



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## Jaap Kistemaker en uraniumverrijking in Nederland 1945-1962

Streefland, A.H.; Streefland A.H.

### Citation

Streefland, A. H. (2017, September 20). *Jaap Kistemaker en uraniumverrijking in Nederland 1945-1962*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/52965>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/52965>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/52965> holds various files of this Leiden University dissertation.

**Author:** Streefland, A.H.

**Title:** Jaap Kistemaker en uraniumverrijking in Nederland 1945-1962

**Issue Date:** 2017-09-20

## INLEIDING

### I ‘...in een arm en verwoest land...’

‘...in een arm en verwoest land...’ Zo begon Jaap Kistemaker zijn eigen versie van de geschiedenis van de ultracentrifuge in Nederland. In het naar de kleur van de kaft genoemde *Rode Boekje* schreef hij, aan de hand van herinneringen van oud-medewerkers, agenda’s van weleer en een enkel archiefstuk, zijn eigen versie van een van de meest belangwekkende naoorlogse technische ontwikkelingen in Nederland.<sup>1</sup> ‘Ik heb getracht,’ zo schreef hij in de inleiding, ‘zoveel mogelijk de simpele feiten en data voor zichzelf te laten spreken. Zij zijn slechts de broodkrumels gestrooid langs de weg door het grote bos. Velen werden opgepikt door de vogels waardoor het soms moeilijk was de weg terug te vinden naar de oorsprong.’

Een vergelijkbare opmerking kan worden gemaakt over het onderzoek naar de geschiedenis van uraniumverrijking in Nederland. Het *Rode Boekje*, geschreven in 1991, is nooit gepubliceerd. Dat mocht niet van het in Almelo gevestigde bedrijf Urenco, tot woede van Kistemaker. De ultracentrifuge techniek is namelijk geheim – nog steeds. Alle technische details van deze machines, vanaf 1 augustus 1960, vallen onder een strikt regime van geheimhouding. Blijkbaar stonden er in het boekje te veel geheimen. Toen ik een stuk of tien exemplaren van het *Rode Boekje* terugvond in het archief van het FOM-instituut AMOLF op het Science Park in Amsterdam, Kistemakers oude laboratorium, was het een openbaring. Eindelijk gedegen informatie over de geschiedenis van de ultracentrifuge. Er was namelijk verder zo goed als niets over te vinden.

Geen rapporten, geen verslagen, geen notulen: niets in Kistemakers wetenschappelijke archief ging over centrifuges. De ultracentrifuge was uit het archief verdwenen.

Kistemakers voormalige secretaresse, Louise Roos, wist me te vertellen waar het ultracentrifugearchief was gebleven. In 1982, toen Kistemaker met pensioen ging, verhuisde het naar Almelo en werd het ondergebracht bij Urenco. Daar kon de veiligheid en geheimhouding van de stukken, in tegenstelling tot op het Amsterdamse lab, worden gewaarborgd. Het archief bevond – bevindt – zich in een stalen kluis, onder de hoede van de technologische tak van Urenco, het bedrijf Enrichment Technology Company. Sinds 1982 wordt er daar zorg gedragen voor dit gedeelte van Kistemakers archief. Toegang tot deze kluis leverde mij de belangrijkste bouwstenen van deze studie. Rapporten, reisverslagen, originele patenten, zelfs handgeschreven aantekeningen van ontmoetingen en bijgewoonde lezingen lagen hier opgeborgen. Het bleek dat Kistemaker al de broodkrumels wel degelijk op één plek had bewaard.

Het Nederlandse onderzoek naar uraniumverrijking werd bijzonder succesvol. In 1971 is het Verdrag van Almelo ondertekend door Nederland, Duitsland en Engeland, waarin verregaande afspraken werden gemaakt over het delen van kennis en het gezamenlijk exploiteren van de technologie voor het verrijken van uranium. Het resultaat was het staatsbedrijf Urenco, dat nog steeds op grote schaal splijtstof levert aan kerncentrales over de hele wereld. Ook worden er stabiele isotopen voor de farmaceutische industrie gemaakt. Urenco produceert ongeveer 30 procent van de wereldproductie verrijkt uranium.

Dit boek gaat over de voorgeschiedenis van deze succesvolle industrie. De belangrijkste achterliggende vragen zijn: hoe komt het dat Nederland zo'n grote speler is geworden op het gebied van uraniumverrijking? En, daarnaast, hoe past het verrijkingsonderzoek in het wetenschappelijke landschap van de naoorlogse periode? In hoeverre ging het hier om een nieuwe en eigensoortige vorm van wetenschappelijk onderzoek?

‘...in een arm en verwoest land...’ bereikte op 6 augustus 1945 de Nederlandse fysici het nieuws dat Hiroshima door een atoombom was verwoest. Drie dagen later volgde Nagasaki en op 14 augustus capituleerde Japan. Nederlandse fysici waren met stomheid geslagen. Het was de Amerikanen gelukt om in het geheim een bom te bouwen met verrijkt uranium als belangrijkste ingrediënt. Vrijwel direct werden er plannen gemaakt om ook in Nederland met atoom- en kernfysica aan de slag te gaan. Zowel wetenschappers als beleidsambtenaren en politici hielden succesvolle pleidooien voor investeringen in fysisch onderzoek op een voorheen ongekende schaal. Het overheersende sentiment was dat Nederland ver achterliep op de Verenigde Staten en Engeland en dat dit gat kleiner gemaakt, of zelfs gedicht, moest worden.

