

Stort udslip af NO_x fra kunstgødning

Mange kemiske reaktioner kan medføre dannelse af giftige rødbrune nitrøse gasser. Det giver altid anledning til stor bekymring. Udslippet fra Kemira i 1996 var i særklasse.

Af Frank Huess Hedlund

Uheld med eksempelvis salpetersyre eller kunstgødning leder ofte til, at der dannes karakteristiske rødbrune nitrøse gasser. Erfaringerne fra den gamle ulykke på Carlsberg, hvor der blev dannet nitrøse gasser i en elevatorstol, der var standset mellem to etager, spøger stadig. Ofrene var umiddelbart friske, men livstruende symptomer på forgiftning udviklede sig 6-12 timer senere. Redningsberedskabet tager derfor forgiftninger med nitrøse gasser meget alvorligt [1]. Det er forståeligt nok. Især hvis forgiftningen sker i lukkede rum. Men man kan eventuelt søge trøst i, at erfaringer fra endda meget store udslip har vist, at det sjældent går så galt endda, hvis udslippet er i det fri.

Rødbrune nitrøse gasser

Oxider af kvælstof kan optræde i forskellige oxidationstrin, og kemien er ikke ukompliceret. Denne artikel nøjes med at konstatere, at ved høje temperaturer, eksempelvis i en forbrændingsmotor eller ved lynudladninger, reagerer luftens ilt og kvælstof og danner nitrogenoxider. Der dannes fortrinsvis NO, som kan oxideres af ozon (hurtigt) eller ilt (langsommere) til NO_2 . Hvis salpetersyre reagerer med et reduktionsmiddel, dannes der både NO og NO_2 . Andelen af NO_2 stiger med syrekoncentrationen [2].



skuub.dk

DIT DESIGN

BOLSJER MED LOGO
FRA 10 KG. LEVERING PÅ 10 HVER DAGE
SKUUB.DK ELLER RING PÅ TLF. 7027 2838



Lørdag morgen den 24. august 1996 kl. 05:45 blev gaderne nær Kemira i Fredericia indhyllet i gulbrune gasser med NO_x og formentlig også klor, fordi ca. 15 tons kunstgødning dekomponerede i fabrikkens tørreanlæg. Foto: Claus Fisker, Scanpix Danmark.

Serie om ulykker med farlige stoffer

Der er foregået en del ulykker i Danmark. Men der er ikke tradition for efterforskning og systematisk vidensdeling. Med ganske få undtagelser er dyrt høstede erfaringer i fare for at blive glemt.

Santayana har sagt, at de, der ikke kender historien, er dømt til at gentage den.

Artiklen er nummer 12 i en serie, som vil råde bod på denne sorte plet ved at beskrive tidligere hændelser udvalgt for deres læringspotentiale.

Tidligere artikler er:

- #01 Kraftig eksplosion efter sammenblanding af salpetersyre og 2-propanol (2014)
- #02 Støvekspllosion ødelægger dansk træpillefabrik - igen (2014)
- #03 Voldsom eksplosion på fyrværkerivirksomhed (2014)
- #04 Eksplosion i rådnetank med biogas (2014)
- #05 Beskedent overtryk gav spektakulære følger (2016)
- #06 Er sprængpladen vendt korrekt? (2016)
- #07 Svigt af inertgas purge medførte eksplosion i beholder (2017)
- #08 Kuldioxid er uegnet til kvælning af glødebrande (2018)
- #09 Stort udslip af giftig gas ved aflæsning af madaffald (2018)
- #10 NO_x - Carlsbergulykken (2019)
- #11 Strandby Havn - Opklaringen af alvorlige ulykker er i krise (2020)

Nitrogenoxid NO er farveløs og nitrogendioxid NO₂ er rødbrun. Der indstiller sig en ligevægt mellem de to, og den rødbrune blanding skrives ofte som NO_x. Særligt NO₂ er giftigt at indånde.

Af andre oxider kan nævnes dinitrogenoxid, N₂O, (lattergas), dinitrogentrioxid N₂O₃, NO₂-dimeren dinitrogentetraoxid N₂O₄ og dinitrogenpentaoxid N₂O₅. N₂O₄ har en teknisk anvendelse som oxidationsmiddel i raketbrændstof. Dimeren spaltes let til NO₂-gas, men har den praktiske fordel at kunne opbevares på flydende form ved almindeligt tryk og temperatur [3]. Hvad angår syrerne skelnes sprogligt mellem salpetersyring HNO₂ og salpetersyre HNO₃.

