

Over bubbels en poeders

Deen, N.G.

Gepubliceerd: 10/03/2017

Document Version

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the author's version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Deen, N. G. (2017). Over bubbels en poeders. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Intreerede
prof.dr.ir. Niels Deen
10 maart 2017

/ Faculteit Werktuigbouwkunde

TU **e** Technische Universiteit
Eindhoven
University of Technology

Over bubbels en poeders

Where innovation starts

Intreerede prof.dr.ir. Niels Deen

Over bubbels en poeders

**Uitgesproken op 10 maart 2017
aan de Technische Universiteit Eindhoven**

Inleiding

Mijnheer de Rector Magnificus, geacht College van Bestuur, geachte collega hoogleraren, collega's, familie, vrienden en kennissen, dames en heren.

“Nederland staat voor een belangrijke keuze: schuiven we de verduurzaming van de energiehuishouding voor ons uit of gaan we vaart maken met de energietransitie?” Zo begint een pleidooi van een vijftal CEO's van grote Nederlandse bedrijven in de Volkskrant van 26 oktober 2016. De CEO's hebben zich verenigd in wat 'de EnergieTafel' heet. Hun pleidooi vloeit voort uit het Klimaatakkoord van Parijs en het zet de Nederlandse regering aan om een klimaatwet te maken, om een minister voor Economie, Klimaat en Energie aan te stellen, om consistent langdurig beleid te formuleren en om een nationale investeringsbank voor energieprojecten op te zetten.

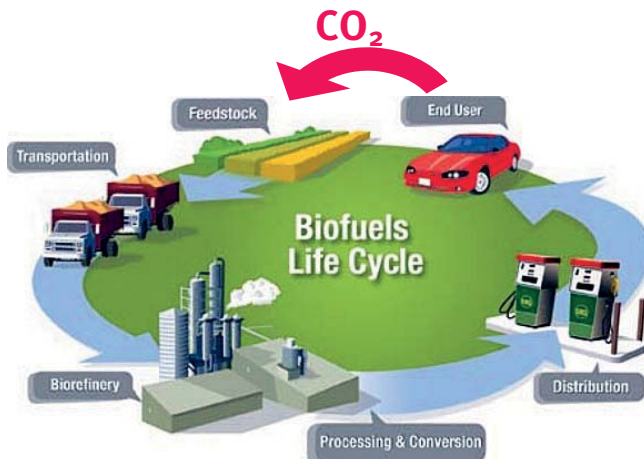
Vandaag ga ik u vertellen hoe ik samen met mijn groep Multiphase and Reactive Flows wil bijdragen aan de energietransitie. Mijn leerstoel draagt bij aan het leggen van het technische fundament voor deze transitie. Dit fundament is begrip van de meerfasen- en reagerende stromingen, die plaatsvinden in de processen die nodig zijn voor onze energievoorziening.

In deze intrede sta ik stil bij onze activiteiten op het gebied van onderzoek en onderwijs. En ook bij belangrijke randvoorwaarden voor succes in de praktische ondersteuning van ons onderwijs en onderzoek.

Allereerst ga ik het met u hebben over onderzoek en bespreek ik twee reagerende meerfasenstromingen. De eerste is die van bubbelstromingen voor biobrandstoffen. Daarna vertel ik u iets over poederstromingen voor metaalbrandstoffen.

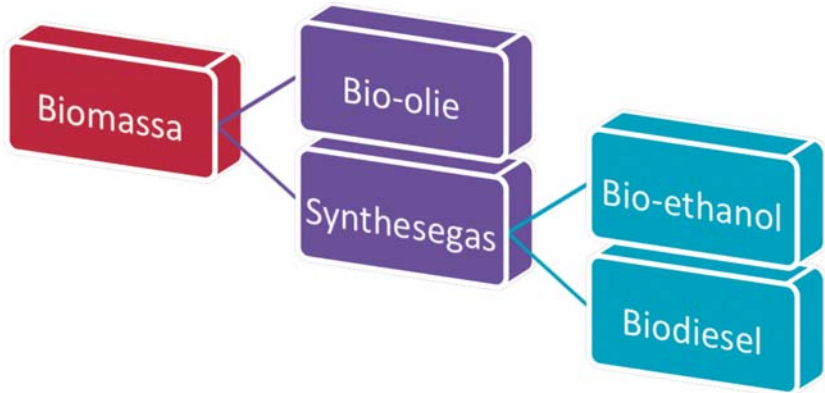
Bubbelstromingen voor biobrandstoffen

Een belangrijk onderdeel van de energietransitie is het vervangen van fossiele brandstoffen door schone CO₂-neutrale biobrandstoffen. Biobrandstoffen is een verzamelnaam voor brandstoffen die uit biomassa gemaakt worden. Bijvoorbeeld uit landbouwresten, zoals de niet eetbare delen van maisplanten. Als we deze biobrandstoffen verbranden, ontstaat er CO₂ die vervolgens weer wordt gebruikt om de biomassa te laten groeien (zie figuur 1). Op die manier is biomassa dus CO₂-neutraal. Het maken van brandstoffen uit biomassa is behoorlijk uitdagend. Biomassa uit maisresten en uit houtsnippers is bijvoorbeeld heel verschillend van samenstelling. In de praktijk betekent dit dat je per soort biomassa je receptuur om biobrandstoffen te maken, zult moeten aanpassen. Eén manier is om de biomassa naar 500-800°C te verhitten (zie figuur 2). Hierdoor worden de grote biomassamoleculen gekraakt in kleinere moleculen, waardoor pyrolyse-olie ontstaat, dat je bijvoorbeeld kunt gebruiken als stookolie voor schepen. Dit is een onderwerp waar Michael Boot in mijn groep zich mee bezig houdt.