Direct zagen de beleidsmakers en wetenschappers echter in dat dit geen gemakkelijke opgave zou worden. Als de Amerikaanse ontwikkeling van de atoombom de Nederlandse fysici iets duidelijk maakte, dan was het wel dat dit gebied binnen de natuurkunde in de oorlog een gedaantewisseling moest hebben ondergaan. Nederlandse natuurkundigen en beleidsmakers probeerden na de oorlog om een passende manier te vinden om de fysica voor de lange termijn op te bouwen. Een flinke schaalvergroting was een belangrijke eerste stap.<sup>2</sup> Deze schaalvergroting manifesteerde zich voornamelijk in een groei van de budgetten voor onderzoek naar natuurkunde en in een daarbij behorende uitbreiding van de mankracht die voor het uitvoeren van het onderzoek nodig was. Ook universiteiten en hogescholen groeiden aanzienlijk in de naoorlogse jaren. Daarnaast werd ingezet op een internationalisering van het onderzoek. In zekere zin was dit een voortzetting van wat er voor de oorlog al was opgebouwd. Er ontstonden internationale netwerken, er kwamen uitwisselingen op gang, wetenschappelijke tijdschriften internationaliseerden en er werden multilaterale projecten opgezet (denk bijvoorbeeld aan CERN). Wat betreft de opbouw van atoom- en kernfysica in Nederland was het zaak een academische en buitenacademische infrastructuur op te bouwen. De belangrijkste stap hierin was zonder twijfel de oprichting van de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie, ofwel FOM.

Er ontstonden concrete plannen om een kernreactor te ontwikkelen.

Twee overblijfselen uit de oorlog boden handvatten voor het toespitsen van het onderzoek. Ten eerste was Philips tijdens de oorlog begonnen met de ontwikkeling van een deeltjesversneller, een cyclotron. Onder FOM-vlag werd hierop in het Amsterdamse Instituut voor Kernfysisch Onderzoek (IKO) voortgebouwd. Ten tweede was er vóór de oorlog op voorspraak van de fysicus Wander de Haas door de Nederlandse regering een partij van 10 ton natuurlijk uranium aangeschaft. Het bezit van deze vaatjes gaf aanleiding tot verschillende onderzoeken naar het zuiveren en verrijken van uranium. In de eerste naoorlogse jaren waren dit de twee belangrijkste pijlers van het kernfysische onderzoek in Nederland.

Voor het onderzoek naar uraniumverrijking werd de jonge fysicus Jaap Kistemaker door de heren van FOM uitverkoren om dé specialist op dit gebied te worden. Het onderzoek van Kistemaker tekende zich tegen de context van deze twee brede veranderingen, schaalvergroting en internationalisering, af. Sterker nog, het project dat Kistemaker na de oorlog begon, was kenmerkend voor de nieuwe, moderne manier van het bedrijven van de fysica. De schaal van het onderzoek naar de grote elektromagnetische isotopenseparator was relatief groot – er bestonden in Nederland zonder twijfel grotere projecten (denk bijvoorbeeld aan het IKO en de grootschalige astronomische projecten), maar het apparaat vulde wel een flinke fabriekshal. Daarnaast diende het onderzoek naar uraniumverrijking voornamelijk een internationaal doel. Het was een kwestie van prestige in de ontluikende Koude Oorlog om als ‘klein landje’ uranium te verrijken. De plannen van FOM voor het bouwen van een Nederlandse kernreactor werden in de loop van de jaren veertig gecombineerd met vergelijkbare Noorse plannen, waardoor een Noors-Nederlandse samenwerking ontstond. Hierin speelde het uranium van Kistemaker een kleine maar toch opzienbarende rol.

Voor een deel zijn de bovengenoemde veranderingen te vatten onder de noemer van bredere veranderingen in de wetenschappelijke wereld in deze periode. Wetenschap werd steeds meer toepassingsgericht, waarbij de nadruk kwam te liggen op commerciële

doelen en het managen van wetenschappelijke projecten. Het onderzoek van Kistemaker is een goed voorbeeld van deze nieuwe ‘soort’ wetenschap, die later in de twintigste eeuw dominant werd en in de eerste decennia van de eenentwintigste eeuw verder door-groeide. Verderop in deze inleiding kom ik hier uitgebreid op te-rug.

Ten slotte kan dit boek in zijn geheel gelezen worden vanuit het perspectief van de steeds ingrijpendere invloed van de Koude Oorlog. Binnen de wetenschapsgeschiedenis is de laatste jaren een ware hype ontstaan rondom *Cold War Science* omdat is gebleken dat een groot deel van de naoorlogse wetenschappelijke praktijk vanuit het perspectief van de Koude Oorlog gezien kan worden. Dit onder-zoek is een aanvulling op die literatuur. Uraniumverrijking is *Cold War Science* pur sang. Het hangt nauw samen met de ontwikkeling van atoomwapens en kernreactoren. Verschillende nationale, inter-nationale en transnationale sentimenten speelden een grote rol. Thema’s die typisch voor de Koude Oorlog zijn, komen in de pro-jecten van Kistemaker naar voren: geheimhouding, ingewikkelde wetenschappelijke kennisuitwisseling, vormen van spionage. Later in deze inleiding zal dieper ingegaan worden op de rol die de Koude Oorlog speelde.

## 2 Jaap Kistemaker

Een studie naar uraniumverrijking in Nederland betekent onver-mijdelijk ook een studie naar Kistemaker. Hij was een markant fi-guur, had een bijzonder doorzettingsvermogen, een scherp oog voor innovaties en het vermogen om de juiste mensen om zich heen te verzamelen. Tegelijkertijd was hij koppig en bij vlagen politiek onhandig. Herhaaldelijk vroegen zijn leidinggevendenden van de Stichting FOM zich af of Kistemaker wel de meest geschikte figuur was om het onderzoek naar uraniumverrijking in Nederland te lei-den. Maar van dezelfde bazen kreeg hij keer op keer wel een grote vrijheid in het uitvoeren van het onderzoek. Vooral in de tweede helft van de jaren vijftig schoten de budgetten voor het ultracentri-

fugeproject omhoog, van een ton tot meer dan een miljoen gulden per jaar.