Den blå ræv

Salpetersyrings anhydrid N₂O₃ er kun stabil ved lave temperaturer og har anekdotisk interesse, idet farven er blå. Min underviser i uorganisk kemi underholdt med en historie om en særlig skrap kemiprofessor, som i eksaminationslokalet på udspekuleret vis kunne få mange eksaminander på glatis om forbindelsens farve. Efter sigende kunne han sødmefuldt finde på at hjælpe en usikker eksaminand ved at stille ham det (vild) ledende spørgsmål, at farven på N₂O₃ er røve...blå.

Det hører med til historien, at der faktisk findes en blå variant af den almindelige hvide polarrræv. Den blå variant holder til i visse kystnære polaregne og udgør 3-5 procent af populationen. Interessant nok forbliver populationen af den blå variant lille, selvom allelen for den hvide fænotype er recessiv. Det foreslås, at forklaringen er, at den blå variant ofte lever i isolerede kystområder omgivet af åbent vand og deraf følgende begrænset genetisk udveksling. Der peges også på et forventet selektionstryk til at forblive hvid i det snedækkede polarområde [4].

Jeg har ikke set historien anvendt i det politiske liv, men det må da være oplagt. Ideen er herved givet videre.

Ammoniumnitrat

Der var i mange år produktion af kunstgødning i Fredericia. Først under navnet A/S Dansk Svovlsyre- og Superfosfat-Fabrik (DSSF), senere Superfos og herefter Kemira.

Der var anlæg til produktion af salpetersyre ved oxidation

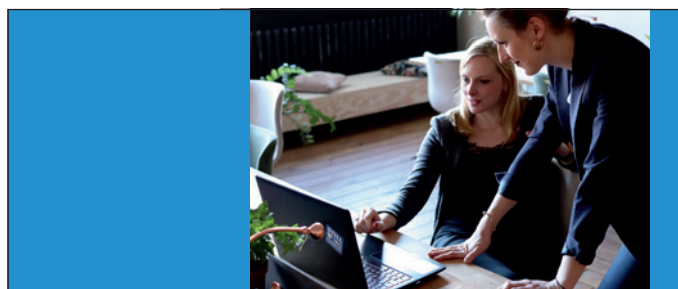
af ammoniak over en platinkatalysator, og af svovlsyre ved forbrænding af svovl. Et anlæg producerede fosforsyre ved oplukning af råfosfat med svovlsyre, idet det udnyttedes, at en stærk syre kan uddrive den svagere syre. I et anlæg for fremstilling af ammoniumnitrat reagerede fordampet ammoniak med salpetersyre i en vandig opløsning af ammoniumnitrat.

Ammoniumnitrat (AN) er letopløseligt, og hydreringen er stærkt endoterm. Det er et klassisk forsøg i laboratoriet at opløse krystallinsk AN i vand og måle den kraftige afkøling af opløsningen. Dette udnyttedes i de såkaldte cold-packs, hvor en ampul af en AN-forbindelse brydes i en væskefyldt pose, hvorefter den kolde pose kan lægges på et forstuvet led og lindre smerten.

Opløseligheden af AN stiger med stigende temperatur, og stærkt koncentrerede opløsninger kan dannes. Ved eksempelvis 75°C indeholder en mættet opløsning 85 vægt% AN. Disse opløsninger er stærkt oxiderende og reagerer med mange metaller eller organiske stoffer og danner (bl.a.) NO_x.

Ved høje temperaturer kan AN-opløsninger begynde at dekomponere. Reaktionen er exoterm og frigiver (bl.a.) NO_x, og er under visse omstændigheder selvforstærkende. Dekomponeringen er blandt andet syrekatalyseret, og i produktionen forhindres det ved at holde et passende højt pH, eksempelvis ved tilsætning af ammoniak. En begyndende dekomponering kan let standses ved tilsætning af rigelige mængder vand. Dekomponering katalyseres også af klorid eller forureninger med Fe, Co, Ni, Cr og Cu.

