

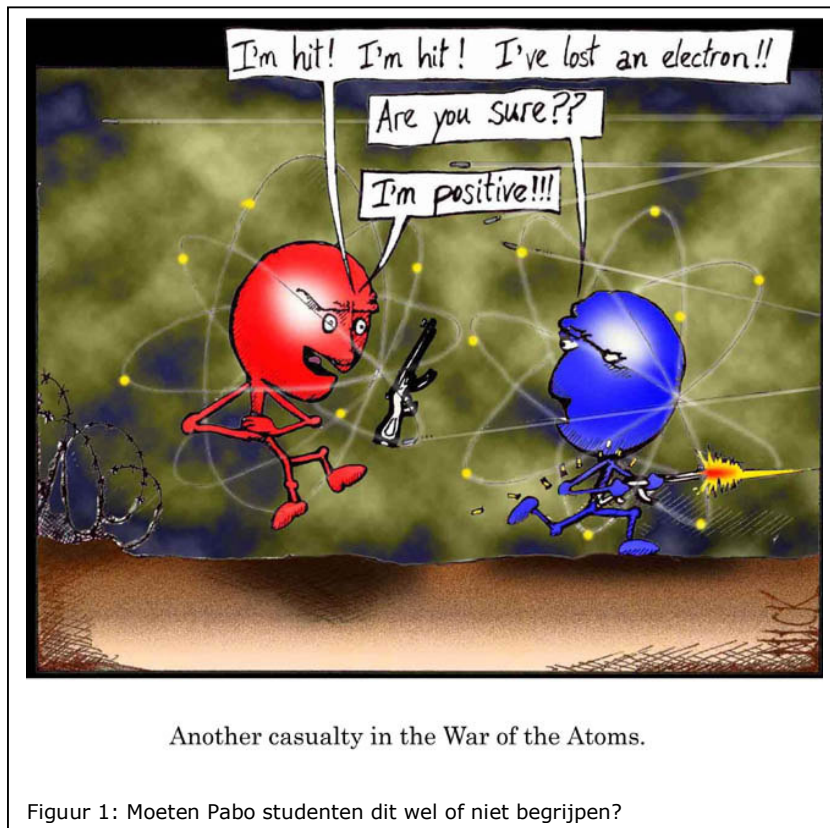


Expertisecentrum W&T Noord-Holland

Kennisbasis Wetenschap en Techniek voor de Pabo

It feels good when learning takes place!

Ed van den Berg (eindredacteur, HvA en AMSTEL)
Welmoet Damsma (HvA)
Thomas van Eijck (HvA)
Rene Onclin (HvA)
Paul Ruis (EWT)
Jennie Schrumpf (IPABO)
Laura van Veen (NEMO)
Ben Willers (Pabo Almere)



Kennisbasis Wetenschap en Techniek voor de Pabo

Versie 1.0

E. van den Berg (red.), W. Damsma, T. van Eijck, R. Onclin, P. Ruis, J. Schrupf, L. van Veen, B. Willers.

Expertisecentrum Wetenschap en Techniek Noord-Holland
Amsterdam, 16 april 2009

Expertisecentrum Wetenschap en Techniek Noord-Holland is een samenwerkingsverband van IPABO, Pabo Almere, InHolland, Hogeschool van Amsterdam, AMSTEL Instituut Universiteit van Amsterdam, NEMO, Artis en RTCA.

Subtitel: Het gevoel hebben iets te leren én te begrijpen is bijzonder motiverend, *it feels good* en leidt tot een positieve attitude (Paul Hewitt: auteur van het bekendste natuurkunde leerboek voor niet-bèta's).

Doel

De leerkracht heeft voldoende feitelijke kennis op het gebied van een aantal helder omschreven natuurwetenschappelijke en technologische concepten binnen de omschreven domeinen natuurkunde, levenswetenschappen, aarde en ruimte, techniek en wiskunde. (Kuijpers & Walma van der Molen, 2008, p35)

Bovengenoemde quote komt uit het VTB document *Wetenschap & Techniek: een rijke leeromgeving*. Daarin wordt ook genoemd dat de leerkracht voldoende kennis heeft van:

- dwarsverbanden tussen concepten,
- contexten,
- wetenschappelijke methoden,
- en pedagogisch-didactische kennis.

De vraag is nu welke die helder omschreven concepten zijn, welke dwarsverbanden, welke contexten, en welke methodische kennis en vaardigheden? Dit document biedt een voorzet met antwoorden op bovenstaande vragen. Het is bedoeld als discussiestuk dat gebruikt wordt in de revisie van W&T programma's van partner Pabo's van EWT Noord-Holland, als een werktuig om begrippen/vaardigheden wel of niet te kiezen en om deze keuze te kunnen verantwoorden. Het is NIET bedoeld als canon die voorschrijft, maar als referentie die helpt bij het kiezen van prioriteiten in het eigen programma.

Waarom een kennisbasis?

- Om richting, structuur en inhoud te geven aan voor- en nascholing van leerkrachten en aan basisschool W&T programma's.
- **NIET** om inhoud te gaan voorschrijven, maar **WEL** om bewuste keuzes te stimuleren tussen alternatieve inhoud voor het vak W&T.
- Om als referentiekader te dienen voor
 - ontwikkelaars van lesmateriaal voor basisschool en Pabo.
 - aanschaf van methoden en van practicumspullen.
 - ontwikkeling van instrumenten voor meting van vakkennis en PCK
- Om "benchmarking" met buitenlandse programma's mogelijk te maken.

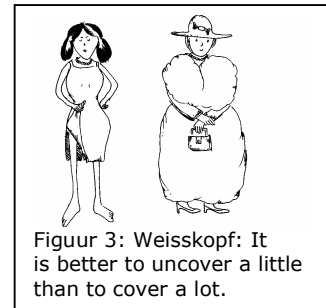
Figuur 2: Waarom een kennisbasis?

Er zijn Pabo's met een duidelijk W&T curriculum, er zijn ook Pabo's die projectmatig werken of thematisch geïntegreerd met andere vakgebieden waarbij niet van te voren vast staat welke W&T begrippen aan bod komen. Als leerdoelen vooral vorm krijgen vanuit projecten of vanuit de leerbehoefte van de studenten dan kan de opleiding de kennisbasis inzetten als instrument voor studenten en opleiders om de gekozen leerinhoud achteraf te verantwoorden of vooraf enigszins te sturen.

Vakspecifieke begrippen worden door kinderen/leerlingen/studenten vaak inhoudelijk anders ingevuld dan door de specialist. De kennisbasis wil daarom ook dienen als instrument voor de opleiding om gericht met deze discrepantie om te gaan. Dit komt in de kennisbasis tot uiting in de kolom vakdidactische kennis met verwijzingen naar praktische literatuur over "alternatieve" interpretaties van begrippen (misconcepties, Tabellen 1 en 2; Duit, 2009).

Het is onze ambitie om de kennisbasis voor te leggen aan experts en stakeholders in het land om zo de kennisbasis beter te valideren en verder te ontwikkelen. We willen daarbij aansluiten bij het landelijk Pabo project 'Werken aan kwaliteit'. Bij de ontwikkeling van onze kennisbasis hebben wij rekening gehouden met de criteria die vanuit dit project gelden.

Het grote gevaar van leerstoflijsten, curricula en ook van deze kennisbasis is dat ze prescriptief worden gebruikt en dat alles wat erin staat geleerd moet worden. Gebruik daarin de wijsheid van Nobelprijswinnaar Victor Weisskopf (figuur 3): *It is better to uncover a little than to cover a lot* want anders loopt men het gevaar van een "overstuffed and undernourished" curriculum.



Niettemin maakt de kennisbasis inzichtelijk hoe weinig verdieping mogelijk is in het Pabo curriculum. Ter illustratie een berekening: een pabo besteedt ongeveer 200 studie-uren van de totaal 6000 uur aan W&T (dit aantal blijkt in de praktijk realistisch te zijn). Het aantal domeinen van de kennisbasis bestaat uit 7 (biologie) + 11 (natuurkunde/scheikunde) + 9 (techniek) = 27 domeinen (tabellen 1 t/m 3). Als een opleiding geen keuze maakt, betekent dit dat aan elk domein 7,4 studie uren besteed kan worden (in de totale opleiding), oftewel ongeveer 2,5 contactuur. Ons idee is dat de helft van de bijgaande kennisbasis daarom in een curriculum NIET aan bod zou moeten komen, wil je enig niveau in begripvorming kunnen realiseren. Natuurlijk is er wel wat winst te boeken door integratie tussen domeinen en bèta/techniek vakken en door vakoverstijgende samenwerking met andere leergebieden, vooral taal.

Kennisbasis en VTB-pro

VTB-Pro heeft primair als doel de professionalisering van leraren, met name t.a.v. attitudevorming. De didactiek van Onderzoekend en Ontwerpen Leren is daarbij een belangrijke methode. De kennisbasis draagt bij aan professionalisering van leraren doordat het omschrijft welke begrippen de leraar zou moeten beheersen, c.q. uit welke begrippen zij kan kiezen. Het biedt daarmee dus een inhoudelijk kader voor onderzoekend en ontwerpand leren.

De kennisbasis biedt enerzijds een inhoudelijk overzicht, anderzijds wil het voldoende ruimte laten voor inhoudelijke leerwensen van de studenten. Naar ons idee draagt de kennisbasis bij aan een positieve attitude doordat het de student inzicht geeft in de groei van het eigen kennisniveau: *it feels good when learning takes place*.

In een recent literatuuroverzicht van Van Veen, Meirink & Zwart (2009) naar effectieve vormen van docentprofessionalisering blijkt dat de inhoud van professionaliseringsactiviteiten zoveel mogelijk gericht moet zijn op het uitbreiden of verdiepen van de vakkennis van docenten en de bijbehorende vakdidactiek in plaats van algemene pedagogische kennis en vaardigheden. Een kennisbasis biedt daarvoor het referentiekader.