Het zou oneerlijk zijn tegenover de talloze medewerkers, technici, beleidsmakers en bestuurders om het uiteindelijke succes – want het werd een succes – puur en alleen aan Kistemaker toe te schrijven. Hun rol mag niet onderschat worden. Tegelijkertijd is het niet overdreven om te stellen dat het grote succes, in de vorm van een commercieel levensvatbaar procedé van uraniumverrijking, zonder Kistemaker niet behaald zou zijn. Dit is de belangrijkste reden dat er in dit onderzoek voor is gekozen om bij het schrijven van deze geschiedenis Kistemaker centraal te stellen en hém te volgen. Hij is de leidraad van deze geschiedenis.

Dat maakt dat dit boek op een bepaalde manier ook een biografie van Jaap Kistemaker is, zij het met beperkingen. Zo valt de einddatum van deze studie, rond 1963, midden in zijn carrière. Er volgde nog veel interessant onderzoek en hij zou nog bijna twintig jaar directeur van het FOM-laboratorium voor Massaspectrografie, later AMOLF genoemd, blijven, tot 1983. Daarnaast wordt in deze studie de nadruk gelegd op zijn werk aan uraniumverrijking, terwijl er op het laboratorium ook belangwekkend ander onderzoek plaatsvond. Ook is voor deze studie nauwelijks gebruikgemaakt van privéarchiefmateriaal. Naast het gegeven dat dergelijk materiaal vrijwel niet beschikbaar was, is ervoor gekozen om de nadruk op de geschiedenis van het onderzoek naar uraniumverrijking te leggen.

Dat neemt niet weg dat voor een goed begrip van het onderzoek enig inzicht in de persoon Kistemaker onontbeerlijk is. Voor die beeldvorming heb ik veel baat gehad bij de verschillende gesprekken die ik met familieleden en oud-collega's heb gehad. De belangrijkste daarvan waren Renée Kistemaker, Cees Zilver schoon, Fridtjof Kelling, Frits de Heer, Dolf de Vries, Cees le Pair, Frans Saris en Dirk van Delft (die een interview met Kistemaker zelf heeft gehouden).

Wat is het bestaande beeld van Kistemaker? Vooral in de jaren zestig en zeventig werd hij ongewild een bekende Nederlander. Die bekendheid kende twee kanten. Centraal in het proces van beroemd worden stond de Cellastic-affaire, waarin een vermeend oorlogsver-

leden werd verbonden aan zijn verrijkingswerk. Vanuit communistische hoek werd hij daardoor verguisd: zijn woonhuis en laboratorium waren meermaals doelwit van protesten. Ook werd hij door velen gezien als het prototype van een technocraat (in de negatieve zin van het woord). Er werd wel eens gesuggereerd dat Kistemaker model stond voor de geniale maar ook kwaadaardige professor Joachim Sickbock uit de Bommelsaga van Marten Toonder, die met zijn uitvindingen denkt de wereld vooruit te helpen, maar eigenlijk vooral op zoek is naar faam. Aangezien Sickbock in 1941 voor het eerst verscheen, lang voordat Kistemaker bekendheid verwierf, is het onwaarschijnlijk dat Sickbock direct op Kistemaker is gebaseerd. Desondanks zou het natuurlijk best kunnen dat Toonder later bepaalde karaktertrekken van de Amsterdamse wetenschapper (die zeker een reputatie als uitvinder had) heeft geleend.<sup>3</sup>

Maar Kistemaker had ook trouwe volgelingen en bewonderaars. Daaronder vinden we niet alleen zijn naaste medewerkers, maar ook buitenstaanders die onder de indruk waren van zijn wetenschappelijke en maatschappelijke inspanningen. Hij werd gezien als een moderne uitvinder, die de wereld middels nieuwe technologie kon verbeteren. Met een scherp oog voor de organisatorische kant van de wetenschap wist hij nieuwe technologieën een plek in de maatschappij te geven. Het is dan ook in deze context dat een van de FOM-bestuurders zich in 1962 afvroeg: ‘Is hij soms een “man met gouden vingers”?’<sup>4</sup>

### 3 Een nieuwe wetenschap

De achterliggende doelen van de twee projecten die Kistemaker in de jaren veertig en vijftig opzette voor de verrijking van uranium waren bijzonder eenvoudig. De elektromagnetische isotopenseparator werd gebouwd met als doel het scheiden van isotopen en specifiek uraniumisotopen. De latere ultracentrifuges werden puur en alleen ontwikkeld om uranium te verrijken. Perfectionering en vervolgens industriële toepassing van deze technologie zou tot economisch gunstige ontwikkelingen kunnen leiden. Er bestond de hoop

dat deze machines verrijkt uranium zouden kunnen gaan produceren voor de internationale markt. Men wilde aldus de concurrentie aangaan met andere landen die uranium verrijkten, in het bijzonder de Verenigde Staten. Dit geeft aan dat de beide projecten grotendeels technologisch van aard waren: het werkend krijgen en vervolgens perfectioneren van apparaten waarvan de achterliggende fysica goeddeels bekend was. Het ging Kistemaker niet om het toetsen van een nieuwe natuurkundige wet, het vinden van een nieuw deeltje of het opzetten van een nieuwe theorie. Dat zijn uitingen van wetenschapsbeoefening die traditioneel aan de fysica worden toegeschreven, maar op deze projecten niet van toepassing lijken te zijn. De aard van Kistemakers projecten was technologisch en toegepast. Ze werden met een duidelijk doel voor ogen opgezet, uitgevoerd en geperfectioneerd. Projecten die je eerder binnen een bedrijf verwacht.