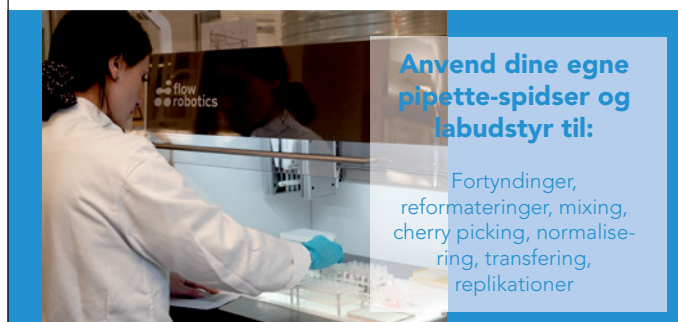
Ved opbevaring og transport holdes AN-opløsningerne sædvanligvis under 150°C, som oplyses at være den nedre grænse for, hvornår dekomponering kan finde sted.



Har du oplevet flowbot ONE?

Oplev hvor nemt, hurtigt og effektivt det er at automatisere din pipettering med flowbot ONE.

Book din gratis online demo på:
www.flow-robotics.com



Anvend dine egne pipette-spidser og labudstyr til:

Fortyndinger, reformateringer, mixing, cherry picking, normalisering, transfering, replikationer

Ammoniumnitrat kan under særlige omstændigheder bringes til at detonere, og visse kvaliteter finder anvendelse som en komponent i sikkerhedssprængstof. Da dekomponeringen er exoterm, dannes der smelter af ammoniumnitrat, som lettere kan bringes til at detonere. Det har givet anledning til store eksplosionsulykker med omfattende ødelæggelser.

Den mest spektakulære ulykke er for-

■ Slut på dansk gødningsproduktion

A/S Dansk Svovlsyre- og Superphosphat-Fabrik (DSSF) blev stiftet 1892 i Kastrup. Omkring 1910 startede en produktion i Fredericia. I 1971 skiftede koncernen navn til Superfos a/s. I slutning af 1970'erne og starten af 1980 var Superfos flere gange i økonomiske vanskeligheder på grund af ekspansion og tabsgivende aktiviteter i udlandet. I 1970'erne var der problemer med rentabilitet af ammoniakproduktion i Brunsbüttel, Tyskland.

Efter en kometagtig karriere i Plumrose, Unilever, Steff-Houlberg og Forenede Sjællandske Andels-slagterier, blev Jørgen Trygved (1937-2006) topchef for hele Superfos-koncernen i 1981. Trygved var medievant og blev med sit smilende og ligefremme væsen af mange betragtet som arketyper på en succesrig moderne erhvervsmand.

Trygved satsede stort, rigtig stort, og opkøbte i 1984 den amerikanske gødningskoncern Royster. Samme år blev han kåret til årets erhvervsleder. Det amerikanske eventyr slog dog fejl. Superfos led tab i milliardklassen og i 1986 blev Trygved afskediget. Ifølge en nekrolog i Jyllands-Posten lod Trygved sig ikke slå ud af det, men konstaterede tørt, at der ikke var langt fra geni til idiot. Han havde efterfølgende en succesrig erhvervskarriere i New York.

I 1987-89 blev gødningsaktiviteterne i Superfos overtaget af det finskejede selskab Kemira. Grundet utilfredsstillende økonomi og overkapacitet i branchen nedlagde Kemira al produktion i Fredericia i 2004. Salpetersyrefabrikken blev demonteret og solgt til et australsk firma, og de andre anlæg blev revet ned. I 2007 afhændede Kemira alle gødningsaktiviteter til norske Yara.

Den gamle Kemiragrund er nu del af et større byfornyelsesprojekt - Kanalbyen i Fredericia.



99,5 procent ren rødbrun NO₂-gas i ligevægt med sin farveløse dimer N₂O₄ ved forskellige temperaturer. Dimerens smeltepunkt er -11,2°C. NO₂-gassens farve beskrives ofte som ræverød. Temperatur fra venstre mod højre er -196°C, 0°C, 23°C, 35°C og 50°C.

Kilde: Wikimedia Commons.

mentlig eksplosionen af en last gødning på skibet Grandcamp i 1947 i havnen ved Texas City (TX, USA). Ulykken startede som en brand i gødningslasten. Branden udviklede sig hurtigt som en selvforstærkende dekomponering, da gødningen havde SSD-egenskaber. Der blev udviklet store mængder flotte gasser og sceneriet tiltrak mange tilskuere. Uden varsel eksploderede lasten. Trykbølgen var enorm, den dræbte over 550 mennesker, ødelagde store dele af byen, rev vingerne af fly i luften og startede storbrande i byens industriområder og raffinaderier.

