

De ontdekking van “de” wetenschap: Wetenschapsbeelden in het klaslokaal

Paul Ziche

Samenvatting Een adequaat beeld van ‘wetenschap’ is cruciaal om de uitdagingen van vandaag aan te kunnen gaan. Hierbij moet een goede balans worden gevonden tussen het vertrouwen in de epistemische betrouwbaarheid van wetenschappelijke uitspraken aan de ene kant, de noodzakelijke openheid van wetenschap aan de andere kant. Deze paper brengt twee argumentatielijnen bij elkaar die bij kunnen dragen aan een beter begrip van het concept ‘wetenschap’ zelf, en van het beeld van wetenschap in de samenleving, met name bij leerlingen op school en bij studenten. Uit filosofie- en wetenschaps-historisch onderzoek blijkt dat het concept ‘wetenschap’, en dus ook het idee van een overkoepelend concept waaronder verschillende ‘wetenschappelijke’ disciplines en praktijken bij elkaar kunnen komen, verrassend recent is (het komt voort uit debatten in de navolging van Immanuel Kants filosofie, rond 1800). Historisch gezien is het wetenschappelijke veld dus nog heel open. De openheid van wetenschap wordt mooi zichtbaar in het feit dat het voor ons, heden, heel natuurlijk is om over een wetenschapper als ‘genie’ te kunnen spreken, maar ook deze manier van denken is terug te leiden naar discussies uit de tijd omtrent 1800. Hier staat tegenover dat het typische beeld van de wetenschapper, zoals makkelijk te achterhalen valt in de zogenaamde “Draw-a-scientist”-test, verrassend stereotiep en eenzijdig is. Zowel de vraag naar de wetenschapper als genie als ook het beeld van de wetenschapper kunnen op zeer informatieve manier worden bestudeerd in het klaslokaal; hiervoor worden concrete lesopdrachten voorgesteld.

Trefwoorden ‘wetenschap’, filosofie en wetenschap, genie, “Draw-a-scientist”-test, wetenschap en wetenschappen

‘Wetenschap’ als recent en open concept

In veel contexten praten wij over ‘de’ wetenschap, over wetenschap dus als een overkoepelend en abstract fenomeen. Interdisciplinair werk vereist dat verschillende disciplines of verschillende disciplinaire perspectieven bij elkaar kunnen komen, en dat suggereert snel dat deze disciplines onder een gezamenlijke noemer van wetenschap vallen. Vaak proberen we ook om het antwoord van ‘de’ wetenschap te achterhalen, met name in grote en controversiële vraagstukken. Maar deze manieren om aan te kijken tegen ‘de’ wetenschap zijn problematisch. Is het inderdaad een algemeen concept van ‘wetenschap’ dat werk doet in het interdisciplinaire verbinden van verschillende perspectieven? Staat een unificerend concept van ‘wetenschap’ niet juist in de weg van creatieve weten-

Artikelgeschiedenis

Ontvangen: 4 oktober 2021
Geaccepteerd: 15 september 2023
Online: 12 december 2023

Contactpersoon

Paul Ziche, p.g.ziche@uu.nl

Over de auteur(s)

Paul Ziche is hoogleraar
Geschiedenis van de nieuwere
wijsgebeerte aan de Universiteit
Utrecht

Copyright

© Author(s); licensed under
Creative Commons Attribution
4.0. This allows for unrestricted
use, as long as the author(s) and
source are credited.

schapsbeoefening? En vooral, het beeld van wetenschap als een praktijk die met één stem kan spreken doet niet alleen geen recht aan de complexiteit van wetenschap, maar is zelfs gevaarlijk. Dit beeld van hoe wetenschap functioneert leidt namelijk snel tot wetenschapscepticisme als wetenschappers – wat bijna altijd het geval zal zijn – het niet helemaal met elkaar eens zijn.

Wat er dus nodig is, is een *beeld van wetenschap* dat rigoreuze *epistemische standaards* kan verbinden met een fundamentele *openheid*. Een openheid die de verhouding tussen disciplines (interdisciplinair werk zal altijd de grenslijnen tussen wetenschappen moeten overschrijden) opentrekt, als ook de altijd onvoorspelbare vooruitgang van de wetenschappen ondersteunt. Dit artikel laat zien dat wij hiervoor niet ver hoeven te zoeken. Wetenschaps- en filosofiehistorische methodes laten namelijk zien dat het concept ‘wetenschap’ zelf in historische opzicht verrassend jong is en dat een historische studie van dit concept ons dus juist zou moeten aanmoedigen om dit concept als een open concept te zien.

We moeten dan ook beter zicht zien te krijgen op wat voor beeld van wetenschap wij in onze dagelijkse praktijk hanteren, en wat voor gevolgen dit heeft voor de wijze waarop we een beeld van ‘wetenschap’ presenteren in de praktijk van het onderwijs. Dat zullen we doen door een aantal oefeningen te schetsen die in de zetting van het klaslokaal ons beeld van ‘wetenschap’ duidelijker voor het voetlicht kunnen brengen. Voor beide stappen geven we hierna een verdere onderbouwing.

Stap 1: Het concept ‘wetenschap’

Als wij het concept ‘wetenschap’ historisch bestuderen, komen verrassende resultaten naar voren. Het concept ‘wetenschap’, zoals we dit vandaag de dag gebruiken, is nog een verrassend jong concept, want in feite niet ouder dan iets meer dan 200 jaar (Ziche 1998). Hier werkt historisch onderzoek dus juist bevrijdend. Omdat het concept nog zo verrassend recent is, kunnen en moeten we overal zelf verantwoordelijkheid nemen voor wat we van en met ‘wetenschap’ maken. Door de recentheid van het concept staat het daarmee open voor een creatieve invulling; creativiteit en openheid horen ook intrinsiek bij de betekenis van ‘wetenschap’ zelf. Precies op het historische moment dat ons modern concept van de wetenschap ontstaat, wordt de openheid van wetenschap – openheid in de zin van: open staan voor vooruitgang, voor verandering, voor onvoorspelbare innovatie, voor creatieve suggesties voor het indelen van het wetenschappelijke veld – tot een centraal kenmerk van wetenschap gemaakt.

Dat heeft gevolgen voor ons begrip van interdisciplinariteit. Interdisciplinariteit is dan niet zo zeer te begrijpen als een kritisch-creatieve reactie tegen verstarde disciplinaire kaders in de wetenschap, maar als een in-werk-zetten van het concept ‘wetenschap’ zelf en van de openheid die inherent is aan dit concept. Tegelijkertijd impliceert dit dat, zodra wij het over ‘de wetenschap’ hebben, wij meteen ook moeten nadenken over de rijke en complexe structuur van wetenschap; wetenschap mag nooit versimpeld worden tot een eenduidig of eenlijnig verhaal. Dit motiveert tot de bovengenoemde tweede stap.