Dat gegeven roept de vraag op in hoeverre deze projecten *wetenschappelijk* van aard waren. Een risico is dat deze vraag als een waardeoordeel opgevat kan worden, maar dat is niet de kant die ik op wil gaan. Dat deze projecten het predicaat wetenschap wellicht niet verdienen betekent allesbehalve dat het niet knap, goed of intellectueel hoogstaand was wat Kistemaker voor elkaar kreeg. Wel betekent het dat deze projecten gezien kunnen worden als een goed voorbeeld van een nieuwe soort van wetenschapsbeoefening, waarbij het doel vooropstaat en dat doel niet zozeer nieuwe kennis behelst als wel een nieuwe vorm van ‘kunnen’, in de zin van een nieuwe, commercieel levensvatbare techniek. Achter dit doel schuilt geen fundamentele natuurkundige vraag.

Dat neemt niet weg dat de projecten wel ondergebracht werden bij de Stichting voor *Fundamenteel* Onderzoek der Materie. Bovendien waren er weinig mensen die twijfelden aan de wetenschappelijke kwaliteit van Kistemakers onderzoeken. Over het algemeen werd het – door collega’s, door beleidsmakers – wel degelijk als wetenschap gezien en dat was niet zonder reden. Het bereiken van het praktische doel vereiste namelijk het oplossen van tal van wetenschappelijke vraagstukken. Zo nu en dan ontstonden er problemen bij de ontwikkeling van de te construeren apparaten. Hieruit kon-

den losstaande onderzoeken ontstaan, die vaak veel ‘wetenschappelijker’ waren dan het hoofdonderzoek. Van deze wetenschappelijk spin-offs waren de achterliggende vragen bovendien vaak wél fundamenteel van aard.

Een goed voorbeeld van dergelijke wetenschappelijke spin-offs is het onderzoek naar *sputtering*, waarbij de fysische mechanismen achter zowel de opname als de terugkaatsing van op materie botsende deeltjes uit de elektromagnetische isotopenseparator werd onderzocht. Een goed begrip van sputtering kon in eerste instantie gebruikt worden om het rendement van het apparaat te verhogen. Desondanks gaf het onderzoek naar sputtering in de jaren zestig aanleiding tot onderzoeken naar ionenchaneling en in de jaren zeventig naar ionenimplantaties, wat op haar beurt de basis werd voor de halfgeleiderindustrie van computerchips. De spin-off kon soms dus wetenschappelijk belangwekkender zijn dan het technologische hoofdonderzoek. Daarnaast moet niet uit het oog worden verloren dat de onderzoeken van Kistemaker niet op een universiteit werden verricht. Het Laboratorium voor Massaspectrografie was een FOM-instituut dat wel banden onderhield met de Universiteit van Amsterdam, maar volledig onafhankelijk van de academische wereld functioneerde.

Maar belangrijker dan de vraag in hoeverre deze projecten wel of niet wetenschappelijk waren, is de observatie dat de grens tussen technologie en wetenschap vervaagde. Dit soort onderzoek kwam tijdens de oorlog op (denk bijvoorbeeld aan het Manhattanproject en aan de ontwikkeling van radar) en nam in de loop van de twintigste eeuw een hoge vlucht. Wetenschapshistorici hebben hiervoor de term *technoscience* geïntroduceerd, waarbij de twee in elkaar geschoven woorden aangeven dat het onderscheid is verdwenen.<sup>5</sup>

Een andere manier om de veranderende wetenschappelijke wereld te omschrijven, is in de jaren negentig door de wetenschaps sociologen Helga Nowotny, Peter Scott en Michael Gibbons naar voren geschoven. Hiervoor introduceerden zij de term *Mode 2 science*, bedoeld als tegenhanger van ‘the old paradigm of scientific discovery’, *Mode 1* genoemd.<sup>6</sup> Alhoewel dit ‘postmoderne’ etiket zeker niet onomstreden is, biedt het wel een aantal handvatten voor het in-

zichtelijk maken van de verregaande veranderingen in de wetenschappelijke praktijk in de twintigste eeuw. In navolging van de betreffende auteurs licht ik er drie aspecten uit, waarbij moet worden aangetekend dat dit zeker niet bedoeld is als een volledige omschrijving van de veranderende wetenschap.

Allereerst werden de prioriteiten van de wetenschap steeds meer gestuurd. De auteurs onderscheidden drie niveaus van waaruit dit gebeurde: het supranationale niveau, waaronder bijvoorbeeld Europa kan worden verstaan, het nationale niveau en het niveau van de organisatie of instelling, in ons geval bijvoorbeeld FOM of het Reactor Centrum Nederland (RCN). Deze niveaus hebben verschillende agenda's en wensen om bepaalde sociale en economische doelen te bereiken. Zo was het achterliggende doel van RCN om een werkende kernreactor te bouwen (of te kopen) en kwam het centrifugeproject van Kistemaker er als een extraatje bij. Voor FOM had het project primair een wetenschappelijke waarde, terwijl Den Haag, op het moment dat de ministeries erbij betrokken raakten, voornamelijk geïnteresseerd was in de economische mogelijkheden van ultracentrifuges.

Een tweede verandering is de toenemende commercialisering van de wetenschap, waarbij voornamelijk gedacht moet worden aan het afnemen van publieke financiering en het toenemen van publiek-private samenwerkingen. Anders gezegd was er een toenemende marktwerking in de wetenschap. Weliswaar hadden grote bedrijven als Philips en Shell hun eigen onderzoekslaboratoria, toch ontstonden in de naoorlogse periode verregaande samenwerkingen tussen publieke en private instellingen. Het cyclotron dat bij het IKO werd ontwikkeld is een vroeg voorbeeld, net als de verschillende vormen van samenwerking die Kistemaker met het bedrijf Werkspoor opbouwde.

Een derde element dat de auteurs van de boeken en artikelen over Mode 2 aankaartten, is de toename van het beheer (*management*) en de verantwoording (*accountability*) van de wetenschap, wat zich vooral uitte in toenemende rapportage en evaluatie van wetenschapsprojecten. Zoals we in de hoofdstukken over de ultracentrifuge zullen zien, nam dit in de late jaren vijftig en jaren zestig voor

het verrijkingproject bijna absurde vormen aan. Dikke rapporten en evaluaties, vaak met dezelfde strekking, werden geschreven.