BRONNEN

De belangrijkste bronnen die we gebruikt hebben bij de samenstelling van de kennisbasis zijn de kerndoelen, het inhoudelijk kader W&T van de programmaraad VTB-Pro, TULE (SLO), de Engelse en Schotse curricula, een Australische kennisbasis voor de staat Victoria, de vak- en vakdidactiekboeken van respectievelijk Kersbergen/Haarhuis en de Vaan/Marell en Farrow's (2006) *framework of knowledge for primary teachers* dat gebaseerd is op het Engelse nationale curriculum. Zie de referentielijst voor details.

INDELING

We hebben de kennisbasis ingedeeld in de gebieden:

- I. Kennis over de werkwijze en essentie van natuurwetenschap, d.w.z. hoe W&T kennis ontstaat en gevalideerd wordt, in het Engels aangeduid met *Nature of Science* – NOS
- II. W&T kennis (Biologie, Natuur- en Scheikunde, Techniek), de details zijn te vinden in de Tabellen 1 t/m 3.
- III. W&T vakdidactische kennis
- IV. ICT en lesgeven in W&T

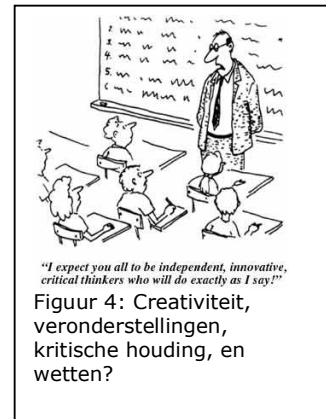
I. De werkwijze en essentie van natuurwetenschap

Wat is natuurwetenschap en hoe gaat ze te werk? Dit is de kennis over W&T, de kennis van W&T wordt onder categorie II beschreven. In de onderstaande beschrijving komen zowel de vraag wat zijn wetenschap en onderzoek, en de zogenaamde procesvaardigheden aan bod. Het Engelse National Curriculum (1999) heeft hiervoor uitgekende leerdoelen opgesteld die we integraal hebben overgenomen en vertaald met een paar kleine aanpassingen. We vinden dat Nederlandse Pabo studenten wat onderzoekend leren betreft de Key Stage 3 (leeftijd 14) eindtermen van het Engelse curriculum moeten beheersen, maar deze zijn wel ambitieus.

Voor een leerlijn voor kinderen verwijzen we naar de doelen voor de Engelse Key Stage 1 (leeftijd 7) en Key Stage 2 (leeftijd 11) en de Schotse doelen voor leeftijd 5 – 14 die beschreven zijn op zes niveaus en daarmee de meest gedetailleerde leerlijn geven. Ook het LOOL materiaal van Kemmers en van Graft (2007, p36-60) bevat een leerlijn voor onderzoeksvaardigheden. Referenties naar websites staan aan het eind van dit document.

1. Ideeën en bewijsmateriaal in natuurwetenschap Studenten kunnen

- a. Voorbeelden geven van het samenspel van empirische vragen, bewijsmateriaal en wetenschappelijke verklaringen (bv. Lavoisier's werk over verbranding, global warming)
- b. Uitleggen dat het belangrijk is wetenschappelijke verklaringen te toetsen door er voorspellingen uit af te leiden en na te gaan of bewijsmateriaal klopt of niet klopt met voorspellingen.
- c. Voorbeelden geven van hoe wetenschappers werken, nu en vroeger, inclusief de rol van experimenten, bewijsmateriaal, en creatief denken in de ontwikkeling van wetenschappelijke ideeën.



Figuur 4: Creativiteit, veronderstellingen, kritische houding, en wetten?

Een implicatie voor het Pabo W&T programma is het minstens één uitgebreid voorbeeld moet bevatten van de geschiedenis van een wetenschappelijk idee of uitvinding. Mogelijke bronnen voor Pabo lesmateriaal hierover zijn korte case studies in Renner & Stafford (1979), Wisner en Carey (1985), Rutherford et al (1972), en Dekkers (2006).

2. Onderzoeksvaardigheden¹

Planning

- a. Gebruik maken van kennis en begrip om ideeën in een vorm te gieten die onderzocht kan worden en beslissen over een geschikte aanpak.
- b. Beslissen om zelf te experimenteren of bronnen te raadplegen.
- c. Exploratie plegen en voorspellingen doen waar dat past.
- d. Rekening houden met belangrijke variabelen bij het verzamelen van bewijsmateriaal en besluiten hoe bewijsmateriaal verzameld kan worden in contexten waarin variabelen niet direct gemanipuleerd kunnen worden (veldwerk).
- e. Beslissen over hoeveel en wat voor gegevens verzameld moeten worden en kiezen van technieken, apparatuur, en materialen.

Een implicatie van doelen a t/m p voor het Pabo W&T programma is dat studenten minstens twee keer een onderzoek moeten doen dat zich over meerdere lessen (en thuiswerk) uitstrekt en waarin ze een onderzoeksvraag formuleren, experimenten bedenken, uitvoeren, en verslag doen en dus de gehele cyclus a t/m p doorlopen.

Verkrijgen en gebruiken van bewijsmateriaal

- f. Diverse apparaten en materialen gebruiken op een correcte en veilige manier.
- g. Accuraat observeren en meten inclusief gebruik van ICT in data-logging.
- h. Voldoende waarnemingen en metingen doen om variatie te beperken en betrouwbare gegevens te krijgen.
- i. Gebruik maken van een scala van methoden om kwalitatieve en kwantitatieve gegevens te representeren en communiceren: tabellen, grafieken, kaarten, diagrammen, ICT.

Bewijsmateriaal beschouwen

- j. Gebruik maken van diagrammen, tabellen, kaarten, en grafieken, inclusief best passende lijnen om patronen en relaties te identificeren en beschrijven in de gegevens.
- k. Gebruik maken van observaties, metingen, en andere gegevens om conclusies te trekken
- l. Beslissen in hoeverre deze conclusies een voorspelling steunen of verdere voorspellingen mogelijk maken.
- m. Gebruik maken van wetenschappelijke kennis en begrip om observaties, metingen en andere gegevens en conclusies te verklaren.

Evalueren

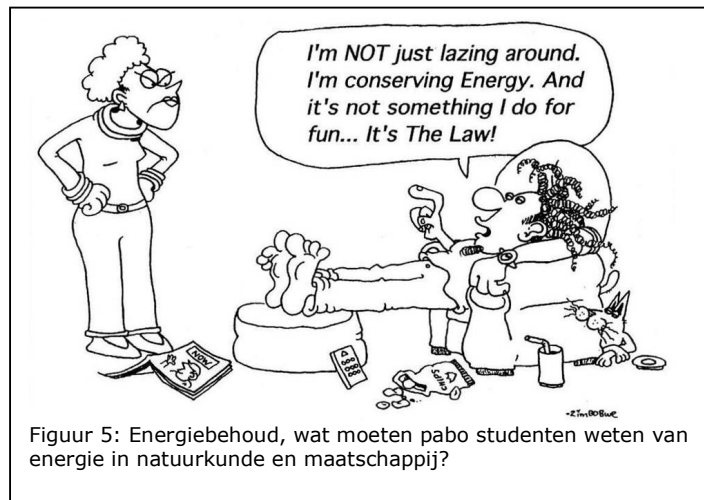
- n. Beschouwen van anomalieën in observaties of metingen en proberen die te verklaren.
- o. Bezien of bewijsmateriaal voldoende is om conclusies en interpretaties te ondersteunen.
- p. Suggesteren van verbeteringen in de gebruikte methoden, indien gepast.

¹ Onderzoeksvaardigheden of process skills worden vaak als onafhankelijk van inhoud gezien, maar dat klopt niet en daar is hevige discussie over (Millar & Driver, 1987)

II. Kennis

VTB categoriseert natuurwetenschappelijke kennis in 5 kennissystemen (Kuijpers & Walma van der Molen, 2007). De details zijn te vinden in figuur 6. De inhoud komt grotendeels overeen met gangbare specificaties in buitenlandse basisschool curricula (Harlen & Qualter, 2004, p65; NSES, 1998).

We hebben deze inhoud uitgewerkt in tabellen 1 t/m 3, behalve de Mathematische systemen. Een aantal begrippen uit



Figuur 5: Energiebehoud, wat moeten pabo studenten weten van energie in natuurkunde en maatschappij?

Mathematische systemen zoals data en data representatie komen voor in onderdeel I, de Werkwijze van de Natuurwetenschap, terwijl andere onderdelen bij wiskunde/rekenen aan bod zullen komen.

Er is gekeken naar kerndoelen en buitenlandse programma's. In de uiteindelijke tabellen staan ongeveer 2x zoveel W&T begrippen als realistisch geleerd kunnen worden in de huidige Pabo W&T programma's van slechts 200 – 250 studie-uren (contacturen, zelfstudie plus vakstageopdrachten). Er zullen dus keuzes gemaakt moeten worden. We hopen dat dit toch wel zeer minimale uren aantal in de toekomst kan toenemen.

In de tabellen is een eindniveau voor groep 8 gespecificeerd in kolom 2. In kolom 3 staat wenselijke extra kennis voor Pabo t.o.v. het groep 8 eindniveau in kolom 2. Vervolgens staan in kolom 4 referenties naar gerelateerde pedagogisch-didactische kennis. In kolom 5 staan slechts voorbeelden van activiteiten, deze kunnen gemakkelijk door andere voorbeelden worden vervangen, de mogelijkheden en bronnen zijn vrijwel oneindig.

Uit de tabellen van Appendices A t/m C kunnen concrete eindtermen worden afgeleid voor Pabo studenten. **Voorbeelden van leerdoelen zijn:**

Studenten kunnen:

1. dag en nacht, maanbeweging, en jaarbeweging van maan en aarde t.o.v. de zon laten zien met ballen of ballonnen of rollenspel en kunnen daarmee dag/nacht, fasen van de maan, en seizoenen verklaren.
2. voorbeelden geven van typische misconcepties van kinderen m.b.t. aarde, maan, en relatieve beweging t.o.v. de zon (Chinn & Brewer, 1991; Nussbaum, 1985).