Fremstilling af NPK-gødning i Fredericia

Der blev fremstillet store mængder NPK (nitrogen - fosfor - kali) gødning i Fredericia. Den blev fremstillet ved blanding af råfosfat, fosforsyre, salpetersyre, svovlsyre, ammoniak, ammoniumnitrat samt kali (kaliumsalte) og andre mikronæringsstoffer i et reaktorbatteri. Hovedprocesserne var:

- Oplukning af råfosfat med salpetersyre (digestion)
- Tilsætning af ammoniumnitrat
- Sænkning af pH ved dosering af svovlsyre for at udfælde calcium som forskellige hydrater af gips (CaSO₄·xH₂O), da calcium ellers fælder fosfat og derved reducerer mængden af plantetilgængelig vandopløseligt

fosfat. Udfældningen gavner også oplukning af råfosfat, da ligevægten skubbes mod H₃PO₄.

- Dosering af ammoniak for at hæve pH og som kvælstofkilde
- Dosering af kalisalte og mikronæringsstoffer.

Produktet, en NPK-slurry, blev derefter pumpet til granulering i en såkaldt spherodizer. Det var en roterende tromle, hvor produktet blev løftet op af skovle og dryssede ned over tromlens tværsnit i en varm luftstrøm fra et naturgasfyr. Slurrien blev forstøvet og tørret, hvorved gødningskorn blev opbygget lag på lag. Et efterfølgende sigteanlæg fraserede korn i over- eller understørrelse, som blev knust og sendt retur til spherodizeren. Efter afkøling i en køletromle blev NPK-produktet sendt til lager.

Klassificering af gødningers farlige egenskaber

Alle AN-holdige gødninger kan ved opbevaring dekomponere eksotermt og danne sundhedsskadelige gasser. Der er udviklet et system til at klassificere gødningskvalitetens farlighed. I type C-gødninger ophører dekomponeringen, når varmekilden fjernes. I type B-gødninger kan den eksoterme dekomponering være selvforstærkende og løbe løbsk, i engelsk terminologi karakteriseres reaktionen som en self-sustaining-decomposition (SSD). Hvis gødningen

kan bringes til detonation, er den af type A. Klassificeringen bestemmes eksperimentelt i et særligt apparatur.

I Fredericia blev der kun fremstillet såkaldt selvslukkende NPK-gødninger klassificeret som type C.

Ved dekomponering dannes en sværm af sundhedsskadelige gasser. Sammensætningen af gasserne afhænger af gødningskvaliteten og omstændighederne, men kan være (mol%): H_2O - 56%, N_2 - 20%, N_2O - 11%, $\text{NO}/\text{NO}_2/\text{NH}_3/\text{HF}$ - 7%, Cl_2/HCl - 6% [5].

Uheldet på Kemira 1996

Om aftenen fredag den 23. august 1996 blev der gjort klar til en rutinemæssig omstilling af NPK-produktionen fra at producere varenummer 540 til varenummer 530. Begge var typiske danske gødningskvaliteter, som over en årrække havde været produceret i store mængder.

Gødning 540 indeholdt Cu som sporstof. Som nævnt ovenfor, kan Cu under visse omstændigheder katalysere en dekomponering af AN. Kvalitet 540 skulle derfor være kloridfri for at kunne klassificeres som en type C-gødning. Da kali typisk brydes i saltminer som mineralet sylvin (KCl), blev der anvendt raffinerede kalisalte, typisk nitrat- eller sulfatsalte.

Gødning 530 var den mest almindelige NPK-gødningstype på det danske marked. Kaliråvaren var kaliumklorid. Grundet indholdet af klorid måtte gødning 530 ikke fremstilles, så den indeholdt Cu. Et indhold på op til 10 ppm Cu kunne accepteres, hvis en dekomponeringstest havde godtgjort, at gødningen var af type C med selvslukkende egenskaber.

Receptskiftet begyndte fredag den 23. august kl. 19:00. Faren for dekomponering var identificeret, og i henhold til driftsprocedurene skulle der produceres mindst 150 t Cu-fattig vare, svarende til to-tre timers produktion, hvor der hverken måtte doseres kobber- eller kloridholdige råvarer. Proceduren blev overholdt, skiftet blev først foretaget kl. 23:00 efter fire timers produktion.