Figuur 1

Koolstof energiecyclus: gebruik van biobrandstoffen als energiedrager.



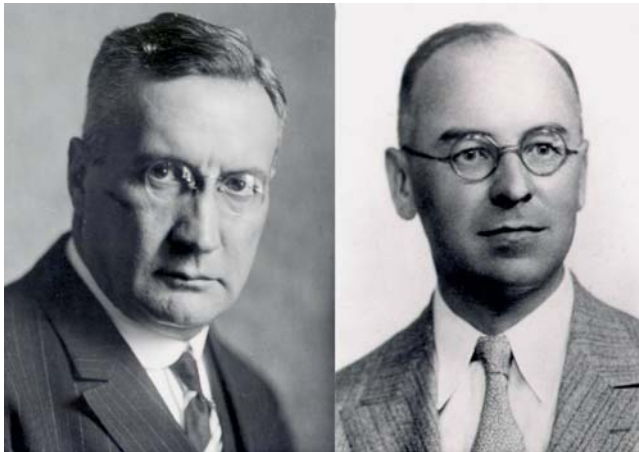
Figuur 2

Procesroutes om van biomassa biobrandstoffen te maken.

Wanneer je biomassa nog verder verhit, tot boven de 1200°C , dan wordt deze vergast en ontstaat er synthesegas. Dit gas bestaat uit een mengsel van koolmonoxide en waterstof, die als legoblokjes kunnen worden gecombineerd om allerlei chemische producten van te maken ('synthetiseren'). Een belangrijk product dat je hiervan kunt maken, is biobrandstof. Deze biobrandstof wordt in een Fischer-Tropsch-reactor gemaakt en het proces hiervoor is bijna honderd jaar geleden ontwikkeld door Fischer en Tropsch (zie figuur 3). Deze reactor is een zogenaamde bellenkolom. Hierin wordt het synthesegas in de vorm van gasbelletjes in contact gebracht met een katalysator, waar de legoblokjes met elkaar worden verbonden (zie figuur 4 links). Het resulterende legobouwwerk noemen we ook wel synthetische biobrandstof, en dat is een vloeistof. We hebben dus onze legosteentjes (een gas), ons product (een vloeistof) en onze katalysator (een vaste stof). De afgelopen jaren heb ik me bezig gehouden met het verbeteren van bellenkolommen voor processen zoals het Fischer-Tropsch-proces. De opbrengst van de reactor wordt belemmerd doordat de gasmoleculen eerst in de vloeistof moeten oplossen, om vervolgens naar het oppervlak van de katalysator te worden getransporteerd, waar ze uiteindelijk kunnen reageren. Voor een maximale overdracht van gas naar vloeistof is het nodig een zo groot mogelijk beloppervlak te hebben. Dat kan bereikt worden door kleinere belletjes. In de praktijk smelten belletjes echter vaak met elkaar samen, waardoor het uitwisselend oppervlak juist afneemt. Dit transportproces kan worden versneld door een fijn rooster van metalen draadjes in de reactor aan te brengen, voorzien van een laagje katalysatormateriaal (zie figuur 4 rechts). Deze draadjes snijden de gasbellen als een mes in kleine stukken, waardoor er meer oppervlak is voor het oplossen van het

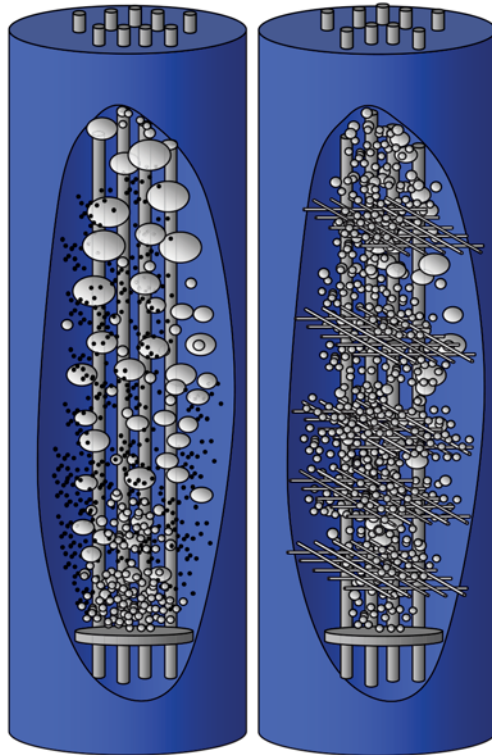
gas in de vloeistof. Dit gebeurt ook nog eens precies op de juiste plek, namelijk dicht bij het katalysatormateriaal.