Figuur 6: De systemen van VTB

<p>Natuurkundige systemen</p> <ul style="list-style-type: none">(a) eigenschappen en kenmerken van objecten (hetzij natuurlijke, dan wel geconstrueerde);(b) plaats en beweging van een object in ruimte en tijd;(c) kracht en beweging;(d) energie: het vermogen om verandering te veroorzaken;(e) omzetting van energie: zwaartekracht veroorzaakt bewegingsenergie, warmte beïnvloedt aggregatietoestand;(f) straling: licht, warmte, geluid, radiostraling, röntgenstraling;(g) elektriciteit en magnetisme <p>Levende systemen</p> <ul style="list-style-type: none">(a) cel, orgaan, organisme(b) mens, plant en dier;(c) ademhaling, bloedsomloop en spijsvertering;(d) levenscyclus en voortplanting;(e) populatie: soorten, diversiteit en uitsterven;(f) ecosysteem, voedselketen, landbouw;(g) biosfeer: duurzame ontwikkeling. <p>Aarde en ruimte systemen</p> <ul style="list-style-type: none">(a) de structuur van lithosfeer (gesteenten, zand en modder), hydrosfeer (water) en atmosfeer (lucht, dampkring);(b) gesteenten: bodem, gebergten, gelaagdheid, verandering (verwering) en tektoniek;(c) water: oceaan, zee, meren, rivieren, kanalen, getijde, ijskap;(d) lucht: atmosfeer, stratosfeer;(e) klimaat en weer: ook als interactie tussen gesteenten, water en atmosfeer;(f) geschiedenis: fossielen;(g) aarde in de ruimte: structuur ruimte, met name aarde, maan, zon, sterren;(h) zwaartekracht. <p>Techniek systemen</p> <ul style="list-style-type: none">(a) de rol van techniek (ontwerpen, construeren, faciliteren van vooruitgang)(b) ontwerpen: criteria, beperkingen, innovatie, uitvinding, probleemoplossend;(c) construeren: bewerken, energieomzetting, functie, materiaal, systeem, vormgeving;(d) faciliteren van een "beter leven" en vooruitgang der wetenschap: informatietechnologie, mobiele telefoons, games, medische systemen, verkeersveiligheidssystemen, navigatie-instrumenten en tools, etc. <p>Mathematische systemen</p> <ul style="list-style-type: none">(a) hoeveelheid: numerieke verschijnselen, kwantitatieve relaties en patronen, 'number sense', en logische operaties;(b) vorm en ruimte: ruimtelijke oriëntatie, navigatie, representatie, vormen en figuren;(c) veranderingen en relaties: verbanden, grafieken, tabellen, soorten verandering (bv lineair of constant);(d) onzekerheid: data en kans.

3. bewegingen van Venus en Mars laten zien met ballen of rollenspel en daarmee aantonen dat Venus alleen vlak voor zonsopgang of vlak na zonsondergang te zien is terwijl Mars, Jupiter, en Saturnus soms ook middernacht te zien zijn, afhankelijk van waar ze in hun baan zijn.
4. variabelen aangeven waarmee weer wordt beschreven, verschillen uitleggen tussen weer en klimaat, proefjes/demonstraties laten zien over lucht en eigenschappen, verdamping, condensatie, en watercyclus.

5. ²met platentektoniek uitleggen hoe gebergten, en oceanen gevormd worden en vulkanen en (de meeste) aardbevingen verklaard worden.
6. een gesloten schakeling onderscheiden van een open schakeling en het verschil maken tussen transport van energie en transport van lading in een stroomkring.
7. lampje laten branden gegeven een batterij, een lampje, en draden.
8. enkele veel voorkomende misconcepties beschrijven (één draad model, *clashing currents*, stroomconsumptie).
9. het verschil uitleggen tussen diffuse en speculaire (spiegel) reflectie en beschrijven met voorbeelden.
10. concrete voorbeelden geven van additieve en subtractieve kleurmenging beperkt tot de kleuren rood, groen, blauw, cyaan, geel, en magenta.

III. W&T vakdidactische kennis

In de vakdidactiek voor W&T gaat het om interesse en verwondering kweken, een oriëntatie op leerdoelen in W&T, de didactiek van W&T begripsontwikkeling, en de didactiek van het leren redeneren met "evidence". Deze kan aangeleerd worden door onderzoekend en ontwerpnd leren, maar ook via andere activiteiten en werkvormen. Wat onderzoekend leren betreft zijn er stappenmodellen zoals de Vaan/Marell's (2006) 5-stappen, het internationaal bekende 5E model van Bybee (1997), en het LOOL model in 7 stappen van Kemmers & Graft (2007). Gelukkig zijn er uitstekende leerboeken voor W&T vakdidactiek zoals de Vaan & Marell (2006) en Harlen & Qualters (2004). Hieronder geven we leerdoelen voor vakdidactiek.

Studenten kunnen:

1. Van enkele sleutelbegrippen aangeven wat bekende kinderinterpretaties zijn (zie Tabellen 1 en 2 kolom 4).
2. Naar kinderen luisteren en kinderwerk observeren (assessment), productief op kinderideeën en preconcepties reageren (*begrip bouwen op voorkennis*) en van daaruit reflecteren op de eigen lessen en bijsturen.
3. Een spectrum van didactische methoden gebruiken rondom redeneren met bewijsmateriaal. Het spectrum varieert van laagdrempelige methoden als cartoon en puppets discussies (Simon et al, 1998; Keogh & Naylor, 2003) en "eggdrop" tot begeleiden van onderzoeks-/ontwerp projecten.
4. Leerlijnen vergelijken, bv het Schotse curriculum, het Engelse National Curriculum, TULE van SLO.
5. Lessenseries samenstellen uit bekende activiteiten en die eventueel in een thema integreren.
6. Manieren vinden om W&T activiteiten te koppelen aan taal en rekenen en andere aspecten van Wereldoriëntatie.
7. Snel geschikte bronnen vinden in bestaande methoden (Leefwereld, Natuurlijk, NatuNiek, websites, etc.).
8. Een omgeving creëren waarin kinderen kunnen onderzoeken en samenwerken.
9. W&T activiteiten van kinderen beheersbaar maken, o.a. door coöperatief leren, logboekjes, etc. (Primary Connections, 2006).

² Dit is voor de algemene ontwikkeling van Pabo studenten, niet om te onderwijzen op de basisschool.

IV. ICT en nieuwe media in W&T

Figuur 7 geeft een aantal functies van ICT en de rol van de leerling. De figuur is een aangepaste versie van Harlen & Qualter (2004, p220) en komt overeen met suggesties van Murphy (2003).

Figuur 7: Functies van ICT in primair W&T onderwijs

Leerkracht gebruik van ICT	Rol van leerling
1. Kennis opzoeken Door internet browser, CD ROM, met visuele ondersteuning zoals beamers en elektronische schoolborden	Ontvanger niet noodzakelijkerwijs passief want software kan interactief zijn
2. Experimenteren Onderzoek bv met sensoren, data-logging, digitale microscoop	Onderzoeker Leerling kan zelf sensoren, grafieken, en microscoop als werktuig gebruiken in onderzoekjes
3. Sturen, ontwerpen Sturen/programmeren van apparaten	Ontwerper/programmeur De leerling ontwerpt en stuurt apparaatjes zoals stoplichten en speelgoed
4. Grote schaal data collectie Bijvoorbeeld bijdragen aan voorjaarsobservaties op nationale of zelfs internationale schaal (green wave in Ierland, milieu, andere projecten)	Observatie, meting, trend volgen Leerlingen observeren lokaal, geven data aan data base, volgen dan een proces op nationale of internationale schaal.
5. Verkennen van ideeën Met simulatie en modelleer software, applets, virtual reality. Voorbeelden: kogelbaan bij verschillende hoeken van een kanon, testen van effect van aantallen en visvangst op vispopulatie (Freudenthal simulaties)	Verkenner Leerling verkent en test ideeën, kan ook in groepjes
6. Gaming Dit is als 5 maar dan met gebruik van spel software	Verkenner Spelend in een virtuele wereld doen kinderen kennis op
7. Presenteren, rapporteren Word, Powerpoint en andere software	Schepper Leerlingen structureren de informatie en vinden creatieve manieren tot presentatie
8. Communiceren E-mail communicatie met wetenschappers, leerkracht, en andere kinderen, eventueel van andere scholen	Communicator Actief vragen stellen, communiceren
9. Oefenen met kennis CD-ROM, web	Ontvanger Leerling kan actief zijn in uitproberen van puzzels, tests, en games om hun kennis te oefenen

De nummers 1 en 6 – 9 kunnen bij alle vakken voorkomen. Nummers 2 en 3 (experimenteren en sturen) zijn bij uitstek W&T activiteiten. De nummers 4 – 6 zijn ook zeer geschikt voor in W&T. In W&T worden instrumenten gebruikt om het bereik van de zintuigen te vergroten en te kwantificeren (telescoop en microscoop, thermometer, balans). Het Coach platform en de €Sense set waarmee in het EWT-professionaliseringstraject wordt gewerkt, vervullen die functie. Het zijn *tools* voor meten, analyse, en representatie van metingen en verbanden. Met behulp van ICT gaan metingen veel sneller en zijn grafieken direct beschikbaar. Kinderen kunnen er goed mee overweg en leren de betekenis van lijngrafieken spelenderwijs (Berg & Schweickert, 2008). Voor leerkrachten is de (psychologische) drempel van deze technologie hoger dan voor kinderen. Voor kinderen is er geen drempel.

ICT heeft nog veel andere mogelijkheden voor ondersteuning van W&T onderwijs zoals gebruik van allerlei kennisbronnen via internet, gebruik van applets en film om begrippen te visualiseren, gebruik van games om met verbanden te spelen (bv Freudenthal onderzoek).

Hoe langer hoe meer scholen hebben of krijgen digitale borden. Daar moet zinnige "content" voor komen.

We komen tot de volgende doelen:

Studenten kunnen:

1. W&T kennis en activiteiten vinden via internet en kritisch omgaan met de resultaten.
2. eenvoudige data logging en data analyse en data representatie activiteiten uitvoeren met een sensoren set en bijbehorende software.
3. inzien hoe data logging productief gebruikt kan worden in W&T leerlingactiviteiten.
4. een digitale microscoop gebruiken.
5. relevante applets vinden en gebruiken om W&T kennis te visualiseren.
6. smart boards gebruiken in W&T context.

