøgelse af metoder til reduktion af radonkoncentrationer i danske enfamiliehuse" udgivet af Risø i 1997. Se også MiljøInfo nr. 4, februar 2001, ISSN 0106-1097 side 3.

4 Afværgeteknik og monitorering

ATV-vintermøde om jord- og grundvandsforurening

På det netop afholdte ATV-vintermøde blev der bl.a. præsenteret en lang række indlæg om afværgeteknikker. Der var indlæg om US-guidelines for naturlig nedbrydning, erfaringer med naturlig nedbrydning ved Vejen Losseplads og ved en benzinformering. Der blev præsenteret erfaringer fra Danmark med anvendelse af ventilering, dampinjektion og termisk assisteret vakuumventilation, ligesom erfaringer med elektrodialytisk rensning, frakturering og phytooprensning blev fremstillet. Desuden blev der givet en samlet status og konklusion for Miljøstyrelsens teknologiprogram.

Vintermøde om jord- og grundvandsforurening, Vingstedcentret 6.-7. marts 2001. Udgivet af ATV-Fonden for Jord og Grundvand, ISBN 87-90070-57-7, se www.atv-jord-grundvand.dk.

Nedbrydning af forurening ved kemisk oxidation

I artiklen præsenteres resultater fra forsøg med oxidation af MTBE, opløsningsmidler og BTEX. Ved forsøgene er anvendt ozon/peroxid og UV sammen med titanoxid. Forsøgene er udført som et erhvervsforskerprojekt på Risø. Nedbrydningsmekanismerne beskrives, og det konkluderes, at chlorethylener nedbrydes ved både anvendelse af UV og ozon-peroxid. MTBE fjernes bedst ved anvendelse af ozon-peroxidbehandling, medens BTEX fjernes bedst ved anvendelse af UV. Til sidst angives fordele og ulemper ved metoderne.

Frank Jacobsen, Morten W.B. Poulsen, Vand & Jord nr. 1, februar 2001, ISSN 0908-7761, side 22-27.

5 Hardware og metodebeskrivelser

Pesticidanalyser på små prøvevolumener - SPME og immunkemiske analyser

I dag anvendes hovedsageligt chromatografisk baserede analysemetoder såsom GC/MS, LC/MS og HLPC til bestemmelse af pesticider i grundvand. Med det mål at undgå brugen af opløsningsmidler, mindske prøvevolumet og samtidig opfylde detektionskravene forskes der i nye analysemetoder. Blandt disse er SPME (Solid Phase Microextraction) og immunkemiske analyser. Ved SPME ekstraheres ved hjælp af en tynd silica-fiber, der eksponeres direkte i vandprøven. Metoden til opsamling kan også anvendes til f.eks. jord. Ligeledes beskriver artiklen metoderne bag immunkemiske analyser. Desværre mangler artiklen et afsluttende konkluderende afsnit, hvor metodernes udviklingsstadiet og anvendelighed sættes i perspektiv med de nuværende anvendte metoder.

Trine Henriksen, Leif Bruun, GEUS, Dansk Kemi, nr. 3, 2001, ISSN 0011-6335. Tillæg om vand side 9-12.

Måling af metaller i grundvand og spildevand på ultra lavt niveau

Artiklen sammenfatter teori, fordele og ulemper ved anvendelse af ICP-MS til bestemmelse af metaller

i grundvand og spildevand. (ICP-MS står for Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer).

Erik Kaysa, Perkin Elmer, Dansk Kemi, nr. 3, 2001, ISSN 0011-6335. Tillæg om vand side 16-17.

Vandanalyser en udfordring for det moderne miljølaboratorium

En ganske god artikel, som belyser problemstillingen omkring de øgede krav, som myndigheder og brugere stiller til bedre detektionsgrænser, kvalitet samt nyudvikling af analysemetoder. Artiklen ser frem imod, hvad de kommende år vil bringe af udfordringer og udviklingstendenser til det moderne analyselaboratorium.

Carsten Theisen Pedersen, Miljø-Kemi, Dansk Kemi, nr. 3, 2001, ISSN 0011-6335. Tillæg om vand side 18-19.

Interferenser ved bestemmelse af olie i jordprøver

Mulighederne for at skelne mellem kulbrinter af mineralolieoprindelse (petrogen) eller stammende fra planterester (biogen) i forbindelse med jordanalyser er forsøgt afklaret gennem en litteraturgennemgang. På baggrund heraf gives forslag til en mulig trinvis procedure til fremtidig anvendelse ved karakterisering af kulbrinternes sammensætning.

