

Kennis over wetenschap

Ontwikkelingen

Natuurwetenschappelijke kennis ontwikkelt zich snel. Leerlingen die bijvoorbeeld over twintig jaar een rol in natuurwetenschap of techniek zullen spelen, moeten nu op school leren hoe je natuurwetenschap beoefent en welke rol deze, met haar technologische toepassingen, in de samenleving speelt. Daarnaast blijft kennis van begrippen, feiten en regels onverminderd relevant. Aansluitend bij een zevental 'curriculum emphases' (min of meer vertaald als *curriculumaccenten*) voor *science education* die Roberts (1982) onderscheidt, heeft Van Berkel (2005) voor scheikunde een driedeling gemaakt in *Fundamentele natuurwetenschap* (FN), *Kennisontwikkeling in de natuurwetenschap* (KN) en *Natuurwetenschap, technologie en samenleving* (NTS). De Putter (2012) heeft deze driedeling verbreed naar de natuurwetenschappen in het algemeen. Sinds de jaren 70 van de vorige eeuw laten vernieuwingen van de beoogde curricula in binnen- en buitenland zien, dat men de traditioneel sterk benadrukte FN (met name kennis van natuurwetenschappelijke theorieën) wil aanvullen met KN en NTS (kennis over). Meest recente uitingen in internationaal kader van deze trend, die ook in Nederland zelf zijn geadopteerd, zijn de *21st century skills* en het Curriculum Framework PISA 2015 (www.oecd.org/pisa) - resp. bij de vaardigheid *Kennisconstructie* en bij de kennisgebieden *Procedural knowledge* en *Epistemic knowledge*.

In het door SLO ontwikkelde leerplanvoorstel W&T po/so (Van Graft et al., 2016) worden houdingen, vaardigheden en kennis onderscheiden. Naast de vaardigheden onderzoeken en ontwerpen, die zijn uitgewerkt in leerlijnen, worden onderliggende vaardigheden beschreven, onder andere het hanteren van denkwijzen. Die denkwijzen komen grotendeels overeen met de denkwijzen in het leerplanvoorstel *N&T onderbouw vo* (Ottevanger et al., 2014). Bij de natuurwetenschappelijke vakken in de tweede fase benoemen de eindtermen in het A-domein (vaardigheden) in de examenprogramma's deze aspecten. In elk van de vakken zijn domeinen aan te wijzen die KN en NTS mogelijk maken. Mogelijkheden voor uitwerking van het curriculum worden zichtbaar gemaakt in de handreikingen voor het schoolexamen. Dat geldt nog sterker voor de vakken ANW en NLT, die elk op hun eigen wijze op maat gesneden zijn voor de curriculumaccenten KN en NTS.

Bij PISA 2015 is kennis over wetenschap zeer belangrijk, aangeduid als 'procedurele kennis' (over het opzetten en uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek) - en 'epistemische kennis' (over de processen en concepten die een rol spelen bij de constructie van kennis in de wetenschap). Op havo en vwo scoren leerlingen significant beter op deze categorieën dan op vakinhoudelijke kennis; op vmbo bb en kb is dat juist andersom (Van der Hoeven et al., 2017). Op de meeste schooltypes is de score op kennis over wetenschap ook meer gedaald dan de score op vakinhoudelijke kennis.

Ook aandacht voor redeneren en verschillende soorten van vakmatig denken lijkt ruimte te bieden voor werkwijzen en denkwijzen in de natuurwetenschappen. SLO is de mogelijkheden die de vaardigheden in de programma's bieden als bijdrage aan kennis over wetenschap aan het uitwerken in voorbeeldles- en toetsmateriaal, vooral over redeneervaardigheden. Daarmee wordt aangesloten bij de examenprogramma's voor vmbo en voor havo/vwo, die in de A-domeinen (die verschillende inhoudsdomeinen overkoepelen) uitwerkingen bieden van de vaktaal waarvan bij oriëntatie op kennis over wetenschap gebruik kan worden gemaakt.