Stap 2: Presentatie van een beeld van wetenschap

Een adequaat beeld van wetenschap, in al haar complexiteit, openheid en creativiteit, is cruciaal voor het vertrouwen dat wij in de wetenschap kunnen en moeten stellen. Het is belangrijk om te kunnen zeggen: ‘wij moeten luisteren naar de wetenschap’, of: ‘het is wetenschappelijk aangetoond dat ...’. Dit speelt vooral in contexten waar het niet mogelijk is om de details van het wetenschappelijke onderzoek uit te leggen, maar waar toch vertrouwen moet kunnen worden gesteld in de resultaten van ‘de’ wetenschap. In een negatief spiegelbeeld keert dit terug zodra de onzekerheid van wetenschappelijke uitspraken – die in de wetenschappen altijd aanwezig is – aanleiding is om wantrouwen jegens ‘de’ wetenschap aan te wakkeren. Hierin ligt een belangrijke didactische opdracht in het aanleren van “*scientific literacy*”:¹ de vaardigheid om de praktijk van de wetenschappen en de status van haar resultaten goed in te kunnen schatten zonder zelf al actieve wetenschapper te hoeven te zijn. Het is dus van groot maatschappelijk belang om **een beeld van wetenschap** te presenteren dat zowel realistisch is als ook de ambities van wetenschap laat zien. Wetenschap staat altijd in een spanningsveld tussen risicovolle ontdekkingsstrategieën en kritische analyse aan de ene kant, en aan de andere kant het formuleren van de beste kennis die de mens kan bereiken. Wij moeten wetenschap dus niet reduceren tot de functie van een verzameling absoluut zekere uitspraken; juist deze reductie leidt tot gevaarlijke wetenschapsceptische houdingen. Juist de combinatie van openheid, kritiek, en betrouwbaarheid maakt de wetenschap tot wat zij is – wat ook weer door de begripshistorische kijk in de 20^e eeuwse wetenschapsfilosofie wordt bevestigd.

20^e eeuwse Wetenschapsfilosofie

De *filosofische* analyse van wetenschap in de 20^e eeuw heeft de historiciteit van wetenschap en haar onvoorspelbare dynamiek laten zien. In het begin van de 20^e eeuw, op het moment dat wetenschapsfilosofie tot een aparte subdiscipline in de filosofie werd, zag men wetenschap als een combinatie van logische precisie en empirische onderbouwing (vandaar werd de betreffende filosofische stroming ‘logisch empirisme’ genoemd) die eenduidige grenzen kan trekken tussen wetenschap en niet-wetenschappelijke praktijken. Redelijk snel begon men echter te beseffen dat dit beeld geen recht doet aan de dynamiek van de wetenschappen die lang niet altijd een logisch-empiristische methodologie volgt. Bovendien is dit beeld ook te simplistisch door aan te nemen dat er een eenduidige scheiding tussen fundamentele en afgeleide concepten en argumenten, en tussen waarnemingen en theorieën bestaat die men om filosofische redenen liet vallen.² Thomas S. Kuhns boek *The structure of scientific revolutions* van 1962 levert de wetenschapshistorisch-wetenschapsfilosofische onderbouwing voor een dynamischere opvatting van wetenschap waarin grote innovaties steeds weer voortkomen uit onvoorspelbare en – binnen de kaders van traditionele wetenschap – onbegrijpelijke revoluties.

In dit artikel zullen dus twee stappen worden genomen. In de volgende paragraaf wordt de wetenschapshistorische stelling onderbouwd dat ‘wetenschap’ een recent en open concept is. Vervolgens wordt een lesprogramma geschetst dat in zeer verschillende contexten (verschillende leeftijdsgroepen; verschillende disciplinaire contexten) een aantal belangrijke aannames ten aanzien van het concept ‘wetenschap’ zichtbaar kan maken. Als conclusie zal worden benadrukt dat openheid en innovativiteit intrinsiek bij het concept ‘wetenschap’ horen en belangrijk zijn om aan wetenschap haar maatschappelijke rol ook echt toe te kunnen kennen. Het klaslokaal kan een vruchtbare experimentele ruimte bieden om deze aspecten van wetenschap zichtbaar te maken – en, zoals al aangetoond, deze aspecten van wetenschap zijn nauw verbonden aan de theorie en praktijk van interdisciplinariteit.

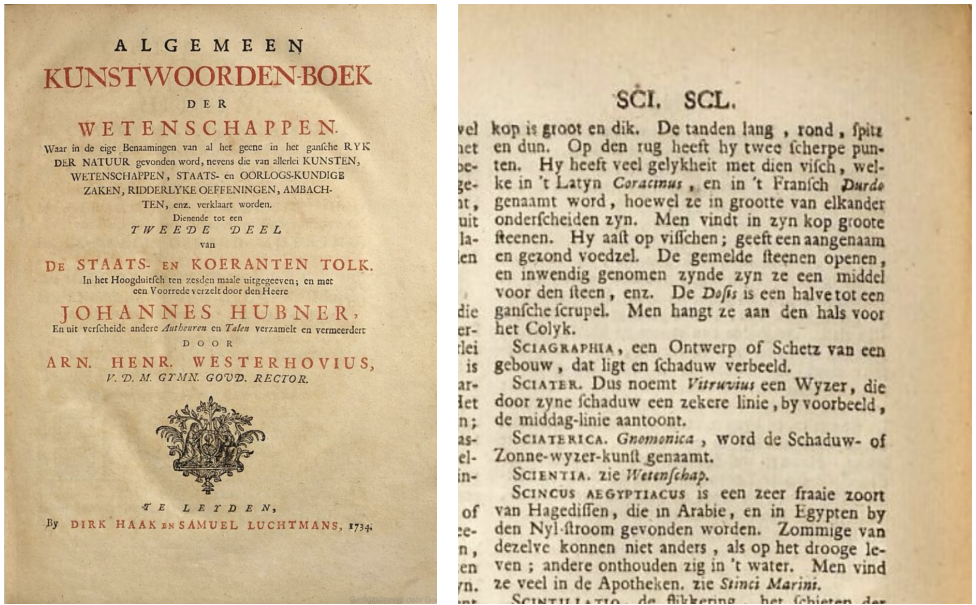
“Wetenschap”, de wetenschappen, en de wetenschapper: Woord- en begripsgeschiedenis

