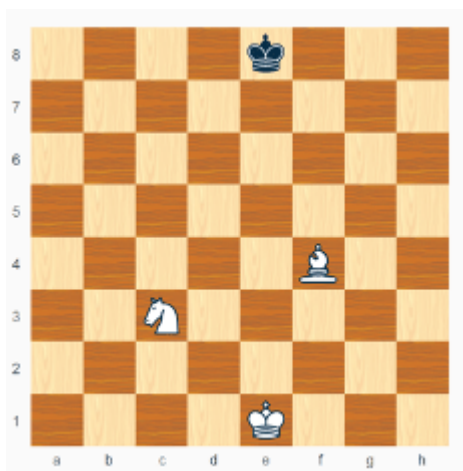


Van de [Taxonomie van Bloom](#) heb je als docent vast wel eens gehoord. En wellicht doen andere taxonomieën zoals het ERK, RTTI, Miller en SOLO ook een belletje rinkelen. In deze blogreeks bespreken we de verschillende taxonomieën. Waarom zijn ze gemaakt? Wat brengen ze in kaart? Hoe kun je ze inzetten? In dit deel kijken we naar een praktische taxonomie, gericht op de Beta-vakken: TIMSS

Een taxonomie voor alles?

De taxonomie van Bloom, met z'n vele variaties en afgeleiden, is al decennia een begrip in onderwijsland. Sinds het ontstaan ervan, in de jaren vijftig van de vorige eeuw, heeft deze taxonomie zich exponentieel ontwikkeld. De taxonomie van Bloom is vaak verbeeld als een [piramide](#), waarbij de verschillende cognitieve domeinen in een hiërarchische indeling staan. Hogere orde vaardigheden (creëren, evalueren) staan zó hoger aangeschreven dan de zogenaamde lagere orde vaardigheden (onthouden, begrijpen). Velen zetten [kanttekeningen](#) bij deze aanname [1].

Neem als voorbeeld de schaakstelling hieronder. Een geoefend schaker zal de onderstaande stelling direct herkennen en ook weten welke standaardprocedures er doorlopen moeten worden om binnen 50 zetten de zwarte koning mat te zetten. Het zelf creëren van deze kennis, onder tijdsdruk en achter het wedstrijdboard, is vele malen moeilijker, zo niet onmogelijk. Parate kennis loont! En dat geldt niet alleen achter een schaakbord, maar ook bij het verwerven van andere kennis en vaardigheden.



Figuur 1: Wit wint

Wil je een algemeen geldende taxonomie, zoals die van Bloom, inzetten binnen een specifiek vak, zoals natuurkunde, dan is het bijna onvermijdelijk om de categorieën te herdefiniëren. Daarbij blijkt het moeilijk om een domein als 'creëren' te bevragen in een schriftelijke natuurkundetoets. Dit komt ook terug in de data van de internationale PISA onderzoeken [2]. Slechts 1,3% van de vragen die in deze onderzoeken gesteld worden kunnen onder het domein 'creëren' geschaard worden.

TIMSS: taxonomie gericht op beta-onderwijs

Een ander internationaal onderzoek naar de staat van onderwijs is de zogenaamde 'Trends In

Mathematics and Science Study' [3]. Dit vierjarig onderzoek wordt uitgevoerd sinds 1995. Hierbij richt men zich specifiek op het volgen van de wiskundige en natuurwetenschappelijke vaardigheden van leerlingen over de hele wereld. In het kader van het TIMSS onderzoekstraject werd een nieuwe taxonomie ontwikkeld. Deze TIMSS taxonomie hanteert een eigen set definities van cognitieve vaardigheden, volledig gericht op de exacte vakken. In de loop van de verschillende cycli is de taxonomie van TIMSS enkele malen aangescherpt. Op dit moment bevat het drie cognitieve domeinen, namelijk 'weten', 'toepassen' en 'redeneren'.

De drie domeinen van TIMSS kunnen als volgt samengevat worden [3,4]:

Domein 1: Weten

De leerling is in staat om, bij natuurkundige verschijnselen en waarnemingen, vakbegrippen en procedures te benoemen, te herkennen en toe te lichten.

Voorbeeldvraag (uit het eindexamen natuurkunde HAVO 2019, eerste tijdvak):

18 Hoe noemt men de frequentie waarmee de stemvork trilt na het aanslaan?

Domein 2: Toepassen

De leerling kan concepten en vakbegrippen met elkaar in verband brengen en koppelen aan een specifieke context om zo tot een oplossing te komen bij een praktisch probleem of een vraag.

Voorbeeldvraag (uit het eindexamen natuurkunde HAVO 2019, eerste tijdvak):

Op de uitwerkbijlage zie je een oscillogram van de stemvork. Hierin is de uitwijking uitgezet tegen de tijd. Eén hokje staat voor 1,0 ms.
De mens hoort frequenties tussen 20 Hz en 20 kHz.