In de Nederlandse lespraktijk (uitgevoerde curriculum) winnen de categorieën KN en NTS terrein, maar in de strijd om de schaarse uren delven zij nog wel vaak het onderspit. De kloof tussen beoogd en uitgevoerd curriculum wordt verwoord in de perceptie bij veel leraren dat wetenschapsfilosofische en historische inhoud ten koste gaat van 'echte' scheikunde, natuurkunde en biologie. Tegelijk laat onderzoek van Van Driel, Bulte en Verloop (2008) zien dat, zeker voor het vwo, veel scheikundelaren kennis over de aard van de scheikunde een belangrijk onderdeel van hun vak vinden. Voor de andere natuurwetenschappelijke vakken is dergelijk onderzoek niet bekend. Wel zijn er aanwijzingen voor te vinden in de tussenevaluatie van de invoering van de natuurwetenschappelijke examenprogramma's havo/vwo (Folmer, Ottevanger, & Kuiper, 2015). Gevraagd naar de aandacht voor de wetenschapsfilosofische en -historische aspecten van hun vak (ANW-aspecten), geeft de meerderheid van de respondenten in alle drie de vakken aan dat zij aan deze aspecten in enkele lessen aandacht besteden. Daarbij:

Bron: *Natuurwetenschappelijke vakken, Vakspecifieke trendanalyse 2017*; te raadplegen via <http://natuurentechneek.slo.nl>

- krijgt bij biologiedocenten de vraag hoe wetenschappelijke kennis gebruikt wordt de meeste aandacht; bij 37% van de docenten in een kwart of meer van de lessen;
- krijgen bij natuurkundedocenten de vragen hoe wetenschappelijke kennis gebruikt wordt en hoe wetenschappelijke kennis tot stand komt de meeste aandacht, door 40% van de docenten resp. 19% van de docenten in een kwart of meer dan de helft van de lessen;
- krijgt bij scheikundedocenten de vraag hoe wetenschappelijke kennis gebruikt wordt de meeste aandacht; door 25% van de docenten in een kwart of meer dan de helft de lessen.

Aandacht voor KN en NTS speelt een rol in alle vakken die een wetenschappelijke achtergrond hebben en/of (zoals het taalonderwijs) een methodische aanpak ontwikkelen. Die rol is duidelijk af te lezen in de analyse van inpassingsmogelijkheden van ANW-inhoud in andere vakken, onder de brede noemer *wetenschapsoriëntatie* (zie www.wetenschapsorientatie.slo.nl voor een overzicht). De interesse van vooral vwo-scholen voor wetenschapsoriëntatie als vakoverstijgend thema blijkt uit de grote deelname van schoolleiders aan de conferentie *De w van vwo*, die de KNAW in november 2015 voor de derde keer sinds 2011 organiseerde, in samenwerking met onder andere de VO-Raad en SLO. Bij die conferentie bleek ook dat enkele scholen uit het netwerk van de WON Academie actief zijn.

Curriculaire uitdagingen

Kennisontwikkeling in de natuurwetenschap (KN) en Natuurwetenschap, technologie en samenleving (NTS) hebben, zoals gemeld, een duidelijke plaats in curriculumdocumenten voor N&T. Voor het accent NTS is een versterking van aandacht in lesmateriaal te zien, met de verschillende uitwerkingen van de concept-context-benadering, vooral bij contexten als ordenend principe of als startpunt voor leerstofselectie ('verbindende' of 'centrale' context; zie Bruning & Michels, 2013). De concept-contextbenadering draagt in de methoden maar in geringe mate bij aan het curriculumaccent KN; die blijft daarin veelal beperkt tot enkele historische contexten. Doordat de betekenis van concepten in verschillende contexten verschillen, ook in de tijd, kan het volgen van die betekenis bijdragen aan meer kennistheoretisch inzicht in kennisontwikkeling in de natuurwetenschap. Behalve in de concept-contextbenadering liggen er kansen bij activiteiten van leerlingen in onderzoeken, ontwerpen en modelleren. Bij zulke uitwerkingen kan gebruik worden gemaakt van de resultaten van vakdidactisch onderzoek naar de kwaliteit van onderzoek door leerlingen (Van der Jagt, 2016; Van der Valk e.a., 2005; Schalk, 2006). Dergelijke activiteiten staan onder druk van de altijd dreigende overladenheid, zeker in de tweede fase. In het po staat de nadruk op taal- en rekenen/wiskunde aandacht voor W&T en zeker ook voor KN en NTS in de weg, in combinatie met evenals handelingsverlegenheid van veel leerkrachten bij deze onderwerpen. Vervolgens is voor een goede behandeling van KN en NTS ook reflectie en verbreding nodig, om van eigen ervaringen tot inzicht in onderzoeken, ontwerpen en modelleren als activiteit van de natuurwetenschap als geheel te komen. Ook de stap naar toetsing is van belang, maar die wordt, vooral bij centrale examens, niet zo makkelijk gemaakt, vooral omdat het verschil tussen goede en foute antwoorden op deze gebieden lastiger te maken is dan bij strikt natuurwetenschappelijke vragen. Docenten en ontwikkelaars kunnen hiervoor te rade gaan bij andere vakken, waarin men meer ervaring heeft met vragen waarop de antwoorden die niet altijd duidelijk goed of fout zijn.