Het overkoepelende concept ‘wetenschap’ kwam pas aan de orde nadat de filosofie – in het bijzonder Immanuel Kant – de fundering en ordening van de kennis tot onderwerp van filosofische reflectie had gemaakt. Deze funderende en ordenende rol van de filosofie had gevolgen voor de structuur van de universiteit, omdat op basis van filosofische argumenten verschillende disciplines bij elkaar werden geplaatst. De wetenschap is altijd georganiseerd is in de vorm van weliswaar (min of meer) bij elkaar geplaatste, maar toch zeer diverse concrete praktijken (instituties, disciplines), terwijl wij in veel gevallen over ‘de wetenschap’ in enkelvoud spreken. Hoe verhoudt zich dus ‘de wetenschap’ in enkelvoud tot ‘de wetenschappen’ in meervoud? Voorts is het een effect van de filosofische reflectie op wetenschap in de tijd rond 1800 dat van de wetenschappen expliciet wordt gevraagd om nieuwe kennis te verwerven waarmee kenmerken als openheid, creativiteit, en oneindigheid van interpretatie tot centrale kenmerken van wetenschap kunnen worden. Wij zullen deze woord- en begripsontwikkeling hierna toelichten.

Het concept ‘wetenschap’ in de geschiedenis

Laten we beginnen met een anecdotische observatie over taalgebruik die de situatie in het verleden schetst, de manier hoe het concept ‘wetenschap’ vóór het einde van de 18^e eeuw werd gebruikt.

In het *Algemeen kunstwoordenboek der wetenschappen* van 1734 (figuur 1) komen ‘wetenschappen’ als meervoud in de titel voor.³ In dit woordenboek is dan ook een artikel “Scientia. zie wetenschap” opgenomen – maar de verwijzing loopt op niets uit, want in het woordenboek is géén artikel ‘wetenschap’ te vinden. Het encyclopedische vacuüm kan symbool staan voor de staat van conceptuele verheldering die er toen (nog niet) bereikt was. De lange en enigszins ongestructureerde lijst van wetenschapsrelevante domeinen in de titel van dit woordenboek doet denken aan een klassieke, ironisch-



Figuur 1 Titelpagina van Johannes Hübner/Arnold Heinrich Westerhoff: *Algemeen kunstwoordenboek der wetenschappen*. Waar in de eige Benaamingen val het geene in het gansche rijk der natuur gevonden word, nevens die van allerlei kunsten, wetenschappen, staats- en oorlogkundige zaken, ridderlyke oefeningen, ambachten, enz. verklaart worden. Leyden 1734

methodologische discussie van Michel Foucault van heterogene lijsten. Deze laat in zijn klassieke boek *De woorden en de dingen* zijn discussie van de “archeologie van de menswetenschappen” beginnen met een citaat uit een tekst van Jorge Luis Borges die weer naar een Chinese encyclopedie (echt of niet) verwijst om te illustreren dat in onze pogingen om de wereld te ordenen, heel uiteenlopende criteria, zelfs criteria die afkomstig zijn van totaal verschillende regimes van ordening, naast elkaar kunnen bestaan (Foucault, 2006, 9).⁴

Natuurlijk kunnen wij veel activiteiten benoemen, ook al lang voor de tijd waarin het concept ‘wetenschap’ in zijn moderne functie opkwam, die wij met recht en overtuiging ‘wetenschappelijk’ zouden kunnen noemen. Maar het overkoepelende concept ‘wetenschap’ in enkelvoud, het concept dus dat al deze wetenschappen bij elkaar brengt, dat hun essentie formuleert, en hiermee ook structuur geeft aan het onoverzichtelijke veld van de wetenschappen, ontbrak nog. Ook de hiervan afgeleide woorden zijn nog niet echt gangbaar; vooral ontbeekt nog een woord om de beoefenaars van wetenschap te benoemen. Het Engelse woord “*scientist*” biedt een zeldzaam voorbeeld dat op een precies dateerbaar moment – in het jaar 1834, in een tekst van de Engelse wetenschapsfilosoof en – historicus William Whewell wordt gecreeërd (Ross, 1962).

Het concept ‘wetenschap’ in de filosofie

In het theoretisch reflecteren over, en het praktisch implementeren van, het concept ‘wetenschap’, heeft de filosofie haar sporen zeer nadrukkelijk achtergelaten. Het idee dat de verschillende wetenschappen op inhoudelijke basis, op grond van de manier hoe zij het concept ‘wetenschap’ verwezenlijken, en niet op basis van maatschappelijke nut moeten worden geordend, is aan deze debatten te danken.⁵ De grote filosoof Immanuel Kant zoekt in zijn *Kritiek van de zuivere rede* van 1781/87 naar de (filosofische) fundering van “eigenlijke” wetenschap. Hij laat zich hierbij inspireren door een klein aantal voorbeeldwetenschappen; in zijn geval: logica, wiskunde, en – maar dan al met wat kritische kanttekeningen – theoretische natuurkunde, disciplines dus die stabiele, door de eeuwen heen geldige resultaten kunnen bereiken. ‘Eigenlijke wetenschap’ vereist voor Kant een vorm van zekerheid die hij in logica of wiskunde kan vinden. Of tenminste de hoogste vorm van zekerheid die voor de mens bereikbaar is. Voor de empirische wetenschappen eist Kant een samenwerking van empirische bevindingen met (‘apriorische’) concepten die alle epistemische subjecten moeten delen en die de zekerheid van de wetenschappen kunnen garanderen. Door naar de voorwaarden voor de successen van een aantal voorbeelddisciplines te kijken, wil Kant ook de filosofie tot een discipline met stabiele resultaten maken. Tegelijkertijd wil hij hierdoor aan de filosofie de status van een kritisch beoordelende en absoluut funderende discipline toekennen. Filosofie wordt daarmee tot de theoretische en institutionele context voor het beoordelen van de wetenschappelijkheid van kennisclaims. En dit heeft gevolgen voor de structuur van de universiteit.

Filosofie en de structuur van de universiteit

De filosofische reflectie op de wetenschappen heeft haar sporen achtergelaten in de structuur van de universiteiten. Kant geeft filosofische argumenten op basis waarvan verschillende disciplines bij elkaar kunnen worden geplaatst. Pas nu ontstaat bijvoorbeeld het concept en het idee van de ‘natuurwetenschap’ dat disciplines zoals natuurkunde, scheikunde, fysiologie, enzovoort overkoepelend kan samenvatten (Ziche 1998). De filosofie verandert daardoor van status en wordt van een inleidingsdiscipline tot ultieme fundering (Ziche & Frigo, 2011).

In veel gevallen adresseren wij ‘de wetenschap’ dus in enkelvoud, terwijl wetenschap toch altijd georganiseerd is in de vorm van zeer diverse concrete praktijken (instituten, disciplines, ...). Dit roept de volgende vraag op: Hoe verhoudt ‘de wetenschap’ in enkelvoud zich tot ‘de wetenschappen’ in meervoud?