Deze drie elementen zijn, in meer of mindere mate, terug te zien bij de projecten van Kistemaker. Dat maakt de onderzoeken naar uraniumverrijking tot zeer vroege voorbeelden van *Mode 2 science*. Bij het ontwikkelen van de grote elektromagnetische isotopenseparator draaide het onderzoek om het werkend krijgen van de machine, om vervolgens de gescheiden isotopen aan andere laboratoria – tegen een nette prijs – zowel in Nederland als op de internationale markt te verkopen. Bij de ontwikkeling van de ultracentrifuges ging het nog verder: vanaf het begin was het de bedoeling om een nieuwe industrie op te zetten. Dat dit gebeurde binnen de kaders van FOM, terwijl het duidelijk was dat dit project nergens om fundamenteel onderzoek ging, maakt de ultracentrifuge zowel een extreem als een in Nederland zo goed als uniek voorbeeld van de hierboven beschreven nieuwe soort van wetenschapsbeoefening. Zelfs recenter zijn er weinig voorbeelden te bedenken van vergelijkbare (qua schaal, qua opzet) projecten.

Er is nog een andere invalshoek mogelijk. Bijna deze hele geschiedenis kan worden gezien als een gecompliceerd spel rond verwachtingsmanagement. Vooral in de eerste jaren van het ultracentrifugeproject komt dit duidelijk naar voren. Het was een project van de lange adem, waarbij in de eerste jaren nog geen gram uranium kon worden verrijkt. Kistemaker had aan leidinggevenden, ambtenaren, commissies en ministeries eigenlijk weinig te bieden. Desalniettemin was het een project waar veel geld voor moest worden geworven. Daarom was het zaak de verwachtingen keer op keer te voeden. Er moesten dromen levend worden gehouden, anders kon de stekker er zo worden uit getrokken. De manier waarop Kistemaker de kritische partijen wist te overtuigen, is niet alleen een doorlopende lijn in dit boek, maar mijns inziens ook een belangrijk aspect van de naoorlogse wetenschap. Het hangt samen met de wens om wetenschapsprioriteiten te sturen. Als fysicus was het niet meer een kwestie van even langslopen bij de minister-president; er moest rekening worden gehouden met een heel netwerk aan personen en instanties die achter het onderzoek moesten staan.<sup>7</sup>

## 4 Koude Oorlog

Naast de context van de naoorlogse veranderende wetenschap speelt de Koude Oorlog door het gehele boek heen een belangrijke rol. Dat begrip verdient enige nadere toelichting, waarbij in het bijzonder twee aspecten zullen worden uitgelicht. Ten eerste kan de term *Koude Oorlog* soms verwarrend werken. Hij wordt niet alleen gebruikt voor het omschrijven van de oplopende spanningen tussen ‘het Westen’ en ‘het Oosten’, maar ook als periodisering: van ruwweg 1945 tot 1962, als na de Cubacrisis de de-escalatie begint, of 1989, wanneer de Sovjet-Unie uit elkaar valt. Daarnaast worden bepaalde ideeën en concepten omschreven als typisch voor de Koude Oorlog – zaken als geheimhouding, Amerikaanse inmenging in wetenschappelijke projecten, maar ook het onderwerp van dit boek, uraniumverrijking. Het is vaak onduidelijk in hoeverre deze aspecten direct te maken hebben met de internationale spanningen van de Koude Oorlog, of er vooral mee worden geassocieerd omdat ze er temporeel mee samenvallen. Machines met grote controlepanelen kunnen bijvoorbeeld een Koude Oorlog-uitstraling vertonen (wellicht versterkt door de James Bondfilms), terwijl dat slechts een beeldende functie lijkt te hebben. De Koude Oorlog is daarmee op een bepaalde manier een containerbegrip geworden. Zowat alles kan eronder vallen.

Met het bovenstaande samenhangend, is het, ten tweede, niet altijd even duidelijk welke rol de Koude Oorlog – en dan voornamelijk de geopolitieke spanningen – in de wetenschappelijke wereld in Nederland speelde. In hoeverre was er überhaupt sprake van inmenging van militaire en machtspolitieke belangen in het onderzoek tijdens de Koude Oorlog? Bleef de Nederlandse wetenschap niet juist gespeend van dergelijke inmenging? David Baneke wijst er in een recent artikel over het Nederlandse wetenschapsbeleid op dat voorzichtigheid geboden is: de gigantische groei van de bètawetenschappen in grote delen van Europa kan niet uitsluitend of zelfs in hoofdzaak worden teruggevoerd op de militaire rivaliteit met het Oostblok. Economische drijfveren speelden vaak een grotere rol. Daarbij gold de rivaliteit niet alleen met de Verenigde Sta-

ten, maar ook intra-Europees. Hoe het Europese krachtenveld eruitzag werd op zijn beurt wel weer in sterke mate beïnvloed door de geopolitieke spanningen tussen Oost en West.<sup>8</sup>

De wetenschapshistorische studie van de Koude Oorlog heeft in de laatste tien jaar een hoge vlucht genomen. De inmiddels klassieke studie die mede voor deze populariteit heeft gezorgd is het boek *American Hegemony and the Postwar Reconstruction of Science in Europe* van de Amerikaan John Krige.<sup>9</sup> In deze studie legt Krige bloot op welke manier en met welke doeleinden de Amerikanen zeer veel geld investeerden in de naoorlogse Europese wetenschap. Het beleid van de vs was erop gericht om de Amerikaanse geopolitieke machtspositie in Europa te verstevigen, als een soort buffer tegen de Sovjet-Unie. Dit gebeurde op veel verschillende manieren en terreinen, waar de wederopbouw van de Europese wetenschap er één van was. Het ging Amerika op een bijna imperialistische manier om het verstevigen van de Amerikaanse hegemonie, juist door op grote schaal te investeren in Europese wetenschap. Verschillende substantiële financiële en materiële injecties vormden hiervan de kern, waarvan de Marshallhulp de bekendste was. Maar ook door middel van, bijvoorbeeld, onderzoeksbeurzen, zoals het bekende Fulbright-programma en privé-instituten als de Ford en Rockefeller Foundations, werd de Amerikaanse positie verstevigd.