6 Kommunikation og formidling

Dialog om det usikre

Med konkrete eksempler viser denne helt nye bog, at risikokonflikter ikke kan løses alene med faktuel information. Om en risiko forekommer acceptabel afhænger for eksempel af, om vi er fortrolige med og har gavn af den risiko, som vi indgår, og om vi har valgt den frivilligt, eller den påføres af andre. Bogen er delt i en teoretisk og en mere praktisk del, der omhandler risikovurdering, risikohåndtering og risikokommunikation. Navnlig bogens sidste kapitel er nyttig læsning for os, der hver dag skal forklare borgere om risikoen ved forurening i jord og grundvand. Her gives der, med udgangspunkt i nogle eksempler, en række mere håndfaste bud på, hvordan man som risikokommunikatør kan gribe den opgave an at fremme en kvalificeret samfundsmæssig dialog om det usikre.

Thomas Breck "Dialog om det usikre - nye veje i risikokommunikation", 2001, Akademisk Forlag, ISBN 87-500-3597-5. Se også www.akademisk.dk.

Ud fra de nuværende oplysninger kan der ikke peges på en eller flere metoder, der med sikkerhed og inden for en kortsigtet, målrettet indsats vil kunne udvikles til at kunne skelne kvantitativt mellem petrogene og biogene kulbrinter. Rapporten anbefaler, at der arbejdes på at udvikle sådanne metoder, som f.eks. vil kunne benyttes til at fastlægge kilder til kulbrinteforureninger. Rapporten indeholder også resultatet af en spørgeskemaundersøgelse til de største danske laboratorier. Denne viser, at skønsomt halvdelen af laboratorierne i dag ikke forsøger at skelne mellem petrogene og biogene kulbrinter.

"Interferenser ved bestemmelse af olie i jordprøver", Teknik og Administration, nr. 2, 2001 fra Amternes Videncenter for Jordforurening. Publikationen kan hentes på www.avjinfo.dk.

Analysen for pesticider i punktkilder

Målet med denne rapport fra Amternes Videncenter for Jordforurening er at identificere relevante analyseparametre for undersøgelse af punktkilder inden for forskellige typer jordbrug og brancher med stort forbrug af pesticider. For hver af følgende brancher er der udvalgt de stoffer,

hvor risikoen for punktkildeforurening anses for at være størst: Planteskoler, gartnerier, frugtavl, skovbrug, materielgårde, anlægsgartnere, maskinstationer og bejdsning. Rapporten indeholder tabeller med relevante analyser, og i bilag findes en række oplysninger om de enkelte pesticider til brug ved en risikovurdering.

"Analyser for pesticider i punktkilder", Teknik og Administration, nr. 1, 2001 fra Amternes Videncenter for Jordforurening. Publikationen kan hentes på www.avjinfo.dk.