Literatuur

Curricula, leerlijnen

Het National Curriculum for England and Wales <http://curriculum.qca.org.uk/key-stages-1-and-2/subjects/science/index.aspx>

Het curriculum voor Schotland

<http://www.ltscotland.org.uk/5to14/guidelines/environmentalstudies.asp> waarbij de term environmental studies ongeveer gebruikt wordt als wereldoriëntatie,

De USA National Science Education Standards

(http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962)

Science curriculum voor State of Victoria (Australia, de volgende pagina geeft de leerlijn, andere pagina's bevatten allerlei specificaties inclusief contrast tussen kinderideeën en wetenschappelijke ideeën, en activiteiten.

<http://vels.vcaa.vic.edu.au/assessment/ppoint/science/index.html>

De Nederlandse kerndoelen met een voorlopige uitwerking naar een leerlijn op

<http://tule.slo.nl/OrientatieOpJezelfEnWereld/F-KDOrientatieJezelfEnWereld.html>

W&T Didactiek voor Primair Onderwijs

Farrow, S. (2006). The Really Useful Science Book: A Framework of Knowledge for Primary Teachers (3rd edition). Routledge ISBN:978-0-415-38593-0.

Harlen, W. (2006). Teaching, Learning & Assessing Science 5 – 12 (4th edition). London: SAGE Publications Ltd. ISBN 1-4129-0872-8.

Harlen, W., Qualter, A. (2004). The teaching of science in primary schools. David Fulton Publishers.

Kersbergen, C., Haarhuis, A. (2006). Natuuronderwijs Inzichtelijk (2^{de} herziene druk). Bussum: Coutinho.

Renner, J.W., Stafford, D.G. (1979). Teaching science in the elementary school (3rd edition). New York: Harper & Row.

Vaan, E. de, Marell, J. (2003). Praktische Didactiek voor Natuuronderwijs (5^{de} herziene druk). Bussum: Coutinho.

Overige literatuur

- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N.G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Adey, P. (2008). Let's think handbook: A guide to cognitive acceleration in the primary school. London: GL Assessment.
- Andersson, B., C. Karrqvist (1982). Light and Its Properties. EKNA Project, University of Gothenburg, Box 1010, S-431 26 Molndal, Sweden.
- Andersson, B.C., C. Karrqvist, C. (1983). How Swedish pupils, aged 12-15 years, understand light and its properties. *European Journal of Science Education*, 5(4), 387-402.
- Beek, W. van, Verhallen, M. (2004). Taal een zaak van alle vakken. Bussum: Coutinho.
- Berg, E. van den (2000). Role-playing in Astronomy. *School Science Review*, 81(296), 125-129.
- Berg, E. van den, Sundaru (1990). Student ideas on the velocity of light. The *Australian Science Teachers Journal*, 36(2), 72-75, (May 1990).
- Boersma, K.T., van Graft, M., Knippels, M.C., 2003. Natuuronderwijs: curricula en concepten van kinderen. Enschede: SLO.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63, 1-49
- Coates, D. , Vause, J., Jarvis, T., McKeon, F. (2001). Mentoring in Primary Science: A resource for higher education tutors, teacher mentors, students and newly qualified teachers. Leicester: SCICentre.
- Dekkers, P. (2005). Teaching Teachers NOS³ – Practical Examples and Classroom Experiences, *ICASE Science Education International*, 2
- Driver, R. (1985). Beyond appearances. In: Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1985). Children's ideas in Science. Milton Keynes (UK): Open University Press.
- Duit, R. (1984) Learning the energy concept in school – empirical results from The Philippines and West Germany. *Physics Education*, 19, 59-66.
- Duit, R. (2009). Bibliography – STCSE : Students' and Teachers' Conceptions and Science Education. Versie 23 maart 2009. Kiel: Leibniz Institute for Science Education. <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>
- Fehér, E., Rice Meyer, K. (1992). Children's conceptions of color. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 505-520.
- Graft, M. van (2003). Utrecht: Freudenthal Instituut voor Natuurwetenschappen: Verslag Woudschoten Conferentie 2003.
- Kemmers, P., van Graft, M. (2007). Onderzoekend en Ontwerpend Leren bij Natuur en Techniek: Basisdocument over de didactiek voor onderzoekend en ontwerpend leren in het primair onderwijs.
- Keogh, B., & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Science Education*, 21(4), 431-446.
- Kerr, K, Beggs, J, Murphy, C (2006) 'Comparing children's and student teachers' ideas about science concepts', *Irish Educational Studies*, 25(3) pp 289-302.
- Kuijpers, J., Walma van der Molen, W. (2007). Wetenschap & Techniek: Een rijke leeromgeving. Den Haag: Programma VTB & VTB-Pro.
- Millar, R., Driver, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*. 14, (1987) 33-62.
- Murphy, C. (2003). Literature review in primary science and ICT. Future lab series #5. <http://www.futurelab.org.uk/resources/publications-reports-articles/literature-reviews/Literature-Review381>

³ NOS: Nature of Science

- Nussbaum, J. (1985). The earth as a cosmic body. In R. Driver et al (Eds): Children's ideas in Science. Milton Keynes (UK): Open University Press.
- Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Science & Technology Education*, 1(1), 73-82.
- Osborne, R. & P. Freyberg (1985). Children Science. Heinemann Primary Connections (2006). Australian Academy of Science.
- Ross, K., Law, E. (2003). Children's naïve ideas about melting and freezing. *School Science Review*, 85(311), 99-102.
- Simon, S., Naylor, S.t, Keogh, B., Maloney, J. and Downing, B. (2008). Puppets Promoting Engagement and Talk in Science. *International Journal of Science Education*, 30(9), 1229-1248.
- Skamp, K (Ed) (2004) *Teaching Primary Science Constructively* Southbank, Victoria: Thomson Learning Australia
- SPACE Reports about children conceptions of Liverpool University Press:
 Osborne, J., Wadsworth, P., Black, P. (1992). Processes of Life
 Osborne, J., Black, P., Smith, M. Meadows J.(1991). Electricity.
 Osborne, J., Black, P., Smith, M. Meadows J.(1991). Light.
 Russell, T., Longden, K. McGuigan, L. (1990). Materials
- Van Veen, K., Meirink, J., & Zwart, R. (2009). Het leren van docenten in het kader van herregistratie: Een review over effecten van professionalisering en over herregistratiesystemen. Expertisecentrum Leren van Docenten in opdracht van Stichting Beroepskwaliteit Leraren.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24, 535-585
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183
- Wiser, M. Carey, S. (1985). When heat and temperature were one. In: Gentner & Gentner (editors): Mental Models. Erlbaum Publishers.
- Wynn L.L., Foster A. M., Trussell, J. (2009). Can I get pregnant from oral sex? Sexual health misconceptions in e-mails to a reproductive health website. *Contraception*, 79, 91-97.

Tabel 1: Aardwetenschappen, natuurkunde, scheikunde⁴

Domein	Kinderen groep 8 Voor leerlijn van 5 – 12 zie TULE en Schotland	Extra voor Pabo studenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische kennis van begrippen (misconcepties etc.)	Voorbeelden van Pabo activiteiten
Natuurkunde: Stoffen en materialen Overlap met techniek	Materialen en eigenschappen zoals sterkte, elasticiteit, geleiding (warmte, elektriciteit), magnetisch, dichtheid, hardheid, samendrukbaarheid, oplosbaarheid, en bekende voorwerpen en gebruik. Thermische isolatie Verschillen tussen gassen, vloeistoffen, en vaste stoffen Vloeistoffen, drijven/zinken, dichtheid (beperkt), vorm, behoud van materie	Deeltjesmodel, atomen, moleculen, binding voor uitleggen van fasen en materiaaleigenschappen. Wat is nano? Dichtheid ook in deeltjesmodel	Zie SPACE project U of Liverpool (SPACE, 1990), Nussbaum (1985), Driver (1985)	Materiaaleigenschappen onderzoeken Materialen en gebruik in techniek, ontwerpen met materialen, bv eigenschappen van bekers/kopjes van verschillende materialen vergelijken (Farrow, 2006) Dichtheid diverse materialen zelfde volume maar ook grote piepschuim bal en kleine knikker
Scheikunde: Stoffen en materialen	Soorten materialen (hout, plastic, etc.), fasen en faseovergangen, eenvoudige reacties, verbranding.	Deeltjesmodel, verandering door chemische reactie Ei koken...uitgelegd	Driver (1985), SPACE Materialen (1990)	Verbranding Rozijnen, Azijn en zuiveringszout (Na_2CO_3) en gas in ballon opvangen en vergelijken met lucht (laten vallen), Thermoplasten en thermoharders, C3 proefjes, Tandpasta maken, shampoo maken of weet ik wat (met uitleg!). Bv elektrolyse zout (potloodelektroden) zwembadlucht, denatureren eiwit (ei koken verschijnsel).

⁴ De omvang van de tabel is ongeveer 2x zo groot als wat in het huidige programma kan worden aangeboden. Er moet dus gekozen worden om verstikking te voorkomen!