Wetenschap in enkel- en meervoud

‘Wetenschap’ deelt een belangrijk kenmerk met andere grote concepten zoals ‘religie’ of ‘geschiedenis’. Er zijn veel verschillende religies, en veel geschiedenissen, dat wil zeggen geschiedenissen van zeer verschillende soorten objecten of evenementen, en toch klinkt het volstrekt normaal om simpelweg te zeggen: ‘deze persoon heeft religie’, of:

‘dit huis heeft geschiedenis’. ‘Religie’ en ‘geschiedenis’ zijn zowel concrete concepten, toegepast op concrete situaties en concrete praktijken, als ook zeer brede concepten die betekenisvol kunnen worden gebruikt ook los van specifieke bepalingen. Het hebben van ‘religie’ bijvoorbeeld staat los van de specifieke vorm van religie. Interessant genoeg kan het woord ‘wetenschap’, als men naar de woordgeschiedenis kijkt, op dezelfde manier worden gebruikt. Het was absoluut mogelijk om te zeggen ‘iemand heeft wetenschap van iets’ – maar dat betekent dan dat iemand ‘verstand heeft’ van een bepaald onderwerp. In de oudere semantiek van het woord ‘wetenschap’⁶ is, zoals hiervoor gezegd, de stap dus nog niet genomen die ‘wetenschap’ zich laat uitstijgen tot een verheven concept dat op één niveau kan spelen met concepten zoals ‘religie’.⁷

Het effect van de rol van filosofie rond 1800

De enorme rol van de filosofie van de tijd rond 1800 doet zich nog steeds gelden. Als academici leven en werken wij in feite in een context die rechtstreeks terug te leiden is naar debatten rond 1800. Nog belangrijker is dat vanuit deze filosofische overwegingen het moderne idee van een onderzoeksuniversiteit voortkomt, het idee dus van een universiteit waarin niet alleen het doorgeven van kennis centraal staat, maar waarin vooral ook kennis wordt geproduceerd, in een egalitaire samenwerking van docenten/onderzoekers en studenten, en met voortdurende kritische reflectie op vragen zoals de afbakening of samenwerking van disciplines. De programmatische teksten die in de aanloop naar de stichting van de universiteit Berlijn in 1809/10 werden geschreven, zijn doorgaans terug te leiden naar discussies die door Kant in gang werden gezet.⁸

Interessant genoeg leidt de focus op wetenschap-in-enkelvoud niet tot een verlies aan wetenschappelijke dynamiek. Integendeel zelfs. Kant vertrekt van een zeer beperkt aantal traditionele disciplines, maar zijn onmiddellijke opvolgers passen deze ideeën meteen toe om juist die gebieden de status van wetenschap te verlenen die in deze tijd nog niet gevestigd waren, en waarvan de verhouding met andere gebieden nog niet uitgekristalliseerd was. Typische voorbeelden daarvan kan men in Nederland in Teylers Museum in Haarlem bestuderen. Martinus van Marum, directeur van Teylers Museum in Haarlem, en daarmee leider van een van de belangrijkste instituties voor experimenteel onderzoek in Europa aan het einde van de 18^e eeuw, ontwikkelde een breed natuurwetenschappelijk onderzoeksprogramma. Dit onderzoeksprogramma onderzocht de onderlinge verhouding van verschillende vormen van elektriciteit en de verbanden tussen elektriciteit, scheikunde en andere disciplines van natuuronderzoek. Tevens werden verbanden onderzocht tussen scheikunde en fysiologie (in het experimentele paradigma van het ‘Galvanisme’, dus van fenomenen zoals de samentrekking van spieren als een zenuw op scheikundige manier elektrisch wordt gestimuleerd), de overgang tussen verschillende aggregatietoestanden van materie, of de verhouding tussen groeiprocessen in organismen en in kristallen. De collectie van Teylers Museum – die uiteraard ook een uitstekende bestemming is voor een wetenschapsgerelateerde onderwijsactiviteit – toont tot op de dag van vandaag aan hoe moeilijk en hoe uitdagend het was om al

deze verschillende fenomenen goed te ordenen. Wat bij Borges en Foucault met enige ironie wordt gepresenteerd, is hier kenmerkend voor de avontuurlijke openheid van wetenschap.

Openheid van wetenschap

Wetenschap treedt rond 1800 letterlijk naar buiten, omarmt openheid, gaat voorbij vaste disciplinaire kaders, maar met steeds grotere ambities. Een fraaie indicatie van deze openheid kan worden gevonden in de titelillustratie van een inleidend overzichtswerk over natuurkunde uit de 18^e eeuw (Ziche, 2021): aan de linker kant een bibliotheek, rechts een open landschap met dramatische natuurverschijnselen, en in het midden (en op de voorgrond) de personificatie van Isis, de Godin van (natuur-)onderzoek.⁹ Zij zit in de natuur, maar heeft wel boeken om haar heen liggen, en gebruikt deze ook. Interessant genoeg gaat deze illustratie veel verder in het uitbeelden van het concept ‘wetenschap’ dan de stereotiepe beelden die men vandaag vaak tegenkomt. Verschillende disciplines komen bij elkaar, gendervragen worden (tenminste impliciet) ter discussie gesteld, natuur en de instituties van wetenschap treden in interactie.

Een bijzonder interessante verwoording van het ideaal van openheid in de wetenschap maakt gebruik van concepten die uit geesteswetenschappelijke praktijken bekend zijn.¹⁰ Ludwig Christian Lichtenberg (broer van de veel bekendere auteur en natuurkundige Georg Christoph Lichtenberg) geeft in 1779 in het Duitse Gotha colleges over natuurkunde. L.C. Lichtenberg, opgeleid als bibliothecaris, schrijft hier een zeer opmerkelijke interpretatie van de rol van de bibliotheek, het boek en het lezen. Hij ziet juist de bibliotheek als een plek die oneindige onderzoeksmogelijkheden opent, die onuitputbaar is, overal geheimen bergt (vreemde talen; schrift die we niet kunnen lezen; raadselachtige teksten) en dus creativiteit en “genie” vereist (Ziche, 2021). Deze interpretatie van de rol van het lezen en van de bibliotheek is opmerkelijk. Het boek, en de wereld van de boeken, wordt niet gezien als een verzameling van geëtableerde kennis en niet als een woordenboek, maar als een wereld van oneindige verwondering, van oneindige interpretaties. De fascinatie met de boekenwereld wordt hier vervolgens naar buiten geprojecteerd op de studie van de natuur: Openheid, creativiteit, oneindigheid van interpretatie vormen de overkoepelende verbinding tussen tussen wat (weer: vandaag de dag) verschillende disciplines of wetenschapsgebieden lijken te zijn. Voor de geesteswetenschapper van vandaag, geschoold aan de hand van hermeneutiek, deconstructivisme, enz. klinkt dat geheel vanzelfsprekend. Echter, gezien de paradigmatische rol die vandaag de dag wordt toegekend aan de natuurwetenschapper is het wel de moeite waard om aan de geschiedenis van het idee van ‘de’ wetenschap te herinneren.