Salpetersyrlings anhydrid N_2O_3 er blå, ræveblå.
Kilde: Wikimedia Commons.

Kl. 04:30 var der begyndende driftsforstyrrelser i spherodizer #3. Først producerede den korn i overstørrelse, senere steg effektforbruget. Forstyrrelserne var inden for normalområdet, og operatørerne reagerede forskriftsmæssigt ved at reducere fødestrømmen.

Kl. 05:10 blev det observeret, at produktudgangen på spherodizer #3 var blokeret. Tilstopning var en velkendt driftsforstyrrelse. Det medfører, at gødningen tilbageholdes og udsættes for temperaturer noget højere end normalt og gødningen opholder sig længere end normalt i spherodizeren. Dette vil ikke medføre dekomponering i et fejlfrit produkt. Mandskabet begyndte at løse blokeringen i spherodizeren ved at bearbejde den mekanisk.

Kl. 05:40 steg temperaturen i afgangsgassen pludseligt voldsomt. Der skete en kraftig udvikling af gasser fra spherodizerens udgang, som blev fjernet af udsugningsanlægget og sendt til en 125 m høj skorsten. Men kort efter steg temperaturen også i spherodizerens forende, og varme gasser strømmede ud i bygningen med stor kraft. Et dæksel på en kanal blæste ud, og de varme dekomponeringsgasser ramte kabelbakker under loftet. Kablerne smeltede, hvorefter transformerstationen slog ud grundet kortslutning. Mandskabet ville under normale omstændigheder kunne slukke en begyndende dekomponering med brandslanger, men den kraftige gasudvikling overrumpede dem fuldstændig, og de måtte omgående søge tilflugt i kontrolrummet, som havde særlig luftforsyning og blev holdt under overtryk. Herfra slog de alarm.

Kortslutningen medførte strømudfald til alle fire spherodizerlinjer. Designet var robust over for denne afvigelse. Udsugningsanlægget blev forsynet fra en anden transformerstation og ledte derfor fortsat gasserne fra afgangssiden til skorsten. Men gasser fra spherodizerens forende fyldte bygningen. Gasudviklingen fra bagenden har formentlig også været større end ventilationsanlæggets kapacitet.

Fabrikkens katastrofealarm blev aktiveret kl. 05:43 og byens sirener noget senere. Selvom størstedelen af NO_x -gasserne blev ledt til skorsten, trængte der gasser ud ad bygningsåbninger, som fyldte de tilstødende gader med gulbrune gasser. Vinden kom fra syd-sydøst, og gasserne drev derfor ind over Fredericia by. Skorstensrøgen var kraftigt rød.

Kl. 05:47 ankom brandvæsenet. De reddede operatørerne ud af kontrolrummet og startede bekæmpelsen af dekomponeringen ved at tilføre store mængder vand til spherodizeren. Kl. 06:15 var dekomponeringen i spherodizeren stabiliseret. Lidt efter kl. 8 var situationen under fuld kontrol, og byens alarm blev afblæst.

Der er ikke oplysninger om tilskadekomne. De tre indespærrede operatører blev sendt på skadestuen for observation, men blev udskrevet igen samme aften.

**DEN ENESTE ØJENSKYL I VERDEN
DER HOLDER DINE ØJNE ÅBNE
UNDER SKYLNING**

– op til 15 minutters skyl i en flaske



HELP CARE COMPANY



Industrivej 19 • 8881 Thorsø

Tlf: +45 2220 3064 • www.eyeadid.dk



Undersøgelse

En fotograf var hurtigt på pletten og tog det temmelig enestående foto af de gulbrune gasser i gaderne nær Kemira, hvor de lokale står og kigger forundret i stedet for at følge de retningslinjer, som alle naturligvis kender - at man straks skal gå indenfor og lukke døre og vinduer.

Der havde længe været en debat i byen om det hensigtsmæssige i at have risikovirkomheder nær bykernen, og uheldet gav naturligvis debatten fornyet næring. Vejle Amt, Arbejdstilsynet og brandmyndighederne samarbejdede om en undersøgelse [6], som var grundlag for en offentlig høring på Fredericia Teater allerede den 5. september 1996 (denne artikels primærkilde). I 1990'erne var Arbejdstilsynet tydeligvis ikke juridisk forhindret i at deltage i den tekniske opklaring af ulykker for at forhindre gentagelser [7], så denne Loyal to Formalia forringelse af forvaltningen af Arbejds miljøloven er sket senere. Spørgsmålet om byplanlægning og risikovirkomheder landede også på miljøminister Svend Auken's bord, som blev kaldt i samråd i Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg.