Domein	Kinderen groep 8 Voor leerlijn van 5 – 12 zie TULE en Schotland	Extra voor Pabo studenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische kennis van begrippen (misconcepties etc.)	Voorbeelden van Pabo activiteiten
Natuurkunde: Kracht en beweging	Zwaartekracht (boven/onder), trekken/duwen, vervorming, bewegingsverandering, weerstand tegen beweging (auto, schip), snelheid, constructies, windkracht, magnetische en elektrische krachten	Verschil massa en gewicht, snelheidsverandering en kracht Zwaartepunt en evenwicht	NIET doen: de vele mechanica misconcepties	Koppeling met techniek Plaats-tijd grafieken met afstandssensor
Natuurkunde: Energie en warmte, temperatuur	Energie, vormen, omzettingen, efficiëntie, energiebronnen, duurzaamheid, warm/koud, geleiding en isolatie, stollen/smelten, verdampen/condenseren Overlap met weer en atmosfeer	Warmte en temperatuur Geleiding, convectie, straling. De zon? temperatuursensor	Extensief/intensief Behoud/degradatie (Duit, 1984)	Spijvertering, fotosynthese Lampen Onderzoek isolatie Vergelijking elektrische en thermische isolatie en geleiding
Natuurkunde: Licht en kleur	Licht en donker, schaduw, lichtbronnen, lichtstraal, rechtlijnige voortplanting, richtingverandering van licht, spiegel, wel/niet transparant, concentreren van lichtenergie met lens, zien doordat licht in het oog komt, kleuren, regenboog (uitleg beperkt tot laten zien van kleurscheiding met prisma en kleurmenging met tol)	Speculaire vs diffuse reflectie, halfschaduw en volle schaduw en oorzaak Meten van lichtintensiteit met sensor, Additieve/subtractieve menging (lichtbundels versus verf), ook relevant voor kunstzinnige vorming Lensbeeldvorming niet.	Misconcepties: voortplanting of niet, radar idee van zien (Anderson & Karqvist, 1982, 1983; SPACE, 1991). Licht plant zich voort, lichtsnelheid uitsluitend afhankelijk van medium, niet van kleur (meestal) en niet van wat er onderweg met licht gebeurt (Berg & Sundaru, 1990) Kleur (Feher, Rice Meyer, 1992)	Lichtstralen in donker Schaduw, halfschaduw Spiegel vs diffuse reflectie Dubbele spiegel, symmetrieën Lens en lichtenergie Applets over additieve en subtractieve menging van kleuren
Natuurkunde: Geluid	Geluid, trillingen, medium, voortplanting, ordenen van geluiden van laag naar hoog en zacht naar hard, bouw/materiaal van bron bepaald aard van geluid, geluidsisolatie, schade door hard geluid, weerkaatsing, echo	Snelheid alleen afhankelijk van medium, niet van frequentie Meten van geluid met sensor Resonantie, klankkast	Idee dat hoge tonen of harde geluiden zich sneller voort zouden planten, maar snelheid is alleen afhankelijk van het medium anders zou muziek onmogelijk zijn.	Muziekinstrumenten Klankkasten Lengte en toon (bv waterflessen, PVC buisjes, snaren) Zee/schelp met ruis Onderzoek geluidsisolatie Zintuigen, iets met bio

Domein	Kinderen groep 8 Voor leerlijn van 5 – 12 zie TULE en Schotland	Extra voor Pabo studenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische kennis van begrippen (misconcepties etc.)	Voorbeelden van Pabo activiteiten
Natuurkunde: Elektriciteit en magnetisme	Elektrische geleiding/isolatie en Stroomkringen, onderdelen, Statische elektriciteit (alleen verschijnselen), onweer, bliksem, veiligheid thuis Magneten, polen NZ, afstoting, aantrekking, magnetiseren, materialen die wel/niet worden aangetrokken Met stroom magneet maken en met bewegende magneet stroom maken	Elektronenmodel Schakeling als verdeler van energie of informatie Parallel, serie, veiligheid, kortsluiting Magneetvelden Verband elektriciteit en magnetisme	Modellen van Osborne (Osborne, 1983) over 1 draad, clashing currents, stroomconsumptie (SPACE, 1991)	Batterijen en lampjes, magneet en spoel, applets van http://PhET.ucolorado.edu
Aarde en Ruimte: Zonnestelsel en sterrenkunde	Zonnestelsel, planeten, zon, kometen, sterren, sterrenstelsels, aardbaan om de zon, maan-aarde, dag/nacht, maanstanden, seizoenen beperkt tot lengte van dag en stand van zon (uitleg met aardas vermijden), planetenstanden	Beschrijf dag, maand, jaar in termen van bewegingen van aarde/maan/zon t.o.v. elkaar Planetenbewegingen Gravitatie	Diverse aardmodellen van kinderen (Chinn & Brewer, 1993; Vosniadou & Brewer, 1992, 1994), seizoenen en aarde-zon afstand	Simulatie van afstanden door schaalmodel Rollenspelen over maan- en planeetbewegingen (Berg, 2000) Overdag experimenten met zonnestand, kalender etc. NOI hfdst 7.2
Aarde en Ruimte: weer en atmosfeer	Atmosfeer, biosfeer, hydrosfeer, litosfeer. Weer en klimaat, beschrijven van het weer met temperatuur, neerslag, bewolking, wind, weer en seizoen, verdamping en condensatie, bevriezen, smelten, watercyclus, ook steencyclus? Klimaat, klimaat en locatie Suggestie: Warmte en temperatuur juist in weercontext doen. Integreren met aardrijkskunde	Koken versus verdampen Greenhouse en klimaat Ozon Platentektoniek als verklaring voor aardbevingen en vulkanisme en vorming van bergen en oceanen. (wel/niet bij aardrijkskunde? Kerndoel 49)	Misconcepties rond faseovergangen in huis-tuin-en- keuken verschijnselen (Osborne, 1984; Ross & Law, 2003)	Weerinstrumenten maken Weer meten/beschrijven Groene golf in voorjaar beschrijven (met bio) of bruine golf in najaar

Tabel 2: Levende systemen

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
(a) Cel, orgaan en organisme	Weten wat een cel, een orgaan en een organisme is.	De cel is de bouwsteen van levende wezens. Levende wezens (organismen) zijn opgebouwd uit één of meer cellen. Meercellige levende wezens bestaan meestal uit meerdere organen. Organen zijn meestal opgebouwd uit verschillende weefsels. Weefsels zijn opgebouwd uit groepen cellen met dezelfde vorm en functie.	Wat is leven? Veel kinderen: als iets kan bewegen...(Skamp, 2004). Leeft een zaadje? Experts verschillen van mening Definitie van leven met meerdere indicatoren.	Kranten volgen, het bekijken en vergelijken van de groei van boomalgen.
Overeenkomsten en verschillen	De leerlingen leren in de eigen omgeving veel voorkomende planten en dieren onderscheiden en benoemen en leren hoe ze functioneren in hun leefomgeving.	Op grond van overeenkomsten en verschillen in bouw zijn organismen in groepen onderverdeeld. Zie onderdeel mens, plant, dier: ordening.		Bezoek dierentuin, Hortus Botanicus.
(b) Mens, plant en dier	Kunnen herkennen van enkele voorbeelden hiervan in de leefomgeving.	De levende natuur bestaat uit organismen (zoals planten en dieren). Organismen blijven een bepaalde tijd in leven (doordat ze stoffen opnemen, stoffen afgeven, hun omgeving waarnemen en daarop reageren), groeien en kunnen zich voortplanten. Er is een verscheidenheid aan organismen: planten, dieren, mensen, schimmels. Van elkaar verschillende organismen hebben dezelfde delen	Wat is een dier? Alleen zoogdieren op 4 poten of ook spinnen etc.? Osborne & Freyberg (1985).	Practicum bodemdieren, bezoek dierentuin, Hortus Botanicus.
Ordening	Globaal kunnen indelen van enkele in de omgeving veel voorkomende organismen.	Op grond van overeenkomsten en verschillen in bouw zijn organismen in groepen onderverdeeld. Indeling van organismen (systematiek eenvoudig): Dieren, planten, schimmels en bacteriën. Vissen, amfibieën, reptielen, vogels en zoogdieren als voorbeelden van gewervelde	Wat is een plant, ook gras? Kerr, Beggs & Murphy (2006).	Practicum bodemdieren, bezoek dierentuin, Hortus Botanicus.

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		<p>dieren. Ongewervelde dieren: insecten, spinnen, etc. Insecten en spinnen als voorbeeld van geledpotigen, slakken als voorbeeld voor weekdieren en wormen als voorbeeld van ringwormen. Bloemplanten en coniferen als voorbeeld van zaadplanten, mossen en varens als voorbeeld van sporenplanten. Paddenstoelen als voorbeeld van schimmels. Dieren zijn op basis van overeenkomstige kenmerken in te delen in hoofdgroepen zoogdieren, vogels, vissen, amfibieën, reptielen, insecten en spinnen. Planten en dieren zijn op basis van kenmerken in te delen in soorten Planten zijn in te delen in hoofdgroepen bomen, kruiden, grassen, varens en mossen</p>		
Fotosynthese, opslag en transport bij planten	Weten wat planten nodig hebben om te groeien en dat ze zuurstof kunnen maken.	<p>Planten halen water en mineralen uit de bodem. De overige bouwstoffen en de brandstoffen en vitamines die ze nodig hebben, halen ze niet uit hun omgeving. Planten maken deze stoffen zelf en daarbij ontstaat zuurstof. Dit lukt alleen als ze, behalve water en mineralen, ook lucht en licht hebben. Uit de lucht halen ze koolstofdioxide. Een deel van de zuurstof die planten maken, gebruiken ze zelf; de rest geven ze af aan de lucht.</p> <p><i>-'fotosynthese'</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - opname water en mineralen via wortels, transport via vaten- water voor stevigheid, verdamping - zonlicht als energiebron, opgevangen door bladeren - opname koolstofdioxide via bladeren - gemaakte zuurstof deels voor plant zelf; 	Grootste deel van massa van planten komt uit "thin air" (CO ₂) maar dat is aan anti-intuitief idee (Haslam & Treagust, 1982)	Practicum bloemen (voorjaar, lente).