Opmerkelijk aan deze instrumentalisering van praktijken uit de schijnbaar stoffige, achterlijke boekenwereld als een algemeen model voor ‘wetenschap’ is dat hier juist de openheid, het oneindige aantal interpretaties, de rol van creativiteit en genie worden benadrukt. Alle wetenschapsgebieden moeten dus door deze openheid en creativiteit worden gekenmerkt. De tijd rond 1800 wordt hierdoor nog belangrijker voor ons begrip



Figuur 2 Titelillustratie van Julius Bernhard von Rohr: Physikalische Bibliothek worinnen die vornehmsten Schriften die zur Naturlehre gehören, angezeigt werden. Uitgegeven door Abraham Gotthelf Kästner. Leipzig 1754

van het fenomeen ‘wetenschap’. Zoals gezegd, ultieme epistemische ambities zoals het streven naar zekerheid, én oneindige openheid en creativiteit komen bij elkaar op het cruciale moment waar ons concept van ‘wetenschap’ wordt gevormd.

Het beeld van “de” wetenschap in het klaslokaal: Schets van een lesprogramma

Om een adequaat beeld van het fenomeen ‘wetenschap’ te kunnen krijgen, is het cruciaal dat er helderheid wordt bereikt ten aanzien van de aannames die wij maken wat betreft ‘wetenschap’. Het klaslokaal kan hiervoor tot een echte onderzoekslocatie worden, en scholieren c.q. studenten kunnen deel worden gemaakt van het onderzoeksproject. Het hieronder geschetste lesconcept zal op verschillende niveaus kunnen werken. De auteur heeft met deze opzet gewerkt in lessen voor basisschool, vwo, en wo. Het lesprogramma

stelt twee zeer simpele opdrachten of vragen centraal die uitstekend geschikt zijn om impliciete aannames in het beeld van wetenschap bloot te leggen, en die aanleiding geven tot vervolgvragen die precies kunnen toewerken in de richting van een flexibeler en opener beeld van wetenschap. De achtergronden van deze vragen zullen zo meteen verder worden uitgelegd. Deze opdrachten/vragen zijn:

1. Teken een wetenschapper!
2. Wie is een genie?

Opdracht 1: Teken een wetenschapper – Hoe ziet een wetenschapper eruit?

“Draw a scientist”!

Geef de groep de volgende simpele opdracht: “Teken een wetenschapper!” Deze vraag werkt in het Nederlands beter dan in het Engels, hoewel de literatuur over “Draw a scientist”-test meestal in het Engels is geschreven. In het Nederlands kan men onbepaald laten of een natuurwetenschapper of geesteswetenschapper wordt bedoeld. Men betaalt ook een prijs hiervoor: in het Nederlands heeft “wetenschapper” wel een bepaald gender.

Geef de groep 5 minuten de tijd om de opdracht uit te voeren; zeg er ook bij dat de esthetische kwaliteit van het resultaat er niet toe doet.

Laat de resultaten eerst in kleine groepen bespreken, dan in de hele groep: wat zijn de meest opmerkelijke overeenkomsten tussen de tekeningen die er zijn gemaakt? wat zijn relevante verschillen? Zie beneden over de te verwachten resultaten – die, opmerkelijk genoeg, in zeer uiteenlopende contexten verrassend stabiel zijn.

Bespreek relevante vervolgvragen: wat voor aannames worden er gemaakt ten aanzien van gender? wat zijn de meest typische vormen van ‘wetenschap’ die stereotiep worden uitgebeeld? worden er ook geesteswetenschappers of sociale wetenschappers getoond? Om deze vragen helder te krijgen, zal ook een vergelijking met de relevante literatuur belangrijk zijn: de resultaten lijken niet af te hangen van nationale context, leeftijd, enz.

Op al deze vragen kan men in een gesprek in de hele groep voortborduren: hoe zou je een geesteswetenschapper tekenen? maakt een boek in je hand al tot een toonbeeld van een geesteswetenschapper? wat zijn voorbeelden voor geesteswetenschappers in populaire media (Robert Langdon in de Dan Brown-boeken; Lara Croft; Indiana Jones, ...)? Waar komen de voorbeelden voor onze tekeningen vandaan? In dit gedeelte van de les wordt er niet gevraagd om een specifieke conclusie. Belangrijk is dat de deelnemers een beter beeld krijgen van de mate in hoeverre onze opvattingen over ‘wetenschap’ zijn beïnvloed door stereotiepen die net expliciet ter discussie worden gesteld.

Kader 1. Didactische werkwijze voor opdracht 1

Achtergrond: De “Draw a scientist!”-test

De “Draw a scientist!”-test is inmiddels een klassieker.¹¹ Op basis van anecdotische observaties door de auteur die met deze test heeft gewerkt in verschillende contexten en op verschillende onderwijsniveaus (basisschool, vwo, wo bachelor- en masterniveau, in cursussen, en in verschillende disciplinaire contexten) werkt deze tekst in al deze contexten heel goed. De resultaten komen op zeer verrassende manier overeen (behalve dat scholieren meestal meer aandacht besteden aan het maken van mooie en zeer gedetailleerde tekeningen). Interessant genoeg blijken de resultaten ook niet af te hangen van het taalgebied. Hoewel het Nederlandse woord ‘wetenschapper’ breder is dan het huidige Engelse woord ‘*scientist*’, dat dan weer anders dan ‘wetenschapper’ geen aanduiding van gender bevat, komen de resultaten van de test overeen. Het standaardbeeld van ‘de’ ‘wetenschapper’ toont (bijna altijd) een man, met weinig haar of juist heel wild haar, vaak met een bril, bijna altijd met een reageerbuis of iets soortgelijks, en met een witte labjas.