Opklaringen konstaterede, at den producerede gødning havde et forhøjet Cu-indhold på 50 ppm. Laboratorietests bekræftede, at gødningen havde type B-egenskaber.

Tilsyneladende kunne kilden til Cu-forureningen ikke bestemmes med sikkerhed. Ved receptskiftet blev der skiftet til en råfosfat med et højere Cu-indhold "end normalt". Store forekomster af råfosfat brydes i Nordafrika, særligt i Vest-Sahara (Marokko), hvor fosfatforekomsten kan indeholde Cu. En anden stor fosfatforekomst er på Kola-halvøen og omegn (blandt andet Finland), hvor mineralet hovedsageligt er apatit $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{X}$, ($\text{X}=\text{Cl}/\text{F}/\text{OH}$)¹, og hvor indholdet af Cu er mere beskedent. Et skift fra Kola råfosfat til nordafrikansk råfosfat ville dog ikke alene kunne forklare de målte Cu-værdier.

Kobber fra den tidligere recept kunne være blevet tilbageholdt i begroninger i udstyret, og anlægget stod faktisk umiddelbart foran et regelmæssigt rensestop. Forklaringen var dog ikke helt tilfredsstillende, idet den forudsatte, at kobber skulle kunne opkoncentreres i begroningerne - og en sådan mekanisme var ikke umiddelbart kendt i branchen. Andre årsager til mulig forurening med kobberholdigt materiale kunne ikke findes.

Der blev foretaget en række ændringer på anlægget for at forhindre gentagelse, blandt andet hyppigere rensestop før og efter produktion af gødning indeholdende Cu. Der blev også monteret fast nødvandsforsyning til alle spherodizere således, at en eventuel dekomponering kunne slukkes fra sikkert område.

En rigtig Tycho Brahe-dag

Faren for dekomponering var kendt. Scenariet med kobberforurening var identificeret og beskrevet i Kemiras sikkerhedsrapport, og sikkerhedsforanstaltningerne var vurderet at være fuldt tilstrækkelige og forsvarlige. Receptskiftet var ren rutine, og der var ingen driftshistorik, der indikerede problemer. Der lader derfor til at være tale om et sjældent sammenfald af mange uheldige omstændigheder, der hver for sig ikke ville kunne medføre dekomponering. Den slags sammenfald er svære at håndtere.

Hvis driftsforstyrrelsen var sket nogle timer senere, ville Cu-indholdet måske være blevet reduceret til et uproblematisk niveau. Hvis temperaturføleren på naturgasfyret ikke havde haft en fejlvisning på 10-20°C ville temperaturen i spherodizerens forende måske ikke have været høj nok til at initiere en dekomponering. Tilsvarende hvis automatikken havde koblet naturgasfyret ud et minut eller to tidligere. Hvis operatørerne havde kunnet løsne proppen lidt hurtigere, ville dekomponering-

gen måske ikke have haft tid nok til at udvikle sig. Og sådan kan man fortsætte.

Byens alarm blev afblæst lidt over klokken otte, hvorefter politi og brandvæsen så småt lagde an til at forlade området. Over Ritzau indkaldte Kemira til pressekonference klokken 10:00, hvor også politi, Arbejdstilsyn, brandvæsen og Vejle Amt deltog. Formålet var naturligvis at få ro på situationen og forklare offentligheden, at alt nu var under kontrol.

Men kun få minutter inde i pressekonferencen blev der konstateret en ny dekomponering i anlægget med udslip af nitrose gasser til omgivelserne, og vagthavende fabriksingeniør måtte haste ud ad døren.

Det er svært at forestille sig, at timingen kunne være dårligere. Havde pressen haft vore dages mobiltelefoner med kamerafunktion ville videoklipet sikkert være gået viralt og være pligtpensum på kommunikationsuddannelserne.

Dekomponeringen viste sig senere at være i spherodizer #4. Den havde været vanskelig tilgængelig på grund af branden, og som følge af misforståelser havde brandvæsenet ikke sat vand på den, kun på de andre. En lille rede af dekomponerende materiale havde ligget og ulmet i fire timer for pludselig at blusse op.