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		<ul style="list-style-type: none"> <i>rest via bladeren afgegeven</i> - <i>opslag reservevoedsel in wortels, knollen, bollen</i> 		
Adaptatie bij planten	Weten dat planten bestaan uit o.a. wortels, stengels, bladeren.	<p>Planten hebben eigenschappen waardoor ze passen in een bepaalde leefomgeving.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>landplanten: uitgebreid wortelstelsel, beschermen tegen uitdrogen</i> - <i>ademhaling planten: aanpassing bladeren, luchtige bodem</i> - <i>invloed seizoenen (bladval in herfst).</i> 	(Haarhuis en Kersbergen, 2002), De Vaan en Marell (2003).	Planten kweken, het inventariseren van de plantengroei of bomen in de schoolomgeving.
Adaptatie bij dieren	Weten wat dieren nodig hebben om in leven te blijven en zich te kunnen voortplanten.	<p>Dieren zijn zo gebouwd dat ze aan voldoende zuurstof en voedsel kunnen komen. Daarnaast kunnen ze eigenschappen hebben die voorkomen dat ze opgegeten worden. Voor veel dieren geldt dat ze zich, behalve door hun bouw, handhaven door hun gedrag.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>aanpassingen ademhaling: longen, kieuwen, huidademhaling, tracheeën, adembewegingen, opwekken waterstroom, opzoeken vers water</i> - <i>aanpassingen bemachtigen voedsel: poten, klauwen, bek, snavel, verlammen door gif, schutkleur, voordeel samen jagen</i> - <i>variatie voedselaanbod: dag/nacht, invloed seizoenen, wintervoorraad, winterslaap, wegtrekken</i> - <i>aanpassingen verwerken voedsel: gebit, aantal magen, lengte darmkanaal, herkauwen</i> - <i>aanpassingen leven op het land, huid met leerachtige schubben, haren of veren</i> - <i>dieren met constante/niet constante lichaamstemperatuur</i> - <i>aanpassingen voortbeweging: stroomlijn,</i> 	(Haarhuis en Kersbergen, 2002), De Vaan en Marell (2003).	Het vergelijken van oppervlakte en inhoud m.b.v. kartonnen modellen, het bestuderen van diergedrag buiten de school, bezoek dierentuin.

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		<p><i>vinnen, poten, vleugels</i></p> <p>- <i>aanpassingen om niet gegeten te worden: doornen, gifstoffen, opvallende kleuren, schutkleur, verstoppert, vluchten, in groepen leven</i></p>		
Adaptatie bij de mens	Weten wat mensen nodig hebben om in leven te blijven en zich te kunnen voortplanten.	<p>Organismen nemen hun omgeving waar en reageren daarop. De wijze waarop dat gebeurt, is afhankelijk van hun bouw. Mensen en dieren hebben om waar te nemen en te reageren zintuigen, zenuwen en spieren.</p> <p>- <i>belang van waarnemen en reageren (voedsel, vijand, voortplanting)</i></p> <p>- <i>zintuigen: zien - ogen (pupil, ooglens, afstand schatten; horen - oren (trillingen van de lucht, trommelvlies); ruiken - neus (geuren en proeven; proeven - tong (smaken); voelen - huid (o.a. pijn). Relatie zintuig, zenuw, hersenen. Spieren, functies geraamte, verandering spier bij samentrekken, wervelkolom, botbreuk</i></p> <p><i>Zintuigen: gezicht, gehoor, reuk, tast, smaak.</i></p> <p><i>Bouw en functie van het skelet</i></p>	(Haarhuis en Kersbergen, 2002), De Vaan en Marell (2003).	Practicum zintuigen, het inventariseren van de verschillende soorten botten, spieren en gewrichten in het lichaam.
(c) Ademhaling, bloedsomloop en spijsvertering	Leren over de bouw van mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen.	Alle organismen zijn voor hun ademhaling en voeding afhankelijk van hun omgeving. Ze nemen er stoffen uit op, gebruiken deze stoffen en geven weer andere stoffen af. <i>stofwisseling (algemeen)</i>		
Stofwisseling	De functie kennen van enkele voedingsstoffen.	Door hun voeding krijgen organismen de bouwstoffen, brandstoffen en vitamines die ze nodig hebben om te groeien te bewegen en gezond te blijven. Daarnaast hebben organismen zuurstof nodig voor het maken		

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		van energie. - <i>definitie en functies bouwstoffen, brandstoffen en vitamines</i> - <i>ademhaling</i>		
Voeding	Weten dat planten, dieren en mensen voeding(stoffen) nodig hebben.	Het voedsel voor mensen, dieren, schimmels en bacteriën bestaat uit plantaardige en/of dierlijke producten of uit resten van planten en dieren. Het voedsel voor planten bestaat uit water en mineralen en koolstofdioxide. - <i>planten maken hun bouwstoffen, brandstoffen en vitamines alleen uit water, mineralen en koolstofdioxide;</i> <i>dieren, schimmels en bacteriën hebben aan die stoffen alléén niet voldoende</i> - <i>mensen, dieren, schimmels en bacteriën zijn voor hun voeding uiteindelijk afhankelijk van planten</i>		
Vertering	Globaal weten hoe en welke organen betrokken zijn bij de spijsvertering: mond, maag, darmen.	Mensen en dieren bewerken het voedsel om het geschikt te maken voor vervoer door het lichaam. Sommige dieren kauwen het voedsel of scheuren het in stukken. Door vertering wordt het voedsel nog kleiner gemaakt. Dit gebeurt in de mond, de maag en de darmen. De alvleesklier en de lever geven stoffen af die het verteringsproces bevorderen. Wat niet verteerd kan worden, verlaat als uitwerpselen het lichaam. - <i>spijsvertering, verteringssappen</i> - <i>vezels in plantaardige producten</i> - <i>uitwerpselen, braakballen</i>	(Haarhuis en Kersbergen, 2002), De Vaan en Marell (2003).	
Transport en gaswisseling bij de mens	Globaal weten hoe welke organen betrokken zijn bij de ademhaling en bloedsomloop: longen, hart en bloedvaten.	Bij mensen en veel dieren zorgt bloed voor het vervoer van verteerd voedsel en zuurstof naar alle delen van het lichaam. Niet alle stoffen die in het bloed komen, kan het lichaam gebruiken. Onbruikbare stoffen	SPACE project (1990-102), Van Graft et al., 2007.	Practicum eigen lichaam, het bepalen van het ademritme en/of hartslag, al dan niet voor en na inspanning.

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		<p>worden uit het bloed gehaald. Dit gebeurt onder andere door de nieren. Als er meer verteerd voedsel in het bloed komt dan nodig is, wordt het opgeslagen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>transport (dubbele bloedsomloop),</i> - <i>bouw en functie van het hart</i> - <i>zuurstofopname door inademen</i> - <i>uitscheiding, urine, koolstofdioxideafgifte door uitademen, zweten</i> - <i>opslag, vet, reserves</i> - <i>processen op elkaar afgestemd: inwendig evenwicht (bijvoorbeeld toename hartslagfrequentie en ademhalingsfrequentie bij sporten)</i> 		
<p>Voedingsbehoefte en beschikbaarheid bij de mens</p>	<p>Globaal weten wat mensen aan voeding nodig hebben en voorbeelden van gezonde voeding kunnen noemen.</p>	<p>Doordat voeding van invloed is op het inwendig evenwicht, is de voedselkeuze van mensen belangrijk. Op de wereld zijn grote verschillen in de beschikbaarheid van voedsel en in financiële middelen. Beide factoren spelen een rol bij de voedselkeuze. Op grond van de factoren die de voedselkeuze beïnvloeden, ontwikkelen mensen voedingsgewoonten.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>behoefte aanbouwstoffen: jong/oud</i> - <i>behoefte aan brandstoffen in relatie tot activiteit</i> - <i>behalve lichamelijke behoefte ook: beschikbaarheid, geld, religie, visie, persoonlijke smaak, cultuur</i> - <i>arme landen: beperkt voedselaanbod, weinig geld</i> - <i>rijke landen: seizoensgebonden producten het hele jaar door, snel-klaar producten, welvaart, grote aandacht voor gezondheid, 'gezondheidsbevorderende' producten,</i> 	<p>Smaaklessen (i.s.m. LU Wageningen), Voedingscentrum.nl.</p>	<p>Het bijhouden van het eigen voedingspatroon.</p>

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		<i>keuzevrijheid, reclame, Schijf van Vijf</i>		
Gezondheid en ziekte	De leerlingen leren zorg te dragen voor de lichamelijke en psychische gezondheid van henzelf en anderen: weten hoe je gezond kunt blijven, ziek kunt worden en beter kunt worden.	<p>Het evenwicht in een organisme zelf kan ook verstoord worden. In dat geval wordt de gezondheid aangetast.</p> <p>Een verkeerde voedingsgewoonte verstoort het inwendig evenwicht en leidt tot schade aan de gezondheid.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>gezonde voeding, over-/ondergewicht</i> - <i>gezonde lucht, luchtvervuiling</i> - <i>ziek door sommige bacteriën en schimmels</i> - <i>welvaartsziekten (hart- en vaatziekten, tandbederf)</i> - <i>goede doorbloeding: beweging</i> <p>Mensen kunnen tegenwoordig ouder worden dan vroeger. Dit komt door verbetering van de arbeidsomstandigheden, gezondheidszorg en hygiëne en door voorlichting over voeding en gezondheid.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>instanties die controleren en adviseren t.b.v. gezondheid</i> - <i>voedselbederf, conserveren</i> - <i>instanties die dynamisch evenwicht in de natuur controleren en die adviseren t.b.v. duurzaamheid</i> 	Eigen lichaam en gezond gedrag, (sociale) redzaamheid, zorgverbreding.	Het bekijken van het gebit van jezelf en medeleerlingen.
(d) Levenscyclus en voortplanting		<p>Organismen kunnen zich (on)geslachtelijk voortplanten. Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat een variatie in aanleg. Sommige individuen van een soort hebben daardoor grotere overlevingskansen dan andere individuen van de soort en kunnen zich voortplanten. Op deze manier raken soorten aangepast aan veranderende omstandigheden.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>nakomelingen (van (on)geslachtelijke voortplanting)</i> 		Bezoek dierentuin.

