

**E**n nog steeds ligt daar bij die prachtige Lorelei het tank-schip Waldhof met al dat zwavelzuur aan boord. Geïnspecteerd, nog eens geïnspecteerd en voor de derde keer geïnspecteerd. Inmiddels is in de tanks van het gekantelde schip ook waterstof gevonden, dat verhoogt de kans op een ontploffing. Er mag bijna geen schip meer langs, niet stroomopwaarts en zeker niet stroomafwaarts. Van de weeromstuit heeft zich een file gevormd van honderden binnenvaartschepen. Maar bijna iedereen heeft begrip voor de omzichtigheid waarmee de autoriteiten te werk gaan. Het geconcentreerd zwavelzuur dat de Waldhof van BASF Ludwigshafen naar Antwerpen moest brengen is een gevaarlijk goedje. Het is zuur, reactief, oxidatief en wateronttrekkend. Het reageert met veel metalen onder vorming van waterstof. Wie de invloed van geconcentreerd zwavelzuur op een gewone organische verbinding als suiker wil bekijken moet maar eens de trefwoorden 'sulfuric acid' en 'sugar' intikken bij YouTube. Bij de verdunning van zwavelzuur met water komt zoveel warmte vrij dat de vloeistof kan gaan borrelen, koken en spatten, zoals dat ook gebeurt als je gootsteenontstopper (NaOH, caustic soda) met water verdunt. Het is daarom raadzaam, zeggen alle scheikundigen, om geconcentreerd zwavelzuur langzaam in overmaat water te laten lopen en nooit andersom. Tot zover de encyclopedie. Gevaarlijk, agressief en bijtend, daar gaat niets van af. Maar giftig? Zijn zout, zoutzuur, alcohol en azijnzuur giftig? Zoals de renaissance-geleerde Paracelsus al zei: 'Alle Ding' sind Gift, und nichts ohn' Gift, allein die Dosis macht dass ein Ding kein Gift ist'. Het is maar hoeveel je ervan binnen krijgt. Het onbedoeld en abrupt leegstromen van de Waldhof hoeft niet per se een ramp te worden. Zwavelzuur is opgebouwd uit het soort ionen waaraan van nature geen gebrek is in de Rijn. Het sulfaatgehalte van het Rijnwater ligt rond de 60 mg per liter, een extra dosis sulfaat zal niet gauw zware milieuschade toebrengen. En als het zuur goed met water verdund wordt blijft er van dat bijten ook niet veel over. Zo komt het misschien dat *Innenstaats-*

*sekretär* Roger Lewentz durfde voorstellen om de inhoud van de Waldhof, als alles tegenzit, inderdaad maar gewoon te laten weglopen in de Rijn. *Kontrolliert Ablassen*. De tanker bevat bijna 24.000 ton zwavelzuur van 96 procent. Dat heeft een dichtheid van 1,84 kg per liter. Als je 50 liter per seconde de Rijn inpompt ben je in iets meer dan zeven uur klaar. En geen haan die ernaar kraait. Het uitgewerkte voorstel stond in de *Mainzer Rhein-Zeitung* van 21 januari. Waar doet dit aan denken? Aan een volkomen identiek ongeluk dat tien jaar geleden plaats vond. Weer de Rijn, weer geconcentreerd zuur. In november 2001 vloog de Nederlandse tanker Stolt Rotterdam in brand bij het afleveren van 1.800 ton geconcentreerd salpeterzuur aan de steiger van chemieconcern Bayer. In de buurt van Krefeld

kwam ruim 100.000 liter van het zuur in de rivier terecht, zo'n 8 procent van de inhoud. Een normaal mens vergeet het, maar het betreffende bericht (in de *Volkskrant* van 22 november 2001) figureert als eigentijdse opgave in het moderne scheikundeboek Pulsar Chemie (vwo bovenbouw). Het ANP had gelijk maar gesproken van een 'uiterst giftige stof', een 'gifwolk', 'hevige paniek' en een bijna 'milieuramp'. Maar de *Volkskrant* deed het heel wat kalmer aan. Het was misschien een lokale milieuramp, maar de stichting Reinwater verwachtte niet dat Nederland er iets van zou merken. Ook salpeterzuur is niet giftig. De bijbehorende sommetjes in Pulsar Chemie zijn weer tamelijk chaotisch, het boek is hier al eens eerder genoemd. Zo moeten de leerlingen uitrekenen hoeveel liter salpeterzuur er in de Stolt Rotterdam zat, aannemende dat het salpeterzuur zuiver salpeterzuur was, maar tegelijk dat het 14 molair was. Dat is niet hetzelfde. Hoewel onbekend is in welk tempo de Stolt Rotterdam zijn lading verloor neemt Pulsar Chemie aan dat het 10