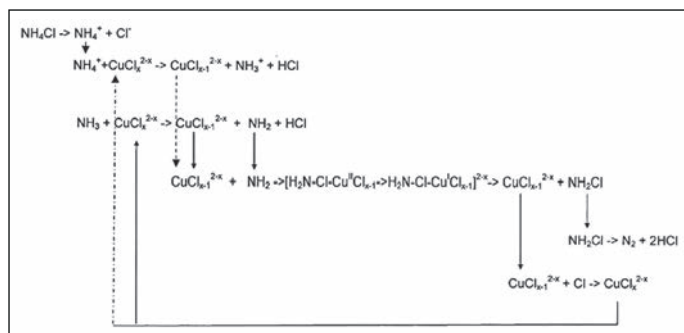
Da udsugningen stadig kørte, blev gasserne ledt til skorsten, hvor afkastet var kraftigt rødfarvet. På det tidspunkt var det begyndt at regne, og regnen slog gasserne noget ned, men dog ikke så meget at en ny alarmering over byens sirener blev skønnet nødvendig.

Hvor galt var det egentlig?

I et skriftligt svar holdt i rolig og afmålt tone til amtsborgmester Otto Herskind Jørgensen oplyste Kemira, at de største koncentrationer naturligvis må have været på fabrikken, men at ingen ansatte havde lidt skade - derfor havde uheldet næppe betydet fare for personer i fabrikkens omgivelser. Endvidere var vurderingen, at koncentrationen uden for fabrikken var mindre "end ved udslippet i 1990".

Indsatsleder Bjarne Fuglsangs beskrivelse [8] af uheldet er noget mere kontant. Det er den værste brand, han kan huske. Ved brandvæsenets ankomst var NPK-fabrikken fuldstændig indhyllet i gul kvalmende røg. Der var meget varmt på de øverste etager, og sigtbarheden var i starten ikke over 20 cm. Der var problemer med at få kontakt til politiet, og da kun politiet kan iværksætte sirenevarsel, skete dette sent. Beredskabsmeddelelser over Danmarks Radio fungerede ikke.

Beredskabschef Kaj Petersen tilføjer, at da sirener endelig blev startet, hylede de i hele kommunen, både Taulov, Bredstrup og Herslev blev alarmeret uden at vide hvorfor. Dengang som nu er situationen, at politiet ikke har tilstrækkelige ressourcer, og de foregiver desværre at kunne løfte opgaver, de i virkeligheden ikke magter, mener han [9].



I den Cu-katalyserede dekomponering af ammoniumnitrat indgår NH_2 -radikalet og et amin-klor-Cu-kompleks, som ved dekomponering (bl.a.) danner klor. Kilde [5] (med tilladelse).

Vel var uheldet et sammentræf af mange uheldige omstændigheder. Men tro aldrig på Murphys lov, at alt som kan gå galt, også går galt, på det dårligt tænkelige tidspunkt og så videre. Det er en skrøne. Som det er med næsten alle ulykker, kunne det sagtens være gået meget værre.

Dekomponeringen skete en tidlig lørdag morgen, hvor bemanningen på fabrikken var minimal. Ved en tilsvarende løbsk dekomponering af 15 tons gødning i en sferodizer på et anlæg i Østrig i 1966 reducerede den pludselige gasudvikling sigtbarheden i bygningen så kraftigt, at det besværede flugt. I bygningen omkom syv personer og 22 blev forgiftede [5].

Det er nok også svært at hævde, at det har været helt uden fare at opholde sig i området nær fabrikken. Men der er som sagt ingen oplysninger om tilskadekomne, eller at skadestuen havde andre end de tre operatører inde til observation. Måske har gunstige omstændigheder spillet ind her også.