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		- <i>definitie soort</i>		
Voortplantingscellen	Weten dat er zaad- en eicellen nodig zijn bij de voortplanting.	Veel organismen zijn opgebouwd uit verschillende typen cellen. Een voorbeeld van zo'n type cel is de voortplantingscel, die nodig is bij de bevruchting. Hierbij smelten een mannelijke en een vrouwelijke voortplantingscel samen en vormen zo een nieuwe cel. Dit kan alleen als het voortplantingscellen zijn van organismen van dezelfde soort. - <i>cellen zijn heel klein</i> - <i>zaadcel, stuifmeelkorrel, eicel</i> - <i>definitie bevruchting, verschillen in aanleg, ook door milieu-invloeden</i>	Seksuele voorlichting, Wynn et al 2008, Weekvandelentekriebels.nl (Rutgers-Nissogroep).	Practicum bollen en knollen (voorjaar), onderzoek in de schoolomgeving.
Geslachtelijke vs. ongeslachtelijke voortplanting	Weten dat er geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting bestaat.	Voortplanten kan op twee manieren: zonder bevruchting of met bevruchting. Bij voortplanting zonder bevruchting zijn de nakomelingen in aanleg gelijk. Bij voortplanting met bevruchting verschillen ze in aanleg. - <i>zonder bevruchting: stekje, bol, knol, paddestoel, sporen (ook sporen bij varens en mossen); bladluis en wandelende tak</i> - <i>met bevruchting: nieuwe combinaties van eigenschappen, belangrijk bij veranderende milieuomstandigheden</i>		Practicum bloemen (voorjaar, lente).
Voortplanting bij zaadplanten	Weten hoe voortplanting en zaadverspreiding bij zaadplanten verloopt.	Ook planten hebben eigenschappen in bouw waardoor bevruchting mogelijk wordt. Ze hebben bloemen waarin de mannelijke en vrouwelijke voortplantingscellen gemaakt worden. - <i>meeldraden, stamper</i> - <i>verspreiding van stuifmeel, door insecten / wind, aanpassingen bloemen en stuifmeel</i>	Van Graft et al, 2007.	Het bekijken, opensnijden en tekenen van bloemen, het bekijken en onderzoeken van de groei-omstandigheden van kiemende zaden.

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		<p><i>aan manier van verspreiden, kroon- en kelkbladeren</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>bestuiving</i> - <i>versmelting eicel en stuifmeelkorrel in stamper</i> 		
Voortplanting bij dieren	Globaal weten hoe voortplanting bij dieren verloopt.	<p>Dieren hebben eigenschappen in bouw en gedrag waardoor bevruchting mogelijk wordt. Die eigenschappen zijn voor dieren die zich in het water voortplanten anders dan voor landdieren (waaronder mensen).</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>territoriumgedrag, belang van territorium</i> - <i>partnerkeuze: baltsen, vechten, geurstoffen, gekoppeld aan bepaalde periode van het jaar</i> - <i>paring: verschil bij water- en landdieren, eieren met en zonder schaal, plaats waar eieren gelegd worden</i> - <i>aantal eieren in relatie tot verzorging</i> 	Haarhuis en Kersbergen, (2002), De Vaan en Marell (2003).	Het houden van dieren in de klas ter observatie, bijvoorbeeld wandelende tak, rups/ vlinder en kikkervisje/kikker.
Voortplanting bij de mens	Globaal weten hoe voortplanting bij mensen verloopt.	<p>Bij mensen zijn sommige lichamelijke eigenschappen die een rol spelen bij bevruchting al bij de geboorte aanwezig. Andere lichamelijke eigenschappen en veel eigenschappen in gedrag ontwikkelen zich in de puberteit. In tegenstelling tot de meeste dieren kunnen mensen hun seksueel handelen loskoppelen van voortplanting. Mensen kunnen bevruchting verhinderen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>invloed cultuur op seksueel gedrag mensen</i> - <i>seksuele voorkeur</i> - <i>redenen voor seksuele relatie</i> - <i>voorbehoedmiddelen</i> - <i>eigenschappen in bouw, bij geboorte aanwezig, veranderingen in puberteit, productie zaadcellen, rijpen eicellen</i> - <i>eisprong, in-nestelling, slijmblaas,</i> 	Seksuele voorlichting, Wynn et al 2008, Weekvandelentekriebels.nl (Rutgers-Nissogroep).	Internet, theater, voorlichtingsmateriaal, (groeps)gesprekken, video, discussie.

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		<i>menstruatie</i> - <i>paren, klaarkomen, sperma, bevruchting in eileider</i>		
Erfelijkheid vs. omgeving	Weten dat erfelijke eigenschappen van ouder op kind kunnen worden doorgegeven.	De ontwikkeling van organismen tot volwassen individuen is voor een deel erfelijk bepaald. Daarnaast speelt de omgeving waarin organismen opgroeien een belangrijke rol. - <i>invloed omgeving op ontwikkeling: afwezig of heel groot</i>		
Ontwikkeling van dieren	Globaal weten hoe ontwikkeling bij dieren verloopt.	Bij dieren die eieren leggen, is de eicel omgeven met voedsel. Het jong ontwikkelt zich in het ei. Bij zoogdieren ontwikkelt de bevruchte eicel zich in de baarmoeder van het vrouwtje. Sommige dieren zijn na hun geboorte nog volledig afhankelijk van hun ouders. - <i>eierlegend - levendbarend</i> - <i>ontwikkeling en temperatuur, broeden, eieren op warme plek, in baarmoeder</i> - <i>overlevingskans in relatie tot verzorging, zogen, nestblijvers en nestvliders: grootte van de eieren en kenmerken</i> - <i>insecten, plaats waar eieren gelegd worden, vervellen, gedaanteverwisseling (geheel of gedeeltelijk), pop, larve</i>	Haarhuis en Kersbergen, (2002), De Vaan en Marell (2003).	Het van binnen bekijken van een kippenei, door de schaal m.b.v. azijn op te laten lossen.
Ontwikkeling van de mens	Globaal weten hoe ontwikkeling bij de mens verloopt.	Bij mensen ontwikkelt de bevruchte eicel zich op dezelfde manier als bij andere zoogdieren. Kinderen zijn voor hun groei en ontwikkeling aangewezen op volwassenen. - <i>placenta, navelstreng, uitwisseling van stoffen</i> - <i>weeën, geboorte, navelstreng afbinden, zelf ademen, melk drinken</i> - <i>opvoeding: factoren/ personen die een rol</i>	Ontwikkelingspsychologie, Piaget, leerlijnen.	

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		<i>spelen</i>		
Aangeboren vs. aangeleerd	Verschillen kunnen noemen tussen aangeboren en aangeleerd gedrag.	Dieren reageren meestal volgens vaste patronen; mensen hebben meer mogelijkheden om te reageren. <i>Aangeboren – aangeleerd gedrag, gedragsverandering is zeer moeilijk, reflex – reflectie</i> <i>Nestvlieders – nestblijvers, trek – winterslaap, vogelzang, sociaal gedrag (kuddedieren, sociale insecten)</i>		
(e) Populatie: soorten, diversiteit en uitsterven	Weten wat een soort en wat een populatie is.	Organismen behoren tot dezelfde soort indien ze onderling vruchtbare nakomelingen kunnen verwekken. Een zelfstandig overlevende groep organismen van dezelfde soort heet een populatie. Hoe meer verschillende soorten in een bepaald gebied voorkomen, hoe groter de biodiversiteit van dat gebied. <i>Evolutie, basisideeën, leeftijd van aarde en verschillende manieren om die te bepalen. Survival of the fittest (best adapted) en hoe dat eigenschappen selecteert</i>		Prehistorie, dinosaurussen, populatiespel (Haarhuis en Kersbergen, 2002).
Verstoring evenwicht	Weten dat soorten kunnen uitsterven, voorbeelden van oorzaken kunnen noemen.	Het evenwicht in de natuur is verstoord wanneer factoren uit de omgeving zo veranderen dat organismen zich niet meer kunnen handhaven. Uiteindelijk kunnen soorten zo ook uitsterven. <i>- omgevingsfactoren: temperatuur (zomer- en wintervacht), vochtigheid, licht, bodemstructuur, hoeveelheid meststoffen, natuurrampen, ingrijpen van de mens</i> <i>- wegvallen schakel(s) in kringlopen</i>	Schooltuinwerk, Haarhuis en Kersbergen, (2002), De Vaan en Marell (2003).	Schooltuinwerk.
Ecosysteem, voedselketen en		Een ecosysteem bestaat uit een verzameling van met elkaar samenhangende biotische en	Schooltuinwerk, Haarhuis en Kersbergen,	Schooltuinwerk.

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
landbouw		abiotische factoren. - <i>biotische factoren: populaties van verschillende organismen en hun invloeden op het ecosysteem (gaswisseling, voeding, stofwisseling, uitscheiding, afsterven)</i> - <i>abiotische factoren: invloeden van de levenloze natuur op het ecosysteem (weer, klimaat, bodem, temperatuur, hoeveelheid zonlicht, aanwezigheid (zee)water, zuurgraad, mineralengehalte)</i>	(2002), De Vaan en Marell (2003).	
Voedselketen, voedselpiramide, voedselketen, voedselweb	Weten wat een voedselweb, voedselketen en voedselpiramide zijn.	Planten leggen energie uit zonlicht via fotosynthese vast in o.a. voedingsstoffen. Van de stoffen die planten maken, leven dieren die vervolgens gegeten worden door andere dieren. Deze dieren worden gegeten door weer andere dieren. Het ene organisme is dus voedsel voor het andere organisme: zo ontstaan voedselketens. Aan het begin van een voedselketen staan planten; aan het einde ervan dieren die zelf niet bejaagd worden. - <i>voedselketens: planten, planteneters, vleeseters (roofdieren), alleseters</i> - <i>producenten, consumenten, toppredatoren</i> - <i>voedselpiramide, voedselweb</i>	Natuur- en milieu-educatie, natuurbeleving (Margadant et al., Earth Education)	Ecospel (Haarhuis en Kersbergen, 2002).
Koolstof- en zuurstofkringloop	Weten dat er stoffenkringlopen bestaan.	Doordat planten in het licht koolstofdioxide uit hun omgeving opnemen en zuurstof afgeven en dieren, schimmels en bacteriën het omgekeerde doen, is er sprake van een kringloop van gassen. <i>Kringloop van gassen en de schakels daarin.</i>		
Reducenten	Weten wat de rol van reducenten is.	De meeste schimmels en bacteriën komen aan hun bouwstoffen, brandstoffen en vitamines door het verwerken van afval.		Schimmels kweken, bepalen van biologische afbreekbaarheid van afval.