Mede naar aanleiding van het boek van Krige zijn de laatste jaren, zowel in Europa als in Amerika, talloze studies uitgevoerd naar de omvang en nasleep van deze Amerikaanse inmenging in de naoorlogse wetenschapsbeoefening.<sup>10</sup> Zo heeft de Zweed Mikael Nilsson laten zien dat ook het neutrale Zweden en Zwitserland deel uitmaakten van het grotere 'military-industrial-academic complex' dat door de Verenigde Staten werd opgebouwd tijdens de Koude Oorlog.<sup>11</sup> In Denemarken is een grote studie uitgevoerd naar het geografisch strategisch gelegen Groenland, waar de vs tal van activiteiten ontplooiden.<sup>12</sup> De nadruk kwam naast nationale en internationale onderzoeken ook te liggen op *transnationale* studies, waarbij grensoverschrijdende samenwerkingen centraal kwamen te staan.<sup>13</sup> Dat het perspectief van Krige ook meer biografisch getinte verhalen kan verrijken, laat bijvoorbeeld de wetenschapshistoricus Peder Ro-

berts zien in een biografische schets van de Deense oceanograaf Anton Bruun, die door de Amerikanen werd ingeschakeld om de Amerikaanse oceanografie op te bouwen als tegenhanger van de Sovjet-oceanografie.<sup>14</sup> Inmiddels is gebleken dat de meest uiteenlopende wetenschapshistorische thema's als de geschiedenis van radio-isotopen, penicilline en genetica, Kriges beeld kunnen gebruiken als een belangrijke, verhelderende achtergrond.<sup>15</sup>

Een van de belangrijkste kanttekeningen bij Kriges boek komt van Naomi Oreskes, die zich afvraagt waarom Amerika voornamelijk inzette op het financieren van 'basic research', oftewel fundamentele en zuivere wetenschap en niet op toegepaste wetenschap. Zou dat de door beide partijen gewenste technologische wederopbouw niet veel gemakkelijker hebben gemaakt?<sup>16</sup> Krige wijst in zijn boek op een aantal mogelijke verklaringen. Zo was voor de Amerikanen directe economische concurrentie vanuit Europa ongewenst – de hegemonie moest immers behouden blijven. Dit is een argument dat ook in de loop van dit boek nog de revue zal passeren. Maar wellicht belangrijker is dat de Amerikanen ervan overtuigd waren dat investeringen in *fundamentele* wetenschap op de lange termijn het grootste opbouwende effect zouden hebben. Dit idee was gemeengoed bij Amerikaanse wetenschappers en beleidsmakers. Vaak werd naar het beroemde gedachtegoed van Vannevar Bush verwezen, die met zijn pleidooi voor *basic research* uit 1945 aan de wieg stond van de oprichting van de National Science Foundation in 1950.<sup>17</sup> Ook in Nederland werden de ideeën van Vannevar Bush een van de pijlers van het wetenschapsbeleid. Het kabinet-Schermerhorn zette in op substantiële investeringen in fysisch onderzoek. Het onderzoek moest op een andere schaal gebeuren dan voor de oorlog en voornamelijk gebaseerd worden op fundamenteel onderzoek – vandaar ook de oprichting van FOM.

Tegelijkertijd traden er grote veranderingen op in de status van Nederland in de wereld. Met het verlies van Nederlands-Indië en toetreding tot de NAVO veranderde de internationale status van het land. Ook was Nederland van meet af aan deelnemer van het Europese integratieproces. Over het algemeen wordt er in de (wat oudere) literatuur van uitgegaan dat Nederland vanaf 1949 optrad als

een trouwe bondgenoot van de Verenigde Staten. En dat niet alleen, ook was er sprake van een brede veramerikanisering in Nederland.<sup>18</sup> Maar op deze beelden blijkt wel wat af te dingen. Zo beargumenteert Van Splunter in zijn toonaangevende proefschrift dat Nederland juist een veel zelfstandiger pad bewandelde dan veelal wordt gedacht. Hij spreekt aangaande de ontwikkeling van kernenergie zelfs over een ‘alleingang’, althans in de eerste tien jaren na de oorlog. Pas daarna, toen de Verenigde Staten overgingen tot internationalisering van het vreedzame gebruik van kernenergie middels de Atoms for Peace-plannen, ging Nederland overstag en aanvaardde de regering het Amerikaanse leiderschap op nucleair gebied, zo beargumenteert Van Splunter.<sup>19</sup>

De rol die de Koude Oorlog speelt in deze studie wijst op een vergelijkbare tendens. In de periode tot 1955 was de invloed van internationale belangen op het werk aan uraniumverrijking minimaal. Maar vanaf Atoms for Peace en de start van het onderzoek naar ultracentrifuges verschoof dit, met twee kantelpunten in het onderzoek tot gevolg. Het eerste was het bezoek van de Duitse fysicus en uitvinder Gernot Zippe aan Kistemaker in 1957. Zippe kwam net terug uit Russisch krijgsgevangenschap, waar hij aan de Zwarte Zee had gewerkt aan de ontwikkeling van ultracentrifuges. Aan Kistemaker speelde hij waardevolle informatie over de centrifuges door. Het tweede moment was toen de Amerikanen in 1960 verzochten om het gehele centrifugeonderzoek geheim te verklaren. Dit kan gezien worden als hét moment in deze studie waarop de vs gebruikmaakten van hun hegemonie en macht. In hoofdstuk zeven zal hier uitgebreid op worden ingegaan.