De tekeningen die op de “Draw a scientist!”-vraag reageren roepen veel vragen op. Omdat het onmogelijk lijkt om het abstracte concept ‘de wetenschapper’ uit te beelden, moet een vertegenwoordiger van een concrete discipline worden afgebeeld, en/of wordt vaak een beeld getekend dat beïnvloed is door populaire media (die zelf al, bewust of onbewust, bepaalde stereotiepe beelden volgen of deze ook laten ontstaan). Een bepaald type wetenschap, en preciezer nog: een bepaalde subdiscipline van de natuurwetenschappen, te weten de scheikunde, heeft dus de status van symbool voor wetenschap überhaupt weten te verkrijgen. Dit leidt tot een aantal vervolgvragen: Waarom precies deze discipline? Waarom worden eigenlijk geen geesteswetenschappers getekend? Alleen omdat deze moeilijker via een paar simpele symbolen afgebeeld kunnen worden (een boek in de hand maakt nog geen geesteswetenschapper)? Is dat misschien in Frankrijk anders, waar de zwarte coltrui wel een soort iconische functie kreeg als modestandaard voor geesteswetenschappers? En hoe zit het met beelden van geesteswetenschappers in populaire media, films enz.? Men kan denken aan Indiana Jones, Lara Croft, en de Dan-Brown-helden, maar al deze voorbeelden tonen tegelijkertijd dat er geen goed beeld van de stereotiepe geesteswetenschapper bestaat.

De resultaten van de test laten vooral zien dat het beeld van wetenschap veel minder breed en gevarieerd is dan men zou verwachten, of zou willen zien. Dat er zo vaak een experimentele natuurwetenschapper wordt getekend, kan een reductionistische versimpeling aantonen in het denken over wetenschap, en over de verhouding tussen verschillende wetenschappen, en er zijn overduidelijk ook bepaald stereotiepe genderopvattingen aan het werk. Meer recent onderzoek geeft hoop dat hierin verandering komt; ook hiervoor kan het klaslokaal of de collegezaal als onderzoeksomgeving dienen.¹² Een belangrijke vervolgvraag zal dus zijn: is het beeld van wetenschap dat hierin naar voren komt, ook het beeld dat wij graag zouden willen hebben? En doet het recht aan het fenomeen ‘wetenschap’ zoals dit, bijvoorbeeld, door het net geschetste historische onderzoek wordt geschetst? Deel 2 van het geschetste lesprogramma wil duidelijk maken dat in ons beeld van wetenschap ook steeds het moment van openheid en creativiteit vervat zit.



Figuur 3 Tekeningen, gemaakt in antwoord op de “Draw a scientist!”-opdracht door scholieren op middelbare school <https://wet.kuleuven.be/ladiesatscience/ladiesafbeeldingen/drawscientist/view>



Figuur 4 Tekeningen gemaakt door studenten (in cursussen op de Universiteit Utrecht), in respons op dezelfde vraag

Opdracht 2: Wie is een genie?

In kader 2 staat de didactische werkwijze.

Deel 2: Wie is een genie?

Ook hier wordt weer een simpele vraag gesteld: “Wie is een genie?”

Deze vraag kan gewoon aan de hele groep worden gesteld (of met een *digitale voting-tool* worden gesteld). Het verwachte antwoord is: Einstein (auteur heeft deze vraag vaak gesteld, aan zeer diverse groepen studenten/leerlingen; en altijd was “Einstein” de eerste reactie). Dan verder doorvragen: waarom eigenlijk noem je Einstein? Waarom geen geesteswetenschapper? Een ander antwoord dat vaak op plek 2 wordt genoemd: Leonardo da Vinci – weer: waarom eigenlijk? (Het concept van een “universeel genie” is heel problematisch: wij herinneren Leonardo vanwege zijn schilderkunst; daarnaast heeft hij veel dingen gedaan die allemaal enorm spannend zijn, maar niet echt hebben bijgedragen aan vooruitgang in de wetenschappen – toen al was het onmogelijk om alle gebieden te kunnen bestrijken.)

Conclusie: wij noemen wel steeds weer een natuurwetenschapper als toonbeeld van wat het betekent om ‘genie’ te zijn. Confronteer deze reactie met Kants argument dat een natuurwetenschapper nooit een genie zal kunnen zijn (zie achtergrond 2). Waarom vinden wij Kants argument onaanvaardbaar? Het antwoord zal snel worden genoemd: omdat hij geen rekening houdt met het *ontdekken* van iets nieuws in de wetenschappen.

Hieruit volgt dan wel een duidelijke conclusie: voor ons is het ontdekken van iets nieuws (en dan: van iets dat echt nieuw is, dus dat niet had kunnen worden voorspeld op basis van al bestaande kennis) essentieel voor de wetenschappen – maar wat volgt hieruit?

Laatste stap: kijk naar recente discussies rondom het concept ‘wetenschap’ in de context van wetenschapskritische posities: hier wordt ‘wetenschap’ vooral als de bewaarder van veilige kennis beschouwd – maar kennelijk zijn we het hier niet mee eens. Een concrete vraag om onze intuïties hierover te toetsen: waar hecht je meer belang aan – leerboeken of onderzoeksartikelen (dat is dan wel een vraag die alleen op wo-niveau goed werkt)? Probeer om dit punt goed onder de aandacht te brengen. Thema voor de volgende les zal dan kunnen zijn: wat voor manieren heeft de wetenschap om met risico, onzekerheid, feilbaarheid, verrassingen, ... om te kunnen gaan?

Kader 2. Didactische werkwijze voor vraag 2

Achtergrond: De wetenschapper als ‘genie’?

Het lijkt bij ons beeld van ‘wetenschap’ te horen dat grote wetenschappers het predikaat ‘genie’ verdienen. Dit zit ook in de stereotiepe beelden die de “Draw a scientist”-test oplevert: mannen een man met wild haar, onaangepast gedrag, en met radicale ideeën binnen en buiten de wetenschap. De historische personage Einstein wordt steeds weer als de ideaaltypische vertegenwoordiger als een ‘genie’ genoemd.

Ook achter deze, voor ons vanzelfsprekende, verbinding van grote wetenschap met genialiteit schuilt een opmerkelijk begripshistorisch verhaal. Het woord ‘genie’ werd in de vroege 18^e eeuw vooral voor natuurwetenschappers (in huidige terminologie) gebruikt, omdat deze in bijzondere mate bezig zijn met ontdekken van iets nieuws. Eind 18^e eeuw dan, en helemaal expliciet bij Kant, veranderde dat radicaal: De natuurwetenschapper kan volgens Kant geen genie zijn; alléén de kunstenaar mag deze titel claimen.

Kants argument tegen ‘genie’ in de natuurwetenschappen luidt (Kant, 1790, § 47): elke leerling, mits de leerling voldoende tijd meebrengt, kan alles leren begrijpen (in de zin van: leren om het na te doen) wat in de werken van de grootste natuurkundige van zijn tijd, van Isaac Newton dus, te lezen valt. Voor de kunst geldt dat niet: Alle tijd en alle toewijding zal ons niet (of tenminste: de meesten van ons niet) tot Rembrandts, Mozarts, of Shakespeare’s kunnen maken (en als dat toch lukt, dan was de geniale aanleg er al, en komt deze dus niet voort uit de schoolse training).