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		Hierbij blijven mineralen over die in de bodem terecht komen. <i>Reducenten (ook paddenstoelen), aaseters, bodemdieren</i>		
Mineralenkringloop	Weten dat er stoffenkringlopen bestaan.	Doordat door de werking van schimmels en bacteriën mineralen in de bodem komen, die vervolgens weer door planten opgenomen kunnen worden, is er sprake van een kringloop van mineralen. <i>Kringloop van mineralen en de schakels daarin</i>		Practicum herfst, herfstactiviteiten.
Klassieke vs. moderne biotechnologie	Weten dat levende organismen bepaalde producten kunnen maken.	Al sinds lange tijd worden voor het maken van allerlei voedingsmiddelen levende organismen gebruikt. Tegenwoordig kunnen ook bepaalde medicijnen met behulp van levende organismen gemaakt worden. Het maken van producten met behulp van levende organismen heet biotechnologie. - kaas, yoghurt, wijn, bier (<i>klassieke biotechnologie</i>) - dieren voor productie van medicijnen (<i>moderne biotechnologie</i>)	Voedingscentrum.nl, smaaklessen LUW.	Kaas, yoghurt, zuurkool maken en proeven.
Biosfeer: duurzame ontwikkeling	Weten dat er een biosfeer is waarvan wij afhankelijk zijn.	Het gedeelte van de aarde waar leven mogelijk is wordt de biosfeer genoemd. Levende wezens zijn in hun voortbestaan afhankelijk van o.a. deze de biosfeer. <i>De biosfeer bestaat uit:</i> - de aardkorst (<i>land: gebergten, woestijnen, savannen, bossen, delta's, poolgebieden</i>) - water (<i>rivieren, meren en zeeën</i>) - het onderste gedeelte van <i>de dampkring</i>	Natuur- en milieu-educatie, natuurbeleving (Margadant et al., Earth Education).	Bezoek planetarium.
Dynamisch evenwicht	Leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van	De biosfeer bevindt zich in een dynamisch evenwicht, bestaande uit kringlopen van energie en materie.	Zie aarde en ruimte systemen; Haarhuis en Kersbergen, (2002), De	

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten/begrippen	Voorbeelden van Pabo activiteiten
	temperatuur, neerslag en wind.	<ul style="list-style-type: none"> - <i>warme en koude golfstromen</i> - <i>luchtstromen (passaten, straalstromen)</i> - <i>wisselwerking mens en omgeving</i> 	Vaan en Marell (2003).	
Verstoring	Weten dat wij de biosfeer kunnen verstoren. Voorbeelden van milieuproblemen kunnen noemen.	<p>Menselijke activiteit kan leiden tot de verstoring van dit evenwicht. Dit kan leiden tot milieuproblemen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>verontreinigde lucht, (versterkt) broeikaseffect door o.a. fossiele brandstoffen</i> - <i>vervuiling van de bodem: direct gevolgen voor bodemorganismen (als schakel in kringloop van mineralen)</i> - <i>vervuiling van zoet (drink)water en zeeën</i> - <i>uitputting van natuurlijke hulpbronnen</i> - <i>ook indirecte gevolgen voor schakels in kringloop door verandering van omgevingsfactor</i> 	Natuur- en milieu-educatie, Haarhuis en Kersbergen, (2002), De Vaan en Marell (2003).	onderzoeken van de waterkwaliteit van oppervlaktewater d.m.v. het inventariseren van de samenstelling van de waterfauna.
Duurzame ontwikkeling	Weten dat wij verantwoordelijk zijn voor het welzijn van toekomstige generaties, en hoe wij deze verantwoordelijkheid kunnen nemen.	<p>Mensen kunnen bewust invloed uitoefenen op de biosfeer. Wat dat betreft verschillen zij van dieren.</p> <p>Er is sprake van duurzame ontwikkeling als menselijke invloeden op de biosfeer geen nadelige effecten hebben op het overleven van toekomstige generaties.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>handelingsperspectieven: duurzame vs. niet- duurzame ontwikkeling</i> - <i>in stand houden dan wel herstellen van biologisch evenwicht</i> 	Milieuzorg op school Haarhuis en Kersbergen, (2002), De Vaan en Marell (2003).	Het inventariseren van het milieugedrag op de school en in de klas.

Tabel 3: Techniek

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten	Voorbeelden van Pabo activiteiten
Ontwerpen, maken en gebruiken. Techniek proces (cyclisch model)	Communiceren met anderen over het ontwerp. Samenwerken	randvoorwaarden: functionaliteit, prijs/kwaliteit verhouding, veiligheid, duurzaamheid. Communiceren en samenwerken	Coöperatief leren, 5 stappenmodel Oostendorp en Oostendorp '03 7 stappenmodel Kemmers en Van Graft '07 Fading Scaffolding Modeling Collaborating Coaching, guiding, advising Simons e.a 2003	Schetsen maken in het platte vlak, ontwerpen uitvoeren in 3 dimensies in diverse materialen en gebruik maken van verschillende gereedschappen. Ontwerpen testen, evalueren en eventueel aanpassen, verbeteren. Bestaande ontwerptekeningen lezen, uitvoeren, rekening houden met randvoorwaarden en evalueren.
Onderzoeken, gebruiken en analyseren producten, ook in de historische context.	Waarnemen: observeren, schatten, meten, sorteren, classificeren, rangschikken. Lengte, breedte, hoogte, doorsnede, diepte, oppervlakte	Waarnemen, kwalitatief- en kwantitatief vergelijken, tellen, schatten, meten. Maatschappelijke relevantie	Model van Kolb, 5 stappenmodel Oostendorp en Oostendorp '03 7 stappenmodel Kemmers en Van Graft '07	Onderzoek gebruikte materialen, constructies, technische principes en de toepassing hiervan, vormgeving, gebruiksgemak, veiligheid, historische context van technische ontwikkeling.
Doelmatig gebruik hulpmiddelen en Gereedschappen	Klemmen, zagen, boren, meten, verbinden, vervormen.	Klemmen, verspanende bewerkingen, meten, verbinden, vervormen, veiligheid	Directe instructie model, Veenman '96. Fading, Scaffolding, Modeling Collaborating. Coaching, guiding, advising Simons e.a. 2003	Hanteren van gepaste hand- en elektrische gereedschappen ten behoeve van gepaste handelingen met hout, metaal en kunststof.

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten	Voorbeelden van Pabo activiteiten
Onderzoeken en gebruiken en analyseren van materialen en hun eigenschappen Overlap met natuurkunde	Eigenschappen en Toepassingsmogelijkheden: papier, karton, hout, metaal	Eigenschappen en Toepassingsmogelijkheden materialen waaronder: hout, metaal, papier en karton	Didactische leerroute, De Munnik & Vreugdenhil '95 5 stappenmodel Oostendorp en Oostendorp '03 7 stappenmodel Kemmers en Van Graft '07	Onderzoek doen naar eigenschappen materialen en eigenschappen
Constructies / Verbindingen	Profielen, Driehoek constructies, Bogen, in verband bouwen, Verbindingen zonder en met voorwerpen, lijm, nietjes, bouten, moeren, spijkers, schroeven, knijpers, scharnieren, punaises, ritsen.	Sterke en lichte profielen, Driehoek constructies, Bogen, in verband bouwen, smalle top versus brede basis, Verbindingen zonder en met voorwerpen, lijm, nietjes, bouten, moeren, spijkers, schroeven, knijpers, scharnieren, punaises, ritsen en soldeertin Pen en gat verbinding	5 stappenmodel Oostendorp en Oostendorp '03 7 stappenmodel Kemmers en Van Graft '07	Constructies maken van papier, bouwen met blokken, constructies van constructiemateriaal (Lego, Knexx, Kapla, Fisher techniek). Schokvrije verpakking maken. Onderzoek naar verbindingsmaterialen, hanteren lijm, nietjes, bouten, moeren, spijkers, schroeven, knijpers, scharnieren, punaises, ritsen en solderen
Overbrengingen	Tandwielen: draairichting veranderen van draairichting en snelheid, overbrengen door stangen/snaren/riem/ketting, overbrengen van, katrollen hydraulica, pneumatiek	Tandwielen: draairichting Veranderen van draairichting en snelheid: rechthoekige- in rechthoekige beweging, van rechthoekige- in draaiende beweging, van draaiende- in draaiende- in op en neer gaande beweging, hefboomen, overbrengen door stangen/snaren/riem/ketting,	5 stappenmodel Oostendorp en Oostendorp '03 7 stappenmodel Kemmers en Van Graft '07	Onderzoek van huishoudelijke apparaten Maken van toepassingen met constructie-materialen (Lego, Knexx)

Domein	Kinderen groep 8	Extra voor pabostudenten en leerkrachten	Pedagogisch didactische concepten	Voorbeelden van Pabo activiteiten
		overbrengen van, katrollen, hydraulica, pneumatiek		
Productie en chemie	Mallen maken, mengen van grondstoffen, monteren onderdelen	Mallen maken en procesmatige activiteiten	5 stappenmodel Oostendorp en Oostendorp '03 7 stappenmodel Kemmers en Van Graft '07	Tandpasta, haargel en shampoo maken Monteren stekkers en contrastekkers.
Communicatie / besturingssystemen		Digitale sensoren, robotica	5 stappenmodel Oostendorp en Oostendorp '03 7 stappenmodel Kemmers en Van Graft '07	Eurosence activiteiten, meten temperatuur, licht intensiteit en geluidsterkte, mindstorms, robotics.

Bronnen:

Domeinomschrijving techniek Cito
 The national curriculum for England Science Key stage 1-2
 The national curriculum for England Design and Technology
 Praktische didactiek voor natuuronderwijs, De Vaan en Marell
 Techniek, leren door doen, L. Slangen
 Maken en onderzoeken, Bouwmeester, Doornekamp en Kleingeld
 Natuuronderwijs inzichtelijk, Kersbergen en Haarhuis
 Het materialenboek, een rijke leeromgeving in de onderbouw, Nellestijn, Frea Janssen Vos
 National science resource center / STC
 Tobo leerlijn en implementatie modellen,
 Tule / SLO, activiteiten oriëntatie op jezelf en de wereld.
 Wetenschap & techniek: een rijke leeromgeving / VTB PRO 2007-2010
 LOOL project, Kemmers en Van Graft 2007

THE FAR SIDE

By GARY LARSON



"Mr. Osborne, may I be excused? My brain is full."