19 Toon met behulp van het oscillogram aan of de toon van de stemvork in het hoorbare gebied ligt.

Domein 3: Redeneren

De leerling kan concepten en vakbegrippen toepassen in onbekende en/of complexe contexten of vraagstellingen. De leerling is daarnaast in staat om, vanuit de gegeven context en de beheersing van de vakgerelateerde concepten, een situatie te analyseren, voorspellingen en generalisaties uit te voeren en conclusies te trekken.

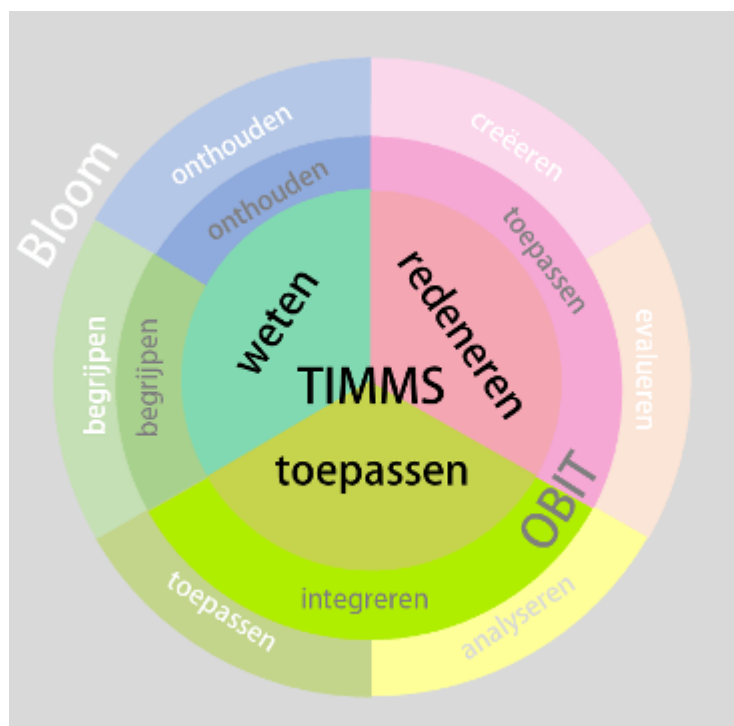
Voorbeeldvraag (uit het eindexamen natuurkunde HAVO 2019, eerste tijdvak):

De NASA wilde deze techniek ook gebruiken voor klokken in de ruimtevaart. Een stemvork kun je beschouwen als een massa-veersysteem met een bepaalde veerconstante C . Voor de nauwkeurigheid van de klok is het belangrijk dat de trillingstijd van de stemvork heel constant is.

20 Leg uit of de NASA voor de stemvork in deze klok rekening moest houden met een andere trillingstijd in de ruimte dan op aarde.

Overeenkomsten en verschillen

In figuur 2 zijn de overeenkomsten tussen TIMSS en twee bekende andere taxonomieën, Bloom en OBIT, schematisch weergegeven. Alhoewel veel van de termen in elk van de drie taxonomieën terugkomen (maar soms wel op een andere plaats!) zijn er zeker ook verschillen tussen TIMSS en de andere twee taxonomieën. TIMSS werkt met slechts drie domeinen, wat de praktische toepassing ervan ten goede komt. Meer hierover later in dit artikel. Daarnaast kennen de drie domeinen van TIMSS een minder sterke hiërarchische indeling. Het ene TIMSS domein bevat ook niet per definitie moeilijkere vragen dan een ander domein.



Figuur 2: TIMMS, Bloom en OBIT

TIMSS kan, binnen het exacte onderwijs, gebruikt worden als instrument om tot een betrouwbare toetsing te komen. Ook kan het een bijdrage leveren bij het opbouwen van een lesprogramma. Allereerst de toetsing.

TIMSS en het eindexamen

Bij het construeren van de eindexamens natuurkunde wordt een onderscheid gemaakt in vier

beheersingsniveaus [5]. Niveaus 1 en 2 kunnen vrij direct gekoppeld worden aan het TIMSS domein ‘weten’, niveau 3 aan ‘toepassen’ en niveau 4 aan ‘redeneren’. De praktische vertaling hiervan zijn twee labels die elke examenvraag meekrijgt. Is het een kwalitatieve (‘redeneren’) of een kwantitatieve (‘toepassen’) vraag? En valt de vraag binnen de reproductie (‘weten’), of zijn de gevraagde handelingen productief van aard? Gedetailleerde informatie hierover is te vinden in de Cito toets- en itemanalyses [6] van de centrale examens die elk jaar worden vrijgegeven. Door TIMSS te gebruiken bij het ontwerpen van je toetsen maak je gebruik van een vergelijkbare taxonomie als die bij het eindexamen gehanteerd wordt.