6Sfa	F fW_ lř	3dS_ Yäd	: had	EgbbVWVWVWV Xäd Sf a` VÄ
S`zSsZ`%&S" #	CgS`f k E VÄ U V fa 5gefa_ WÄz:1 31 aq eZab	:1 3	: a`Y =a` M = S	Z b, f` XäZabz eV S V yZ _
SSZ`%&S" #	=V S` VÄ ? VÄV	:6:3_ VÄ	: YW aDge V =S`hWVa V 4dXVW	qVSA _ aVWÄ
" %Ä` &S" #	? S VÄ S e V VÄ_ aVWVÄ	:6:3_ VÄ	: YW aDge V =S`hWVa V 4dXVW	qVSA _ aVWÄ
" Ä` &S" #	? aVWVÄ T VÄ d hVÄV S S` f S` V S e ` Y` aY` f S d VÄ f a` Y e ` V S` V	6:3 6 eS_ Sd VWVÄ_ W6: : HS` V` ? VÄ	: a VW@ T aD` E S` V	Z b, S S h
S`zSsZ` &S" #	E S VÄ`X`Z`V`S`d` aX` W` dÄY` W S f a` VWZ` a`aY VÄ	? VÄd` YW @ A D E A, >	Ae`a	
" %Ä` 'S" " "	F geVW_ aV V V S V`X`S` a`d`X`ä`g`d`V ` YÄ	3FH	E Z O`X`Ä`O`Ä`W` 9W f a`X`W	Z b, S h`Z`a`d`Z`g`e` V S` VÄ
" *Z` 'S" " #	H g`d`VÄ` VÄ S`X`ä`g`d`d`V`W`V`Z`S`H` WÄW _ W d`V	:6:3_ VÄ	: YW aDge V =ä V`Z`S`H`	qVSA _ aVWÄ
" *Z` 'S" " #	8 W`_ O`f` VÄ S`X`ä`d` aY`Y`g`e` V S` V	H e 4W ` Y	: YW aD` a`e aVW : a`d`V`e	Z`a`d`V`e`q`Z`Ä H
+Z`Z`Z` 'S` " #	Bd h MSY` ` Y`b`a`d`g`e`X	H e 4W ` Y	: YW aD` a`e aVW : a`d`V`e	Z`a`d`V`e`q`Z`Ä
#S`Z`Ä`Z` 'S" " #	8 V`W`E U`Ä`W` ` Y`7`g`e`b`V`S`" #	G` VÄ F` =S`d`e`g`Z`W`	=S`d`e`g`Z`W` F`e ` S` V	g` Z`S`d`e`g`Z`W`V`X`g` `U`a` X`Ä`W`U`V`X`V`S`" #
#`Z`Ä`Z` 'S` " #	Bd h MSY` ` Y`S`X`S` V`X`S`T`a`d` YÄ	H e 4W ` Y	8`a`d` `W`d`S`Ä`W` u`D`g`e	Z`a`d`V`e`q`Z`Ä
#Z` 'S" " #	:F` aY` eV`e`a`d`Ä`f` `b`S`_ O`Y` ` M` VÄ`X` aY` a`h`Ä`O`Y` ` Y`S`X` ` VÄ`S`_ O`Y`	:6:3_ VÄ	: YW aDge V =S`hWVa V 4dXVW`#Z`Ä` =ä V`Z`S`H`	qVSA _ aVWÄ
SSZ` 'S" " #	DW f`V`Ä W`S` V`Z S` V`W`aY`_ O` YWÄ	3FH	DSV e`a` E3E: a VW`A`W`e`a`W	Z b, S h`Z`a`d`Z`g`e` V S` VÄ
S+Z` 'S" " #	9`d` ` ` VÄV` e S TÄ	:6:3_ VÄ	: YW aDge V =S`hWVa V 4dXVW`#Z`Ä` =ä V`Z`S`H`	qVSA _ aVWÄ
%Ä` 'S" " #	6W`X`Ä`Y` f V V`W` VÄ f` e`k	:6:3_ VÄ	DSV e`e`a` E3E: a VW`A`W`e`V`Ä`	qVSA _ aVWÄ
" %Ä`)Z` (`S" " #	: E S` V`A` `Z`Ä VÄ a`d`V` W S f a` ` FZ`V`Ä fZ: VÄ` Sf a` S`V`E`k` b`a`e g`_	4S H`W`Ä`D`W`V`W`V`Ä`f`e`_`Z`Ä`	ES` 6 W`a `5S` `X`ä`d` S	Z`Ä` S ` `S` `U`a` X`Ä`W`U`V`X`g`e`b`2`U`a`_`b`g`e`V`Ä`H`V`Ä`_
(Z`Z`*Z` (`S` " #	6: : e`a`X` S`Ä`V`Ä`g`e`V`Ä`	6: : HS` V` ` ? VÄ	: a VW`E U`S` `U`a` : V`Ä`f` Yäd	Z b, Z` `e`a`X` S`Ä`V`Ä`_ `g`U`S`" #
+Z`Z`#`Z` (`S` " #	6: : e`a`X` S`Ä`V`Ä`g`e`V`Ä`	6: : HS` V` ` ? VÄ	: a VW`E U`S` `U`a` : V`Ä`f` Yäd	Z b, Z` `e`a`X` S`Ä`V`Ä`_ `g`U`S`" #
#Z`Z`#`Z` (`S` " #	: VÄ` Sf a` S`V`5`a` S` `_` W S` V`D`V`Ä` W S f a`	8`a`d`V`S`E S V`G` VÄ F`	A`d`S` V`a `G`E3	S ` `_` W S`X`g`Z`Ä`V`Ä`g`
#S`Z` (`S` " #	<a`d`V`a V`Z`O`H`#	3FH	E Z O`X`Ä`O`Ä`W` 9W f a`X`W	Z`Ä` S ` `S`H`T`T`2` b`a`b`Ä`f`g`Z`Ä
#Z`Z`S`Z` (`S` " #	9`d`g` V`Ä` S`VÄ`C`g`S`f` k`S`" #`Ä`V` : VÄ` Sf a` S`V`5`a` X`Ä`V`U`V	:3: E`S` V`G` VÄ F` a`X` E`Z`Ä`X`Ä`M`I`7`Y`S` V	G` VÄ a`X`Z`Ä`X`Ä`V`Ä`W` 7`Y`S` V	Z`Ä`Z`W`S`U`g` ` `p` `e`S`" #
#Z`Z`Z`#`Z`*`S`" #	#Ä`Z` : VÄ` Sf a` S`V`5`a` Y`d`Ä`e`a` B`W`Ä` V`Ä`_` 5`a` S` ` S`V`W`E`a `e `E`W` ` W f`e`S` V`I` S`VÄ	37: E	:_` b`VÄ`S`V`5`a`*`W`W`>`a` V`a` ` `G`Z`	Z`Ä`Z`W`E`Ä`_
%`Z`Ä`Z`*`S`" #	Bd h MSY` ` Y`S`X`ä`d`b`a h Ä	H e 4W ` Y	: YW aD` a`e aVW : a`d`V`e	Z`a`d`V`e`q`Z`Ä
S`Z`Z`Z` +`S`" #	A`Ä`S` `U`E`a `V`5`a` S`_ ` S`f`e`S`" #	E`7`F`35`7`g`e`b`V`5`a``X`Z`Ä`V`U`V	5`a`b`V`Z`S`Y`W`I`6`W`_`S`Ä`	Z`Ä`V`S`U`Ä`d`