## 5 Periodisering: 1945-1962

Dit onderzoek omvat de jaren 1945-1962. Het boek bestaat uit twee delen, die de twee belangrijkste onderzoeksprojecten naar het scheiden van isotopen weerspiegelen. Van grofweg 1946 tot 1955 ontwikkelde Kistemaker een grote elektromagnetische isotopenseparator. Hiermee werd in 1952 voor het eerst uranium verrijkt. Vanaf 1955

begon hij een groots opgezet onderzoek naar een andere techniek voor het scheiden van uraniumisotopen, namelijk ultracentrifuges. Over de ontwikkeling van deze technologie gaat de tweede helft van dit boek.

De studie begint na het einde van de Tweede Wereldoorlog, toen Kistemaker zich in de laatste fase van het schrijven van zijn proefschrift bevond. Kort daarna werd hij door zijn begeleider op het spoor van uraniumverrijking gezet. Wellicht is het verbazingwekkend dat de oorlogsperiode goeddeels achterwege wordt gelaten. Immers, veel mensen kennen Kistemaker van de publieke ophef die in latere perioden ontstond over zijn oorlogsverleden. Tijdens de oorlog werkte Kistemaker bij het Nederlandse concern Cellastic, waarvoor hij in Parijs wetenschappelijke informatie verzamelde. Cellastic bleek een dekmantel te zijn van het Duitse spionageapparaat en de verzamelde informatie werd doorgespeeld aan hogergeplaatste nazi's.

Op het eerste gezicht komt hieruit een belastend beeld van Kistemakers betrokkenheid naar voren, maar nadere inspectie van de primaire en secundaire bronnen laat zien dat de zaak aanzienlijk ingewikkelder in elkaar zat.<sup>20</sup> Allereerst blijft het lastig om aan te tonen dat Kistemaker wist van de achtergrond van het concern. Kistemaker zelf heeft verschillende dingen volgehouden: van het standpunt dat hij nergens van wist tot het idee dat het contraspionage betrof. Maar bijvoorbeeld Samuel Goudsmit, die de zaak vanaf 1946 aan het rollen bracht, moest hier niets van weten.<sup>21</sup> Daarnaast heeft Kistemaker binnen Cellastic een kleine rol gespeeld. Van spionage kan nauwelijks sprake zijn geweest, maar feit is wel dat hij verschillende keren naar Parijs is afgereisd. Ten derde was de aanzet tot de ophef die in 1960 voor het eerst ontstaat over Kistemakers oorlogsverleden enigszins dubieus en mogelijk lasterlijk. De beschuldigingen van collaboratie kwamen uit communistische hoek en waren niets minder dan een politieke hetze tegen zowel de persoon Kistemaker als tegen zijn wetenschappelijk bedrijf. Veel dwarsverbanden die door de communisten werden geponeerd, bleken ongefundeerd en daarnaast werd de ophef kunstmatig wekenlang in gang gehouden. Bovendien is er al veel onderzoek ge-

daan naar de rol van Kistemaker binnen Cellastic, zonder dat dat tot duidelijkheid heeft geleid.<sup>22</sup>

De keuze om deze studie ‘pas’ in 1945 te laten beginnen heeft voornamelijk te maken met het feit dat daarvoor nog niemand aan isotopenscheiding, het eigenlijke onderwerp van dit boek, werkte. Daarnaast werd, zoals hierboven al geschetst, het belang van Kistemakers oorlogsverleden pas duidelijk toen er in 1960 ophef over ontstond. Daarvóór was het nauwelijks een punt. Daarom is ervoor gekozen om de Parijse bezoeken van Kistemaker voor Cellastic niet aan het begin van deze studie te behandelen, maar hierop pas op het moment dat dit speelde, namelijk in 1960, dieper in te gaan. Feitelijk ontstaat hieruit meer een beeld van de hetzeachtige campagne die door het dagblad *De Waarheid* werd opgezet, dan een beeld van wat er nu eigenlijk in Parijs was gebeurd.

In 1962 stopte Kistemaker zijn werkzaamheden als leider van het ultracentrifugeonderzoek. Dat moment wordt gebruikt als natuurlijk eindpunt van deze geschiedenis. Na de overdracht van het project bleef Kistemaker als adviseur betrokken bij de verdere ontwikkeling van de centrifuge, maar zijn rol was nu sterk verschillend van het eerdere leiderschap. Bovendien verhuisde het centrifugeonderzoek rond die tijd vanuit Kistemakers FOM-laboratorium naar een andere locatie. Aan de Wenckebachweg in Amsterdam werd een speciaal centrifugelaboratorium ingericht. Ook FOM trok zich toen grotendeels terug uit de organisatie van het project. Het is geheel toevallig dat deze veranderingen ook ruwweg samenvallen met wat sommigen als het einde van de Koude Oorlog beschouwen: het einde van de Cubacrisis en de bijbehorende de-escalatie binnen de verhoudingen tussen de twee belangrijkste machtsblokken. Op zich heeft dit niets te maken met Kistemakers aftreden als leider van het project, maar het zorgt er wel voor dat deze studie daardoor exact samenvalt met de belangrijkste jaren van de (korte) Koude Oorlog: van 1945 tot 1962.

Het moment van de verhuizing werd door de historische actoren zelf omschreven als de overgang van de *onderzoeksfase* naar de *ontwikkelingsfase* van de Nederlandse ultracentrifuges.<sup>23</sup> De ontwikkelingsfase duurde tot de ondertekening van het Verdrag van Almelo

met de daarbij behorende oprichting van het staatsbedrijf Urenco. Deze latere jaren worden summier in de epiloog van dit boek beschreven, evenals de jaren daarna, die zich wat betreft de Nederlandse ultracentrifuge vooral laten kenschetsen door de roof van centrifugetekeningen door de Pakistaanse atoomspion Kahn.