Maar slechts een paar jaar later, en opmerkelijk genoeg ook hier in navolging van Kant, kandelde het gebruik van het woord ‘genie’ weer. Filosofen kennen kort na 1800 de status van ‘genie’ zowel toe aan de kunstenaar als aan de natuurwetenschapper (Ziche 2022). Voor onze context is interessant dat de relevante argumenten doorgaans vanuit overwegingen over onderwijs voortkomen.

Studenten en leerlingen van vandaag hebben geen moeite om de fout in deze redenering te ontdekken (dat dat zo makkelijk gaat, is ook weer een indicatie dat wij hier toegang kunnen krijgen tot zeer fundamentele aannames betreffende het concept ‘wetenschap’): Wij kunnen zeker leren om na te doen wat Newton in zijn boeken opschreef, maar dat betekent nog niet dat wij ook in staat zijn om de theorieën en berekeningen van Newton ook allemaal zelf *uit te vinden*. De essentiële stap zit dus ook hier weer in het benadrukken van de *creatieve* handeling die in onze opvatting van wetenschap onmisbaar is, en die Kant nog net miste in zijn baanbrekende analyse van wetenschap.

Conclusies

Het klaslokaal is een ideale plek om te laten zien, en bewust te maken, dat wetenschap zowel een heel abstract concept is als ook zeer concreet kan worden benaderd. Wij hebben kennelijk allemaal een beeld van wat een wetenschapper tot een wetenschapper maakt. Deze beelden zijn uitermate relevant omdat een adequaat begrip van ‘wetenschap’ met name de openheid van wetenschap moet benadrukken. Wetenschap is een

onderneming die overall risico's moet nemen, maar dat ook op een verantwoorde manier kan en moet doen. Wetenschap als een activiteit die zowel het avontuurlijke opzoekt als ook, en juist door avontuurlijk te zijn, de meest betrouwbare kennis levert die wij hebben. Het is daarom cruciaal dat wij een goed beeld krijgen van onze eigen aannames, of vooroordelen, ten aanzien van wetenschap, en dat we deze overall kunnen vergelijken met wat historisch, filosofisch, wetenschapssociologisch onderzoek vertelt over het fenomeen 'wetenschap'.

'Wetenschap' conceptualiseert absolute openheid én absolute controle tegelijkertijd.¹³ In de geschiedenis van het concept 'wetenschap' kunnen wij dus een groot pleidooi ontdekken voor idealen die vandaag de dag belangrijk zijn in het interdisciplinaire onderzoek en onderwijs. De geschiedenis van het woord 'wetenschap' laat ook zien dat historisch onderzoek bevrijdend kan werken. Wetenschap functioneert, als wij deze historische lijn volgen, het best als wij niet in termen van vaste disciplines denken die dan in een tweede stap bij elkaar moeten worden gebracht. Toen het concept 'wetenschap' ontstond, was het conceptuele en institutionele landschap van 'de wetenschappen' allesbehalve helder gestructureerd. 'Wetenschap', met nadruk in enkelvoud, houdt hiermee rekening, maar poogt niet om dit landschap helemaal recht te trekken, te vereffenen, alles op één vlak te tillen. Idealen van – in hedendaagse terminologie – interdisciplinariteit zitten al ingebouwd in het concept van 'de' wetenschap. 'Wetenschap' brengt juist openheid én ultieme epistemische verantwoordelijkheid, creativiteit en het streven naar zekerheid bij elkaar. Een historische kijk op het concept 'wetenschap' kan, zoals hiervoor aangetoond, dit dubbele potentieel van wetenschap scherp voor het voetlicht brengen. Onderwijssituaties bieden uitgelezen mogelijkheden om zowel grip te krijgen op het beeld van wetenschap in de huidige samenleving als ook om toe te werken naar een beeld dat recht doet aan een open-en-ambitieuw wetenschapsbeeld. Als wij de geschiedenis van het concept 'wetenschap' serieus nemen, kunnen we zeggen dat interdisciplinair onderwijs altijd al rekening houdt met essentiële kenmerken van wetenschap in het algemeen, maar ook altijd zal moeten blijven reflecteren op wat wetenschap in het algemeen, voorbij alle disciplinaire indelingen, kan en moet zijn. Dit helpt ook om in te gaan tegen een te simplistisch beeld van interdisciplinair onderzoek als een twee-staps-proces, vertrekkend vanuit bestaande disciplines die dan op creatieve manier aan elkaar moeten worden gekoppeld. Disciplines, en algemener de organisatievormen van wetenschap in het algemeen, zijn nooit helemaal inerte, vaste structuren. De speelse vragen die in het voorgestelde lesprogramma aan de orde komen, kunnen de leerlingen/studenten deelgenoot maken van een zoektocht naar wat 'wetenschap' kan betekenen: niet alleen de resultaten van een zoektocht naar de betekenis van 'wetenschap', maar ook het proces zelf kunnen belangrijke aspecten van dit fenomeen zichtbaar maken.

Dankwoord

Veel dank aan Merel van Gogh, Rianne van Lambalgen, Cees Terlouw, Iris van der Tuin voor input, discussies, en kritische opmerkingen bij dit artikel.