Ik heb onderzocht of dit idee werkt en hoe je deze draadjes het beste kunt aanbrengen (zie figuur 5). Het blijkt dat je de draadjes niet te dicht bij elkaar moet zetten, omdat de bellen er anders onder blijven hangen, in plaats van dat ze doorsneden worden. Wanneer je het precies goed doet, dan kan het reactieproces met tientallen procenten worden verbeterd. De komende jaren wil ik dit proces in nog meer detail onderzoeken, bijvoorbeeld de rol die het materiaal en de vorm van de draad (een bot mes of een scherp mes) spelen. Om een en ander te onderzoeken, gebruik ik numerieke en experimentele gereedschappen. Op het numerieke vlak, ga ik onderzoeken hoe het type materiaal het opsnijden van de bellen beïnvloedt (vloeistof aantrekkende of juist afstotende materialen). Experimenteel kan ik met behulp van meerdere hogesnelheidscamera's waarnemen wat er precies gebeurt, zodat we het opsnijden nog verder kunnen verbeteren.



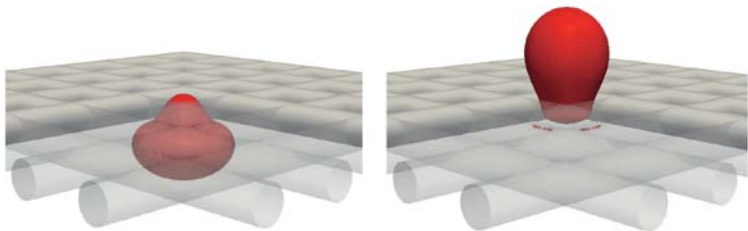
Figuur 3

Professor Franz Fischer (links) en Dr. Hans Tropsch, uitvinders van het proces, om met behulp van katalysatoren, vloeibare brandstoffen te maken uit koolmonoxidegas en waterstof. (Bron: Max Planck Institute of Coal Research).



Figuur 4

Bellenkolom met katalysatordeeltjes (links) en bellenkolom met een draadrooster waarop de katalysator is aangebracht (rechts).



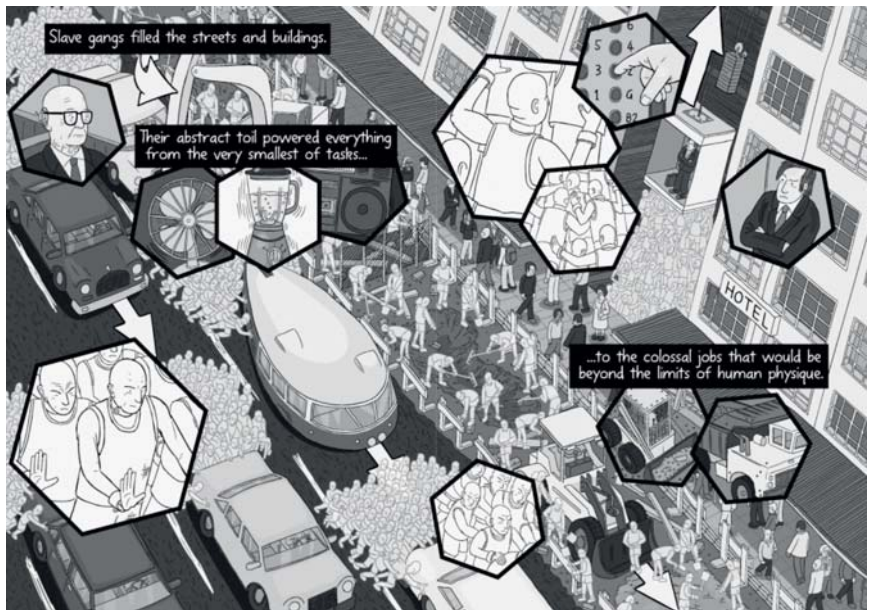
Figuur 5

Voorbeeld van een bel die zich nog net door een rooster van draadjes weet te persen (bron: Baltussen et al., 2017).

Poederstromingen voor metaalbrandstoffen

We gaan even terug naar de EnergieTafel van zojuist (Ebskamp en Kalshoven, 2016). Deze ziet een speciale rol weggelegd voor innovatie en stelt vast dat we met de huidige kennis de doelstelling, om de Nederlandse energiehuishouding te verduurzamen, niet zullen halen. Nederland moeite heeft om de Europese klimaatnormen voor 2020 te halen en het Europese systeem voor CO₂-handel is niet effectief. Het tempo moet worden opgevoerd én er zijn nieuwe, innovatieve oplossingen nodig.

Hernieuwbare energie kent verschillende vormen: elektriciteit, warmte en transportbrandstof. Stuart McMillen (2016) heeft dit in een stripverhaal heel inzichtelijk gemaakt. Eén afbeelding uit deze strip is te zien in figuur 6. Hij visualiseert ons



Figuur 6

Onze levensstandaard is voor een groot deel gebaseerd op het gebruik van energie. Als die energie door mensen ('slaven') zou worden geleverd, dan kost dat grote aantallen menskrachten. Illustratie: Stuart McMillen (2016).

enorme energiegebruik door dit af te beelden als menskrachten. Zo wordt inzichtelijk hoeveel energie we eigenlijk gebruiken als we met de auto naar ons werk rijden of met de lift naar een andere verdieping gaan. Figuur 6 is slechts een voorbeeld, maar het illustreert dat de mensheid een schijnbaar onbevredigbare honger naar energie heeft.