FOTO: S.A.F.F.

# Zuurmonster in de Rijn



minuten duurde (170 liter per seconde) en dat daarbij direct volledige menging ontstond met het langstroomende Rijnwater. De Rijnafvoer wordt op 2.000 m<sup>3</sup>/s geschat. De leerlingen moeten uitrekenen wat de pH (zuurgraad) van het verzuurde Rijnwater is, kennelijk ook weer aannemende dat Rijnwater 'zuiver' water is. De pH voor dit theoretisch geval komt uit op 2,9. (Dat

daarna wordt gevraagd hoeveel minuten je moet wachten tot de pH één pH-eenheid hoger is geworden laat zien dat de Pulsar-auteurs geen benul hebben van het mengproces in de rivier.) Vandaag is essentieel dat de stichting Reinwater gelijk heeft gekregen. De kwaliteit van het Rijnwater zoals dat bij Lobith ons land binnenstroom wordt continu bemonsterd door de

Waterdienst van Rijkswaterstaat. In de dagen na het ongeluk bij Krefeld is niets bijzonders gemeten aan pH en nitraatgehalte, heeft de dienst in Lelystad deze week nog even nagekeken. Het berekende pH-effect wordt in werkelijkheid enorm gedempt door het krachtige buffervermogen van de rivier (geleverd door bicarbonaat en kalk) en reacties met de vrij zwevende deeltjes. Makkelijk rekent men uit wat het effect van de voorgestelde gecontroleerde lozing van zwavelzuur zou zijn. De afvoer van de Rijn is op dit moment weer 2.000 m<sup>3</sup>/s, de pH die volgens het Pulsar-model te verwachten is komt dan uit op 3,1. De orde van grootte is helemaal die van 2001, een belangrijk verschil met 2001 is wel dat er na ruim 7 uur gecontroleerd pompen een zuurvlak ter lengte van zo'n 30 km de Rijn afzakt (aannemende dat de gemiddelde stroomsnelheid in de Rijn 4 km/h is). Maar wat zou er in werkelijkheid gebeuren? Hierop heeft dr. Martin Keller van de Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz desgevraagd antwoord gegeven. Hij deed wat het meest voor de hand ligt: hij titreerde monsters Rijnwater met sterk zuur om het pH-effect proefondervindelijk te bepalen. Ook gebruikte hij een bestaand rekenmodel voor de optredende menging. Ten slotte nam hij een iets kalmer lozingstempo aan dan hierboven genoemd: óf 14 liter zuur per seconde óf 28 liter. In het eerste geval zou de bestaande pH-waarde van het Rijnwater in de onmiddellijke nabijheid van het schip (de dichtstbijzijnde 500 m<sup>3</sup>) zakken van 8 naar 6,8. In het tweede geval van 8 naar 6,0. Maar 35 kilometer stroomafwaarts zou de pH-daling nog maar enige tienden pH-eenheid zijn. Overigens is zo'n vervuiling pas 50 kilometer stroomafwaarts helemaal door de rivier gemengd, noteert Keller, die eraan toevoegt dat deze berekende pH-dalingen *unkritisch* zijn voor de fauna van de Rijn. De pH van het Rijnwater schommelt in de loop van een jaar tussen 6,5 en 8,5. Geen zorgen voor morgen, dus. Tenzij de Waldhof in één keer helemaal leegstroomt. Dan zal de buffercapaciteit te kortschieten, zegt Martin Keller, en de fauna zal zeker schade ondervinden. Maar hoeveel, dat is moeilijk te schatten. ●