Vaak kun je herleiden in welke categorie een (examen)vraag valt door te kijken naar het zogenaamde examenwerkwoord dat gebruikt is. Ook de examenwerkwoorden zijn, per vak, gedefinieerd in de syllabus van het desbetreffende vak. Het vak natuurkunde onderscheidt 11 examenwerkwoorden [7]. In figuur 2 is gevisualiseerd onder welke van de drie domeinen elk van de examenwerkwoorden, bij benadering, valt. In de praktijk hangt het domein waarin een werkwoord valt natuurlijk sterk samen met de complexiteit van de vraagstelling. Daarnaast kunnen er, in één vraag, ook meerdere domeinen aangesproken worden.



Figuur 3 eindexamenwerkwoorden en TIMSS

TIMSS en leerdoelen

Een tweede praktische toepassing van de taxonomie van TIMSS is gerelateerd aan het werken met [leerdoelen](#). Wil je effectieve [feedback](#) genereren, waarmee je als docent méér inzicht krijgt in de [cognitieve](#) groei van je leerlingen, dan kan het interessant zijn om de drie cognitieve vaardigheden van TIMSS terug te laten komen in de manier waarop je de leerdoelen van de lesstof indeelt en

aanbiedt. Zie als voorbeeld de tabel in figuur 4. Hier is een lijstje met leerdoelen weergegeven die betrekking hebben op de natuurkundige context 'arbeid'.

LEERDOELEN ARBEID			
Je kunt:	WETEN	TOEPASSEN	REDENEREN
werken met het concept 'arbeid'	1,2	3ab	3cd, 8
arbeid relateren aan de begrippen stijgen en dalen	4	5abc	5d, 9
de koppeling leggen tussen een (F, s)-grafiek en de grootte arbeid	6ab	7, 10a	10b

Figuur 4: Leerdoelen 'Arbeid'

Door de drie cognitieve domeinen van TIMSS te benoemen en ook direct te koppelen aan opgaven krijgen zowel de docent als de leerling méér inzicht in het [leerproces](#). Ook wordt het mogelijk om de voortgang van de leerling per domein te monitoren. Zo kan een krachtig instrument ontstaan, waarmee de docent in staat is om op individuele schaal feedback te geven, te [differentiëren](#) of te remediëren.

Om leerdoelen te kunnen combineren met de TIMSS taxonomie is het aan te raden om deze te herformuleren. Woorden als 'toepassen' en 'redeneren met...' hoeven niet meer gebruikt te worden in de omschrijving van de afzonderlijke leerdoelen. Dit onderscheid wordt namelijk automatisch gemaakt door het koppelen van de opgaven aan de drie cognitieve domeinen.

Kortom

De TIMSS taxonomie is, vergeleken bij die van bijvoorbeeld Bloom en OBIT, en relatief onbekende taxonomie. In dit artikel is de meerwaarde belicht van TIMSS voor het onderwijs bij de exacte vakken, zoals wiskunde, natuurkunde of scheikunde. In tegenstelling tot Bloom is de TIMSS taxonomie een, met een specifiek doel ontwikkeld en continue geactualiseerd instrument. Het biedt een internationaal herkenbare en consistente omschrijving van de cognitieve domeinen voor wiskunde- en natuurwetenschappelijk onderwijs. Zowel in het kader van toetsing als bij de opbouw van een lessenreeks kan TIMSS een meerwaarde hebben.

Literatuur

- [1] A Roof without Walls: Benjamin Bloom's Taxonomy and the Misdirection of American Education, Michael J. Booker, Published online: 30 January 2008, Springer Science
- [2] Cognitive Process Analysis of PISA, TIMSS, and UN Science Items Based on Revised Bloom Taxonomy, W.Wasis, S.Sukarmin, M.Prastiwi, december 2017, Journal of Computational and Theoretical Nanoscience
- [3] <https://www.iea.nl/publications/assessment-framework/timss-2019-assessment-frameworks>
- [4]

[https://natuurkundedidactiek.nl/wp-content/uploads/sites/224/2017/03/hbnd-w-02-07-04-INF-1-nivea
u-indeling-TIMSS.pdf](https://natuurkundedidactiek.nl/wp-content/uploads/sites/224/2017/03/hbnd-w-02-07-04-INF-1-nivea
u-indeling-TIMSS.pdf)

[5]

[https://www.examenblad.nl/examenstof/-21/2012/f=/werkversie_2_syllabus_natuurkunde_havo_vwo.p
df](https://www.examenblad.nl/examenstof/-21/2012/f=/werkversie_2_syllabus_natuurkunde_havo_vwo.p
df)

[6]

[https://www.cito.nl/vo-eindexamenbank/vwo?f=examfileyear%3A2019%7Cexamfilesobject%3Anatuu
rkunde%7Cexamfileperiod%3A1%7Cexamfiledocumenttype%3Aoverig](https://www.cito.nl/vo-eindexamenbank/vwo?f=examfileyear%3A2019%7Cexamfilesobject%3Anatuu
rkunde%7Cexamfileperiod%3A1%7Cexamfiledocumenttype%3Aoverig)

[7] <https://www.examenblad.nl/examen/natuurkunde-vwo-2/2021>