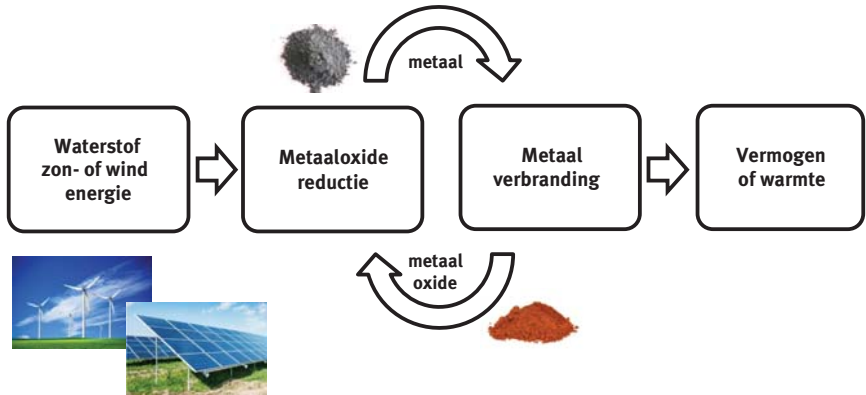
Het is dus duidelijk dat er iets moet gebeuren. Een van de trends die we hierbij goed kunnen gebruiken, is dat de beschikbaarheid van schone energie (zon en wind) de afgelopen jaren enorm is toegenomen. En vooral op het gebied van zonne-energie is het einde van de ontwikkelingen nog niet in zicht. Sterker nog, we bevinden ons op, of misschien al voorbij, het kantelpunt waarbij door zonnepanelen opgewekte energie goedkoper is dan energie van fossiele brandstoffen (Clifford, 2012). Dit stelt ons wel voor uitdagingen. Immers, duurzame elektriciteit wordt niet altijd op de juiste tijd en plaats opgewekt. Dit is op te lossen door de elektrische energie op te slaan (dit helpt ons in de tijd) en/of het te transporteren (dit helpt ons in de plaats). Dat is helaas makkelijker gezegd dan gedaan. Accu's zijn relatief groot en zwaar en raken na verloop van tijd hun lading kwijt. Dit blijkt heel goed uit een voorbeeld dat ik heb geleend van Dr. Bart Somers uit mijn groep: een elektrische vrachtwagen die net zo ver zou moeten kunnen rijden als op 1000 liter diesel, moet zijn hele lading vullen met accu's. Dat betekent dat er geen plek meer is voor de lading. En misschien wel net zo erg: de vrachtwagen wordt te zwaar om de weg op te mogen. Om dit soort praktische problemen het hoofd te bieden, is er behoefte aan een nieuwe handzame energiedrager.

Een zeer veelbelovende energiedrager is metaalpoeder (zie figuur 7). Metaalpoeder heeft een aantal voordelen, die ik nu kort met u zal bespreken. Hierbij gebruik ik gemakshalve ijzerpoeder als voorbeeld.

Het eerste voordeel van ijzerpoeder is dat het een zeer hoge energiedichtheid heeft: nog hoger dan benzine of diesel. Dit laat zich het makkelijkst illustreren voor het gebruik in auto's. Met auto's rijden we momenteel 10-20 kilometer per liter benzine. Als we ijzerpoeder in onze tank gooien, kunnen we waarschijnlijk 20-40 kilometer per liter ijzerpoeder rijden.

Het tweede voordeel van ijzerpoeder is dat het te recyclen is en gemakkelijke te transporteren. Wanneer we ijzerpoeder met lucht verbranden, krijgen we twee producten: warme lucht, waarmee we een turbine kunnen aandrijven of een Stirling motor kunnen laten draaien, en roestpoeder. Dit roestpoeder laat zich vrij eenvoudig scheiden van de warme lucht. Een van de manieren om het roestpoeder

te recycleren, is door het te reduceren met waterstof, waardoor we weer ijzerpoeder krijgen. Deze laatste stap kost veel energie, die we bij voorkeur schoon opwekken uit zon of wind. Daarmee is de cyclus rond.



Figuur 7

Metaal energicyclus: gebruik van metaalpoeder als CO₂-vrije energiedrager.

Het derde voordeel van ijzerpoeder is dat het volledig CO₂-neutraal is. Immers, aan deze energiedrager komt geen koolstof te pas, in tegenstelling tot fossiele brandstoffen, zoals benzine of diesel. Dit is een heel belangrijke eigenschap van ijzerpoeder, omdat het kan bijdragen aan de energietransitie.

Om te bepalen welk metaalpoeder we het beste kunnen inzetten en op welke manier, zijn er enorm veel vragen die ik in mijn onderzoek zal proberen te beantwoorden. Veel van die vragen hebben te maken met de aard van het beestje, namelijk dat van poedervormig metaal dat in contact komt met een gas. Dit geldt zowel voor het verbranden van metaal als voor het reduceren van metaaloxide. Om te begrijpen wat er precies gebeurt, combineren we experimenten met computersimulaties.