Noten

- 1 Literatuur over het onderwerp ‘scientific literacy’ is meestal direct gefocust op de praktijk van het onderwijs; zij bijv. Roth & Barton (2004); Lindner (2010).
- 2 Deze ontwikkeling wordt in alle overzichtswerken over de geschiedenis van de wetenschapsfilosofie in de 20^e eeuw behandeld; een mooi overzichtswerk is Newton-Smith (1981).
- 3 Interessant genoeg worden de ‘wetenschappen’ hier zowel als overkoepelend concept als ook als een thema naast andere, waaronder zeer concrete, thema’s in het boek aangekondigd. Dit toont duidelijk aan dat de verhouding tussen het abstracte concept van ‘wetenschap’ en de vele verschillende wetenschappen nog allesbehalve helder was.
- 4 Een klassiek voorbeeld uit de Nederlandse literatuur waarin het denken in termen van onduidelijk gestructureerde lijsten met ironisch plezier wordt gepresenteerd, gepubliceerd decennia voor Borges’ tekst, is de lijst van uiteenlopende thema’s in het “Pak van Sjaalman” in *Max Havelaar* – deze alom bekende tekst geeft een goed beeld van de conceptuele staat van het concept ‘wetenschap’ voor het einde van de 18^e eeuw.
- 5 Een ordening op basis van nut ligt ten grondslag aan de traditionele universiteit – dat wil zeggen: aan de structuur van de universiteiten tot aan de tijd rond 1800. Het criterium van nut leidde tot een duidelijke hiërarchie met drie ‘hogere’ faculteiten (in de volgorde van nuttigheid: theologie (want heeft nut voor het eeuwige leven), rechten, geneeskunde) en een ‘lagere’ faculteit, namelijk de filosofische faculteit, die met name ter voorbereiding moest dienen voor een studie in de hogere faculteiten.
- 6 Ook hier weer geldt dat soortgelijke bevindingen ook in andere taalgebieden kunnen worden gemaakt.
- 7 De Duitse historicus Reinhart Koselleck heeft aangetoond dat dergelijke “Kollektivsingulare”, dwz: woorden die in enkelvoud worden gebruikt om een ouder taalgebruik waarin deze woorden vooral in meervoud werden gebruikt, op een meer abstracte manier te funderen. Zie bijv. Koselleck (2010). Interessant genoeg bespreekt Koselleck het concept ‘wetenschap’ niet, hoewel het voor de hand ligt om ook ‘wetenschap’ als een “Kollektivsingular” op te vatten (cf. Ziche, 2019).
- 8 De relevante bronteksten zijn verzameld in Weischedel (1960).
- 9 Hier zou het interessant zijn naar de traditie van symbolische uitbeeldingen van het idee van ‘wetenschap’ te kijken – de mythologische persona van Isis biedt een prominent voorbeeld. Zie hierover bijv. Hadot (2006).
- 10 Ook het concept ‘geesteswetenschappen’ is vrij recent; de term ‘geesteswetenschappen’ wordt pas vanaf het einde van de 19^e eeuw intensief gebruikt.

- 11 Een klassieke tekst is Chambers (1983). De literatuur, met name ook literatuur over didactische aspecten van deze tekst, is omvangrijk; een recent overzichtsartikel is Ferguson & Lezotte (2020).
- 12 Zie bijv. Motivans (2018). Zie ook Steinke (2007) over de rol van gender stereotypes, en over de rol van beelden uit de media voor de resultaten van deze test.
- 13 Voor de filosofen/filosofiehistorici: Deze combinatie komen wij in de tijd rond 1800 vaker tegen; ook Kants categorische imperatief, bijvoorbeeld, combineert openheid (in de zin van: niet bepaald door concreet inhoud) met rigoureuze morele claims.

Literatuur

- Chambers, D.W. (1983). Stereotypic Images of the Scientist: The Draw-A-Scientist Test. *Science Education* 67(2): 255–265.
- Ferguson, S.L. & Lezotte, St. M. (2020). Exploring the state of science stereotypes: Systematic review and meta-analysis of the Draw-A-Scientist Checklist. *School Science and mathematics* 120: 55–65.
- Foucault, M. (2006). *De woorden en de dingen. Een archeologie van de menswetenschappen* [1966]. Vertaling Walter van der Staar. Amsterdam: Boom.
- Hadot, P. (2006). *The Veil of Isis. An Essay on the History of the Idea of Nature*, Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.
- Hübner, J. & Westerhoff, A.H. (1734). *Algemeen kunstwoorden-boek der wetenschappen. Waar in de eige Benaamingen val het geene in het gansche ryk der natuur gevonden word, nevens die van allerlei kunsten, wetenschappen, staats- en oorlogs-kundige zaken, ridderlyke oefeningen, ambachten, enz. verklaart worden*. Leyden: Dirk Haak & Samuel Luchtmans.
- Kant, I. (1790). *Kritik der Urtheilskraft*. Berlin & Libau: Lagarde & Friederich.
- Koselleck, R. (2010). *Begriffsgeschichten. Studien zur Semantik und Pragmatik der politischen und sozialen Sprache*. Frankfurt a. M.: suhrkamp.
- Lindner, C.J. (2010). *Exploring the landscape of scientific literacy*. New York: Routledge.
- Motivans, E. (2018). *Students draw more female scientists than they did fifty years ago*. Geradpleegd via <https://www.zmescience.com/other/offbeat-other/students-draw-female-scientists-fifty-years-ago/>; <https://ed.fnal.gov/projects/scientists/amy.html>.
- Newton-Smith, W.H. (1981). *The rationality of science*. Boston: Routledge & Kegan Paul.
- Ross, S. (1962). Scientist. The story of a word. *Annals of Science* 18, 65–85.
- Roth, W.-M., & Barton, A.C. (2004). *Rethinking scientific literacy*. New York: Routledge.
- Steinke, J. et al. (2007). Assessing Media Influences on Middle School-Aged Children's Perceptions of Women in Science Using the Draw-A-Scientist Test (DAST). *Science Communication* 29: 35–64.
- von Rohr, J.B. (1754). *Physikalische Bibliothek worinnen die vornehmsten Schriften die zur Naturlehre gehören, angezeigt werden. Uitgegeven door Abraham Gotthelf Kästner*. Leipzig: Johann Wendler.

- Weischedel, W. et al. (uitg.) (1960). *Idee und Wirklichkeit einer Universität. Dokumente zur Geschichte der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin*. Berlin: de Gruyter.
- Ziche, P. (1998). Von der Naturgeschichte zur Naturwissenschaft. Die Naturwissenschaften als eigenes Fachgebiet an der Universität Jena. *Berichte zur Wissenschaftsgeschichte* 21, 251–263.
- Ziche, P. (2019). Begriffliche Metareflexion im kollektiven Singular. Neue Begriffsstrukturen in Vorlesungsverzeichnissen und einführenden Lehrtexten um 1800. In F. Bomski & J. Stolzenberg (uitg.). *Genealogien der Natur und des Geistes. Diskurse, Kontexte und Transformationen um 1800* (pp. 43–61). Göttingen: Wallstein.
- Ziche, P. (2021). “Hinreisende Erwartung” in der Naturlehre. Ludwig Christian Lichtenbergs Begriffe des Forschens’ In J.A. Schmidt-Funke, G. Berg & M. Mulsow (uitg.): *Das Schloss als Hörsaal. Ludwig Christian Lichtenbergs Vorlesung über die Naturlehre und die residenzstädtische Wissensproduktion um 1800* (pp. 43–60). Stuttgart: Franz Steiner.
- Ziche, P. (2022). Schelling über Kepler: Der Naturwissenschaftler als Genie. *Schelling-Studien* 9: 175–197.
- Ziche, P. & Frigo, Gian Franco (uitg.) (2011). *“Die bessere Richtung der Wissenschaften”. Schellings “Vorlesungen über die Methode des akademischen Studiums” als Wissenschafts- und Universitätsprogramm*. Stuttgart-Bad Cannstatt: frommann-holzboog.