## 6 Historiografische beschouwing

De literatuur over uraniumverrijking in Nederland, of over zaken die daaraan raken, is schaars. Het hierboven genoemde boek van Van Splunter over de houding van de Nederlandse politiek ten aanzien van kernenergie dient vrijwel altijd als startpunt, samen met de drie vervolgartikelen die hij schreef over de buitenlandse politiek aangaande splijtbare materialen en samenwerkingen (met Noorwegen en het Verenigd Koninkrijk).<sup>24</sup> Over de Nederlandse thoriumovereenkomst met de Verenigde Staten is er, in navolging van het werk van Van Splunter, een artikel geschreven door Cees Wiebes en Bert Zeeman.<sup>25</sup> Over de geschiedenis van kernreactoren is iets meer geschreven.<sup>26</sup> Recentelijk hebben Friso Hoeneveld en Jeroen van Dongen een zeer relevant artikel geschreven over de oprichtingsperiode van de Stichting FOM.<sup>27</sup> Het proefschrift van Hoeneveld over de Nederlandse natuurkunde in de eerste tien jaar na de oorlog, waarvan ik vroege versies heb kunnen inzien, belooft een zeer welkome aanvulling te worden op de bestaande literatuur. Van grote waarde in dit opzicht is ook het recente proefschrift van de historicus Elmar Hellendoorn over goeddeels hetzelfde onderwerp als deze studie, maar vanuit een geheel ander gezichtspunt.<sup>28</sup> Hellendoorn beschrijft de internationaal politieke kant van uraniumverrijking en nucleaire (non-)proliferatie in Nederland door te kijken naar het samenspel van drie gerelateerde contexten: de politieke, de militair-strategische en de techno-economische. Een aantal van de door hem beschreven episodes komen ook in dit boek voor, maar veelal meer gezien vanuit het gezichtspunt van de wetenschapper.

Naast deze academische werken is er ook een reeks boeken door de sector zelf of haar stakeholders uitgegeven. Een drietal boeken is

geschreven over de geschiedenis van het Reactor Centrum Nederland (RCN) en zijn opvolger het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), waarvan er twee overlappen met de periode van dit boek.<sup>29</sup> Vooral in het boek van Andriess, de tweede uit de serie, spelen Kistemaker en zijn ultracentrifuges een aanzienlijke rol. In 2000 publiceerde het bedrijf Urenco een herdenkingsboek over zijn eigen (voor)geschiedenis.<sup>30</sup> De Nederlandse projecten komen summier in het boek voor en het heeft dan ook vooral als opstap gediend voor het vinden van te onderzoeken zaken.

Ten slotte zijn er in de loop van de tijd een aantal semisensationele boeken verschenen, waarvan vooral het boek *De ultracentrifuge, 1937-1970. Hitlers bom voor Strauss?* van de journalist Wim Klinkenberg veel stof deed opwaaien.<sup>31</sup> In het boek stelt Klinkenberg dat een van de achterliggende doelen van het Nederlandse ultracentrifugeonderzoek was om Duitsland aan kernwapens te helpen. Niet alleen zette het boek, vanwege het brede lezerspubliek, een stempel op de publieke perceptie van kernenergie en uraniumverrijking, ook was het de kers op de taart van een lange smaadcampagne die vanuit communistische hoek tegen Kistemaker werd gevoerd. Na publicatie kon Kistemaker Klinkenbergs bloed wel drinken.<sup>32</sup> De eerste grillen van deze Cellastic-affaire, waarbij Kistemakers oorlogsverleden herhaaldelijk onderwerp van kritiek werd, stamden uit 1960 en komen in hoofdstuk zes langs.

De internationale literatuur over de geschiedenis van ultracentrifuges is een stuk uitgebreider. Recentelijk zijn een aantal interessante artikelen verschenen over de Engels-Amerikaanse samenwerking op het gebied van centrifugeontwikkeling in de jaren zestig.<sup>33</sup> Binnen de 'special relationship', die de Amerikanen met de Britten hadden, ontstond een verregaande samenwerking, maar later, toen het nucleaire non-proliferatieverdrag dichterbij kwam, zorgde de binnen dit kader uitgewisselde kennis voor felle onenigheid en discussie. Uiteindelijk kozen de Britten middels ondertekening van het Verdrag van Almelo voor een rol in de ontwikkeling van uraniumverrijking op het Europese vasteland. De Amerikaanse samenwerking op dit gebied lieten ze hiermee varen.

Voor het Amerikaanse perspectief is een drietal artikelen van

Robert Scott Kemp van belang.<sup>34</sup> In zijn dissertatie vergelijkt hij verschillende ultracentrifugeprogramma's van over de gehele wereld met elkaar om te beargumenteren dat het misschien beter voor een land is om zelf een project op te zetten dan om de kennis op de – al dan niet zwarte – markt te kopen. Volgens Scott Kemp kost het minder tijd om zelf zo'n apparaat te bouwen dan om machines na te bouwen.<sup>35</sup> Dit is een interessante hypothese die de recente ontwikkelingen in bijvoorbeeld Iran in een verhelderend daglicht plaatst.

Een zeer waardevolle toevoeging aan de literatuur over ultracentrifuges en geheimhouding kwam recentelijk van William Burr, die het Amerikaanse beleid rond ultracentrifuges in de late jaren vijftig onder de loep nam in een poging om het Amerikaanse verzoek tot geheimhouding uit 1960 aan Duitsland en Nederland te kunnen verklaren.<sup>36</sup> Dit verzoek komt uitgebreid aan de orde in hoofdstuk zes van dit boek, maar vanuit een ander (complementair) perspectief.<sup>37</sup>