Voor de experimenten wil ik samenwerken met Dr. Nico Dam uit mijn groep: een experimentator in hart en nieren. Samen gaan we proberen het metaalpoeder op een stabiele manier door een gas te laten stromen. Wanneer dit metaalpoeder reageert met het gas, gaat dat gepaard met grote warmte-effecten. Dat wil zeggen, bij het verbranden van metaalpoeder komt heel veel warmte vrij, terwijl voor het reduceren van metaaloxidepoeder juist heel veel warmte nodig is. Door middel van spectrometrie kunnen we meten wat de temperatuur nabij het metaaldeeltje is

en karakteriseren wat voor stoffen er vrij komen bij de verbranding. Een van de ongewenste effecten is bijvoorbeeld de vorming van stikstofoxiden. Of dit gebeurt, willen we graag experimenteel vaststellen.

Voor de computersimulaties wil ik de krachten bundelen met Prof. Philip de Goey, Dr. Jeroen van Oijen en Prof. Dirk Roekaerts. Voor een goed begrip van de reagerende meerfasenstroming zijn twee zaken van belang:

1. een goede theoretische beschrijving van het verbrandingsproces;
2. een goede theoretische beschrijving van het transport van impuls, warmte en zuurstofconcentratie nabij het deeltje.

Alleen wanneer we deze effecten in gezamenlijkheid modelleren, zijn we in staat om tot een goede beschrijving van de verbranding te komen.

De volgende stap is om alle kennis die we van een deeltje hebben, te gebruiken in een ander computermodel, waarmee we een apparaat met miljoenen deeltjes kunnen beschrijven. Een auto rijdt ten slotte niet op één enkel ijzerkorreltje. Een van de opties voor een dergelijk apparaat is een zogenaamd wervelbed. Dit is een apparaat waarin de ijzerkorreltjes door het inblazen van lucht in beweging worden gebracht. Hoe zo'n wervelbed het beste kan worden bedreven (welke lichtsnelheid en druk) kunnen we met computermodellen onderzoeken, waarbij de eerder verkregen beschrijvingen van transport van impuls, warmte en zuurstofconcentratie belangrijke bouwstenen zijn om de juiste voorspelling te doen. Het doel is dat we uiteindelijk een compleet wervelbed kunnen beschrijven, waarmee we de heel kleine lengteschalen (veel kleiner dan een enkel deeltje) kunnen verbinden met de heel grote lengteschalen (veel groter dan een enkel deeltje). Wanneer we zo'n model hebben, dan hebben we bovendien de mogelijkheid om vast te stellen waar en wanneer ongewenst gedrag ontstaat, zoals het verdampen van het verbrandende ijzer of de vorming van stikstofoxiden. Voor de scheiding van de roestdeeltjes van de warme luchtstroom zijn verschillende mogelijkheden denkbaar, bijvoorbeeld het gebruik van een cycloon of magnetische scheiding. Welke oplossing het beste geschikt is, wil ik gaan onderzoeken met collega's Dr. Bart van Esch en Prof. Hans Kuerten. Zij hebben beiden zeer uitgebreide ervaring met het modelleren van turbulente stroming met deeltjes.

Onderwijs

Om u uit te leggen wat ik in mijn onderwijs wil overbrengen, wil ik graag enkele inspiratiebronnen onder de aandacht brengen.

In 1960 schreven Bird, Stewart en Lightfoot een standaardwerk genaamd 'Transport phenomena'. In dit boek worden de grondslagen voor het transport van warmte, stof en impuls beschreven. Als we denken aan meefasensystemen dan hebben we hier continu mee te maken. Niet alleen met het transport van warmte, stof en impuls, maar ook met de uitwisseling. Dit boek is een must voor iedereen die wat van meefasensystemen wil begrijpen. Als student ervoer ik in 1997 al hoe complex de stof is die behandeld wordt in dit boek. De stof was en is erg moeilijk, maar het is een boek waar ik heel veel uit leerde. Pas jaren later realiseerde ik me waarom ik dit boek dan toch zo waardeerde. Het was Prof. Bob Bird zelf die 50 jaar na het uitkomen van het boek onthulde wat het geheim was. Hij legt uit dat bij het presenteren van vergelijkingen, variabelen op een consistente manier moeten worden gegroepeerd, zodat het makkelijker is om het verhaal te volgen. Hij vatte dit bondig samen met de woorden: "Het oog wil ook wat."

Een mooi voorbeeld hiervan is de inhoudsopgave van het boek van Bird, Stewart en Lightfoot die is weergegeven in figuur 8. Je kunt dit boek op twee manieren lezen. Als je de hoofdstukken verticaal leest, leer je alles over één vorm van transport. Als je de hoofdstukken horizontaal leest, leer je dat er een analogie is tussen de verschillende vormen van transport, bijvoorbeeld voor transport over een meefasencontactoppervlak. Het inspireert me dat door complexe informatie zo te ordenen, de lezer geholpen wordt om ook zijn eigen gedachten te ordenen.