Hvis uheldet ex-post søges modelleret, vil konsekvensberegninger helt sikkert vise betydelige afstande til sædvanligt anvendte koncentrationsgrænser (AEG, ERPH, TEEL, IDLH, osv.). Men dels er disse grænser sat forsigtigt, eller rettere: de beskriver typisk et beskyttelsesniveau, altså for fravær af skade, ikke et niveau for skadevirkning, og de anvendte sikkerhedsmarginer er sjældent angivet. Dels vælges inputparametre til beregningerne ofte forsigtigt grundet en fundamental usikkerhed om deres værdi. Eksempelvis kendes gassernes sammensætning ikke præcist, heller ikke dekomponeringshastigheden, som i øvrigt ikke har været konstant over tid. Mængderne af gas frigivet inde i bygningen henholdsvis afledt til skorsten må også baseres på grove skøn, ligeledes gassens temperatur samt hvordan og i hvilke højder gassen strømmede fra bygningen ud i gaderne. Der er mange andre parametre, som også må skønnes. Disse usikkerheder er naturligvis endnu større ved ex-ante modellering, altså før et uheld er sket.

Epilog

Artiklen er skrevet som frivilligt arbejde. Jeg udtaler mig som privatperson, ikke på vegne af mine arbejdsgivere eller andre. Jeg har fået oplyst, at Dansk Kemi kort tid efter uheldet bragte en beskrivelse, men den har grundet coronakrisen ikke kunnet lokaliseres.

Frank Hedlund (ph.d.) er risikoekspert i Cowi og ekstern lektor på DTU i risk management.

E-mail:

Frank Huess Hedlund: fhhe@cowi.com

Referencer

1. F.H. Hedlund, Carlsbergulykken, Dansk Kemi. 100 (2019) 18-22.
2. NIOSH, NIOSH criteria for a recommended standard for occupational exposure to oxides of nitrogen, 1976.
3. B.M. Nufer, A Summary of NASA and USAF Hypergolic Propellant Related Spills and Fires, 2010.
4. K. Noren et al., Evolution, ecology and conservation-revisiting three decades of Arctic fox population genetic research, Polar Res. 36 (2017).
5. H. Kiiski, Properties of Ammonium Nitrate based fertilisers (PhD diss.), University of Helsinki, 2009.
6. VA, Undersøgelsesrapport over uheldet på Kemira den 24. august 1996 (J.nr. 8-76-3-607-96), Vejle Amt, 1996.
7. F.H. Hedlund, Opklaringen af alvorlige ulykker er i krise, Dansk Kemi. 101 (2020) 22-26
8. B. Fuglsang, Fredericia by indhyllet i giftige nitroser gasser, Brandværn. (1996) 34-35
9. A.D. Andreassen, Kaj Petersen: "Fredericia Brandvæsen var en fantastisk og interessant opgave," Fredericiaavisen. (2017)

NIRS DS2500 Liquid Analyzer



Metrohm præsenterer NIRS DS2500 Liquid Analyzer - nær-infrarødt spektrometer til hurtig, enkel og robust rutineanalyse af væskeprøver.

Ingen prøveforberedelse nødvendig. Resultater for flere parametre på 30 sekunder. Disse er hovedfordelene ved nær-infrarød spektroskopi til rutineanalyse.

Pålidelige resultater ned i lave ppm-niveauer

NIRS DS2500 tilbyder overlegen analyse-følsomhed ned i lave ppm-niveauer. Den dækker både det infrarøde og synlige område, hvormed den - modsat FT-systemer - også kan detektere farveændringer af prøven, for eksempel forårsaget af ældning.

Robust design til anvendelse i produktionsmiljøer

DS2500 med sit IP65-certificerede kabinet og kun et roterende optisk element er en højst robust løsning, som yder excellent beskyttelse mod omgivende støj og vibration. Det roterende høj-præcisions grating anvendt til dispersion af lyset garanterer hurtig dataopsamling, således at resultater opnås inden for 30 sekunder.

Med DS2500 Liquid Analyzer kan brugerne vælge fra et udvalg af kuvetter, flowceller og engangs-vials, hvilket muliggør den bedste tilpasning til prøven. Intelligent prøveholdere kombineret med SOPs hjælper til at undgå fejl i rutineanalyse, som kunne forårsages af at anvende forkert prøveholder ved en fejltagelse.

Yderligere information:

Metrohm Nordic ApS

Tlf. 70 20 05 61

Pipettecenteret

Kalibrering og service af alle fabrikater pipetter.

Vi kalibrerer både ved indsendelse eller på kundens adresse.

Salg af pipetter og laboratorie varer.



Pipettecenteret

Skovkanten 41 · 4700 Næstved
Tlf. 55 73 62 05 · Mobil 30 33 32 49
Email: nielslindgaard@stofanet.dk
www.pipettecenteret.dk