Dan zijn er nog enkele zeer inspirerende leermeesters die niet mogen ontbreken. Allereerst is er het trio Westerterp, Van Swaaij en Beenackers die samen het boek 'Chemical reactor design and operation' schreven. Voor Twentse procestechnologen is dit boek verplichte kost. Hoewel dit boek wel een inhoudsopgave à la Bird kon gebruiken, geeft het een zeer gedegen beschrijving van allerhande mogelijke combinaties van transportverschijnselen in combinatie met chemische reacties.

Table 0.2-1 Organization of the Topics in This Book

Type of transport	Momentum	Energy	Mass
Transport by molecular motion	1 Viscosity and the stress (momentum flux) tensor	9 Thermal conductivity and the heat-flux vector	17 Diffusivity and the mass-flux vectors
Transport in one dimension (shell-balance methods)	2 Shell momentum balances and velocity distributions	10 Shell energy balances and temperature distributions	18 Shell mass balances and concentration distributions
Transport in arbitrary continua (use of general transport equations)	3 Equations of change and their use [isothermal]	11 Equations of change and their use [nonisothermal]	19 Equations of change and their use [mixtures]
Transport with two independent variables (special methods)	4 Momentum transport with two independent variables	12 Energy transport with two independent variables	20 Mass transport with two independent variables
Transport in turbulent flow, and eddy transport properties	5 Turbulent momentum transport; eddy viscosity	13 Turbulent energy transport; eddy thermal conductivity	21 Turbulent mass transport; eddy diffusivity
Transport across phase boundaries	6 Friction factors; use of empirical correlations	14 Heat-transfer coefficients; use of empirical correlations	22 Mass-transfer coefficients; use of empirical correlations
Transport in large systems, such as pieces of equipment or parts thereof	7 Macroscopic balances [isothermal]	15 Macroscopic balances [nonisothermal]	22 Macroscopic balances [mixtures]
Transport by other mechanisms	8 Momentum transport in polymeric liquids	16 Energy transport by radiation	24 Mass transport in multi-component systems; cross effects

Figuur 8

Voorbeeld van een zeer goed georganiseerde inhoudsopgave (Bron: Bird et al., 2002).

De andere leermeester is Prof. Octave Levenspiel. Hij schreef een boek met de titel 'Chemical reaction engineering' en behandelt veelal dezelfde onderwerpen als Westerterp, met als belangrijk verschil dat de presentatie van complexe onderwerpen op een heel duidelijke manier gebeurt. Immers, het oog wil ook wat.

Wat wil ik de studenten bijbrengen? Ik wil ze een goed begrip van transportverschijnselen geven. Deze sluiten nauw aan bij de onderzoeksthema's die in de groep worden bestudeerd. Een voorbeeld daarvan is het vak Interfacial Transport Phenomena in Engineering Flows. Samen met collega's Prof. Patrick Anderson en Dr. Jeroen van Oijen leer ik de studenten in dat vak welke complexe transportverschijnselen er plaatsvinden op grensvlakken. Dit zijn verschillende soorten grensvlakken: het grensvlak van druppels in een emulsie (denk aan boter), het grensvlak tussen een brandbaar gas en zuurstof (denk aan een vlam) en het grensvlak van een gasbel in een vloeistof (denk aan productie van biobrandstoffen).

Verder wil ik studenten leren om hun kennis effectief met anderen te delen. Want kennis hebben, is belangrijk, maar deze kennis delen en overbrengen aan anderen is minstens zo belangrijk. Om kennis op een effectieve manier over te brengen, hanteer ik het principe van Gopen en Swan (1990):

“Als de lezer moet bevatten wat de schrijver bedoelt,
dan moet de schrijver begrijpen wat de lezer nodig heeft”

Gopen en Swan nemen het standpunt in van de lezer. De lezer verwacht een logisch verhaal zonder hiaten. Als er wel een hiaat is, dan raakt de lezer de draad kwijt. Als dat gebeurt, lukt het niet om je boodschap over te brengen. Om te laten zien hoe je dit doet, zal ik een voorbeeld geven. Ik herhaal daartoe de laatste paar zinnen gewoon nog een keer.

Gopen en Swan nemen het standpunt in van **de lezer**. **De lezer** verwacht een logisch verhaal zonder **hiaten**. Als er wel een **hiaat** is, dan raakt de lezer de **draad kwijt**. Als **dat** gebeurt, lukt het niet om je boodschap over te brengen.

Wat gebeurt hier? Ik ben zinnen aan het rijgen. Het punt dat wordt gemaakt aan het einde van een zin, vormt meteen weer het startpunt van de volgende zin. Het mooie is dat deze techniek niet alleen werkt bij het schrijven van een artikel, maar ook bij het geven van een presentatie, het afleiden van een formule of het vertellen van een verhaal.

In mijn onderwijs leer ik studenten deze manier van schrijven aan. Ze kunnen dit toepassen in hun eindverslag dat ze in de vorm van een wetenschappelijk artikel moeten schrijven. Dat schrijven ze niet voor zichzelf, maar voor een groep lezers bestaande uit hun medestudenten. Hun collegastudenten gaan door middel van een peer-review-proces de verslagen beoordelen. Ik weeg de uitkomsten van het peer-review-proces mee in de bepaling van het eindcijfer.

Organisatie

Graag vertel ik u nu iets over mijn visie op de organisatie van onze universiteit. Grofweg bestaat onze universiteit uit faculteiten en diensten. In de faculteiten wordt gewerkt aan het primaire proces, oftewel de kernactiviteit van een universiteit: het bieden van kwalitatief hoogwaardig onderwijs en onderzoek. De diensten ondersteunen de faculteiten om het primaire proces optimaal te laten verlopen. Althans, dat is het ideaalbeeld. In de praktijk zijn de diensten en faculteiten zowel fysiek als organisatorisch veelal van elkaar gescheiden. Een goed voorbeeld hiervan is de centralisatie van alle ICT-ondersteuning. Door het weghalen van goed ingevoerde ICT-ondersteuners uit de faculteit, verdwijnen de korte lijntjes en kennen onderzoekers en ondersteuners elkaar niet meer. Kortom, er wordt afstand gecreëerd, wat de betrokkenheid van de ondersteuners bij de werkzaamheden vermindert.

Een ander voorbeeld is dat ondersteunende diensten problemen oplossen, waarvan de onderzoekers het bestaan niet kenden. Twee jaar geleden werden overal nieuwe printers geplaatst die ook kunnen kopiëren en scannen. Dat klonk hartstikke goed en enorm handig. Behalve dan dat de printknop in mijn tekstverwerker niet meer doet wat deze mij belooft, namelijk mijn document afdrukken. In plaats daarvan wacht de printer totdat ik langs ben gekomen om me met mijn personeel te identificeren, ik op drie knoppen heb gedrukt, waarna dan uiteindelijk mijn document wordt afgedrukt. De ondersteunende dienst die dit systeem invoert, had verzuimd om de gebruikers van de printers naar hun behoeftes te vragen. Dat kan natuurlijk gebeuren. Maar toen mijn collega Prof. Mark Peletier van de faculteit Wiskunde en Informatica en ik deze onpraktische werkwijze beargumenteerde aan de kaak stelden, werd er niet goed naar ons geluisterd. Ondanks stevig aandringen om de optie voor het rechtstreeks afdrukken ook aan te zetten, is er tot op heden niets veranderd. Nu zijn er natuurlijk belangrijkere zaken dan de instellingen van een printer, maar ik hoop wel dat ik met dit kleine voorbeeld duidelijk heb gemaakt dat de ondersteuning niet altijd optimaal is.

Ik heb u eerder uitgelegd wat volgens mij de beste manier is om kennis met anderen te delen. We zagen eerder dat schrijvers hun verhaal zo moeten schrijven dat het aansluit bij de behoefte van de lezers. Mijn pleidooi is om ditzelfde

principe ook toe te passen op de organisatie van onze universiteit: de TU/e moet zich zo organiseren dat het aansluit bij de behoefte van het primaire proces. Mijns inziens betekent dit dat diensten en faculteiten gezamenlijk bepalen welke ondersteuning het primaire proces nodig heeft. En daar waar we er samen niet uitkomen, zou de dienst de kaders moeten aangeven, waarna de medewerkers in het primaire proces onderling zelf bepalen op welke manier hun ondersteuning wordt ingevuld. Onderzoekers weten namelijk heel erg goed wat zij nodig hebben om hun werk goed te doen. Of, om het met de woorden van collega Prof. Matthieu Weggeman van de faculteit IE&IS te zeggen: Leiding geven aan professionals? Niet doen!

Tot slot

Ik ben erg blij dat ik samen met alle collega's in de groep Multiphase and Reactive Flows ons vakgebied een nieuwe impuls mag geven. Ik wil graag het College van Bestuur en het bestuur van de faculteit Werktuigbouwkunde bedanken voor het in mij gestelde vertrouwen en de ruimte om de vakgebieden van meerfasenstromingen en verbranding met elkaar te verbinden.

Het afgelopen jaar heb ik al intens samengewerkt met de collega's binnen de groep. Ik waardeer jullie om jullie positieve, constructieve, maar ook kritische houding. Het is een voorrecht om met zoveel bevlogen, maar ook zeer diverse mensen samen te mogen werken. Ik dank jullie allemaal, maar in het bijzonder wil ik de mensen noemen die vaak alleen achter de schermen zichtbaar zijn. Marjan Dijk, Hans van Griensven, Theo de Groot, Martin Huijzer en Bart van Pinxten: heel veel dank voor de prettige samenwerking.

Dat ik hier vandaag mag staan, is een voorrecht. Papa en mama, jullie hebben hiervoor de basis gelegd. Jullie hebben me altijd de ruimte gegeven om dat te kiezen wat bij me past en me gesteund in deze keuzes. Dankjewel voor jullie steun en luisterend oor, ook nu.

Ik ben veel dank verschuldigd aan veel leermeesters. Isaac Newton zei het al: "If I have seen further, it is by standing on the shoulders of giants." Mijn blik is verruimd door mijn promotor Prof. Bjørn Hjertager op wiens schouders ik mocht staan tijdens mijn verblijf in Denemarken. Hij leerde mij alle ins en outs van computational fluid dynamics uit een zelfgeschreven dictaat in het Noors. Zoals Bjørn zei: ach, de vergelijkingen zijn in een universele taal, dus dit moet je wel kunnen. Ik ben Bjørn dankbaar voor zijn vertrouwen en positieve ondersteuning. Na mijn promotie kreeg ik de kans om 15 jaar lang met Prof. Hans Kuipers samen te werken. Hans is een absolute autoriteit op het gebied van meerfasenstromingen en ik heb dan ook enorm veel van hem geleerd. Zijn zeer diepe vak-kennis, volharding en oog voor de mens hebben mij gevormd als wetenschapper. Hans, ik wil je graag danken voor jouw steun en motivatie over de afgelopen jaren.

Tenslotte wil ik graag Monique, Koen en Vera bedanken. Monique, jij bent mijn beste klankbord. Jij houdt me met mijn beide voeten op de grond en daagt me continu uit om ingewikkelde vraagstukken positief te blijven benaderen. Samen staan we voor ons gezin, maar ik ben degene die met regelmaat de hort op is. Jij vangt dat op met bewonderenswaardige veerkracht. Dankjewel.

Koen en Vera, jullie worden af en toe moe van mij als ik weer eens op hol sla als het over mijn werk gaat of als ik jullie bevraag over je spreekbeurt. Maar ook zijn jullie heel trots op mij. Ik hoop dat mama en ik aan jullie kunnen doorgeven wat we zelf hebben ontvangen: veel ruimte om jezelf te ontwikkelen, een open blik naar de wereld en veel liefde.

Ik heb gezegd.

Referenties

- Baltussen, M.W., Kuipers, J.A.M., Deen, N.G. (2017). A numerical study of cutting bubbles with a wire mesh, Chem. Eng. Sci., in press.
- Bird, R.B., Stewart, W.E., Lightfoot, E.N. (2002). Transport Phenomena, 2nd Ed., Wiley, New York.
- Bird, R.B. (2010). Chemical Engineering Education: A Gallimaufry of Thoughts, Annu. Rev. Chem. Biomol. Eng., 1, pp. 1–17.
- Clifford, M. (2012). China's visible solar power success, MarketWatch.
- Ebskamp, B., Kalshoven, F. (2016). Visie op versnelling van de energietransitie - Pamflet van de Energietafel, <http://www.argumentenfabriek.nl/media/2436/16061-energietafelboekrgb.pdf>
- Gopen, G., Swan, J. (1990). The Science of Scientific Writing, American Scientist.
- Levenspiel, O. (1998). Chemical Reaction Engineering, 3rd Ed., Wiley, New York.
- McMillen, S. (2016). Invisible Slaves, http://www.stuartmcmillen.com/comics_en/invisible-slaves
- Van der Touw, A., Castelein, A., De Haas, J., Van Loon, M., Van Oord, P. (2016). Nieuwe regering moet van energietransitie prioriteit maken, Volkskrant, 26 oktober 2016.
- Weggeman, M. (2008). Leidinggeven aan professionals? Niet doen!, Scriptum, Schiedam.
- Westerterp, K.R., Van Swaaij, W.P.M., Beenackers, A.A.C.M. (1987). Chemical Reactor Design and Operation, 2nd Ed., Wiley, New York.

Curriculum vitae

Prof.dr.ir. Niels Deen is per 1 januari 2016 aangesteld als hoogleraar en sectieleider Multiphase and Reactive Flows aan de Faculteit Werktuigbouwkunde van de Technische Universiteit Eindhoven.

Niels Deen is in 1998 afgestudeerd in de chemische technologie aan de Universiteit Twente, onder begeleiding van professor Van Swaaij en professor Kuipers. Hij studeerde af met een experimentele studie van bellenkolommen. Dit onderzoek zette hij voort tijdens zijn promotie aan de Aalborg University Esbjerg in Denemarken, waar hij in 2001 promoveerde onder begeleiding van professor Hjertager. Van 2001 tot 2010 werkte hij als universitair docent aan de Universiteit Twente. In 2010 begon hij als universitair hoofd-docent aan de faculteit Scheikundige Technologie van de Technische Universiteit Eindhoven. In zijn onderzoek houdt hij zich bezig met numerieke en experimentele stromings-leer van reagerende stromingen binnen het vakgebied procestechnologie. In 2010 ontving Niels Deen een prestigieuze ERC Starting Grant van de European Research Council. Hij is executive editor van het tijdschrift Chemical Engineering Science.

Colofon

Productie
Communicatie Expertise
Centrum TU/e

Fotografie cover
Rob Stork, Eindhoven

Ontwerp
Grefo Prepress,
Eindhoven

Druk
De Digitale Drukker,
Eindhoven

ISBN 978-90-386-4242-0
NUR 978

Digitale versie:
www.tue.nl/bib/

Bezoekadres

Auditorium (gebouw 1)
Groene Loper, Eindhoven

Navigatieadres

De Zaale, Eindhoven

Postadres

Postbus 513
5600 MB Eindhoven

Tel. (040) 247 91 11
www.tue.nl/plattegrond



Technische Universiteit
Eindhoven
University of Technology