

De meeste docenten willen leerlingen actief laten nadenken over de leerstof. Dit blijkt in de praktijk soms lastig te zijn. Leerlingen stellen zelf geen goede vragen en ze weten niet hoe ze aangeboden denkvragen moeten beantwoorden. Het ontbreekt leerlingen in die gevallen vaak aan vakspecifiek denkgereedschap. Zoals een timmerman niet met zijn blote handen een spijker in een plank krijgt, zo kunnen leerlingen met hun blote hoofd niet goed denken. In dit artikel wordt denkgereedschap voor het biologieonderwijs gepresenteerd en worden enige suggesties voor gebruik gegeven.

Met je blote hoofd kun je niet denken!

Fred Janssen¹

Gereedschapskist voor denken over de natuur

Wat voor soort gereedschap heb je nodig om na te denken over natuur? Je moet weten wat voor soort vragen je kunt stellen (sleutelvragen) en welke type activiteiten (sleutelactiviteiten) je moet uitvoeren om antwoord te krijgen op een bepaald soort vraag. Het ingenomen perspectief bepaalt wat voor soort vragen je stelt en hoe je deze vragen kunt beantwoorden. Bekijk je bijvoorbeeld de huid vanuit een medisch perspectief dan stel je andere vragen en beantwoord je de vragen op een andere manier dan wanneer je de huid vanuit een evolutionair perspectief belicht. De gereedschapskist bestaat nu uit een twaalfstal perspectieven. Voor elk perspectief is de sleutelvraag en bijbehorende sleutelactiviteiten voor beantwoording van de sleutelvraag uitgewerkt (Tabel 1).

Gebruiksmogelijkheden van de gereedschapskist

Het hier gepresenteerde denkgereedschap kan op veel verschillende manieren worden gebruikt om het denken van leerlingen te bevorderen. Ik heb getracht de verschillende toepassingsmogelijkheden van het denkgereedschap te ordenen aan de hand

van vier typen onderwijs (Tabel 2). Ik zal hieronder laten zien hoe het denkgereedschap voor het realiseren van deze vier verschillende onderwijstypen kan worden gebruikt.

Type 1

Dit type biologieonderwijs tref je het meeste aan. Het onderwijs start met het aanbieden van kennis. De docent vertelt bijvoorbeeld iets over de bouw & werking van het hart of laat leerlingen daar iets over lezen in het schoolboek. Daarna volgen er toepassingsvragen en opdrachten waarmee de leerlingen kunnen nagaan of ze stof wel begrepen hebben. Ik noem dergelijk onderwijs antwoordgestuurd onderwijs, omdat het onderwijs start met aanbieden van een antwoord op een niet gestelde vraag.

Denkgereedschap kan bij dit type onderwijs worden gebruikt om uitdagende toepassingsvragen en -opdrachten te bedenken. Met name de sleutelactiviteiten zijn hiervoor zeer geschikt. Je neemt daarvoor de kennis die je leerlingen wilt laten toepassen in gedachten en loopt vervolgens de sleutelactiviteiten langs van één of meerdere perspectieven (Tabel 3).

Tabel 2:
Vier typen onderwijs

Docent =
docent gestuurd
Gedeeld =
gedeelde sturing
Leerling =
leerling gestuurd

	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Motiveren	<i>n.v.t.</i>	<i>Docent</i>	<i>Docent</i>	<i>Gedeeld</i>
Vraag stellen				
Antwoord geven	<i>Docent</i>	<i>Docent</i>	<i>Gedeeld/Leerling</i>	<i>Gedeeld/Leerling</i>
Toepassen	<i>Gedeeld</i>	<i>Gedeeld</i>	<i>Gedeeld/Leerling</i>	<i>Gedeeld/Leerling</i>

**Tabel 1: Gereedchapskist
voor het biologieonderwijs**

Sleutelvraag	Sleutelactiviteiten	Voorbeeld
Biologisch Hoe zit het in elkaar?	Onderzoeken 1. Observeer/beschrijf verschijnselen 2. Formuleer een biologische vraag 3. Bedenk een hypothese 4. Toets de hypothese 5. Interpreteer de resultaten	Zalmen keren als ze geslachtsrijp zijn terug naar de geboorteplek. Hoe vinden ze deze plek terug? Het zou kunnen zijn dat ze de geboorteplek kunnen ruiken. Je verwacht dan dat zalmen met dichtgestopte neusopeningen de weg niet terug kunnen vinden. Dit blijkt ook het geval te zijn.
Vergelijkend Waarmee vertoont het verschillen en overeenkomsten?	1. Bepaal criterium voor indeling 2. Inventariseer relevante kenmerken 3. Vergelijk met standaard of ander item uit de mogelijke groep 4. Stel groep en naam vast	In 1799 vond George Shaw een beest met de beharing van een zoogdier, de bek leek op een snavel van een eend en het had eileiders. De Duitser Meckel dacht dat het een zoogdier was en ging op zoek naar melkklieren die hij ook vond. De Fransman Geoffroy dacht dat het dier eierlegend was en dus geen zoogdier. Beide bleken gelijk te hebben. De jongen worden uit eieren geboren en daarna gezoogd. Het vogelbekdier werd uiteindelijk ondergebracht in een aparte orde: de monotremata.
Oorzakelijk Hoe komt het?	1. Bepaal wanneer het verschijnsel optreedt 2. maak een lijstje van mogelijke oorzaken 3. Ga na of oorzaak altijd aanwezig is als het verschijnsel optreedt 4. Bepaal of oorzaak altijd afwezig is als het verschijnsel afwezig is	Een baby huult vaak, vooral overdag. Zijn ouders denken aan honger of koude. De baby blijkt echter na de voeding ook te huilen. Honger lijkt dus niet de oorzaak te zijn. Als de baby in zijn bed ligt met een kruikje huult het nooit. Koude zou de oorzaak kunnen zijn.
Functioneel Waarvoor dient het?	1. Beschrijf het onderdeel en zijn omgeving 2. Bedenk een mogelijke functie 3. Bedenk hiervoor een zo eenvoudig mogelijke oplossing 4. Vergelijk bedachte met feitelijke oplossing, indien beide niet overeenkomen ga naar 2	Het ponyvisje heeft een lampje aan de buikzijde. Het visje leeft in vrij donker water en wordt door roofvissen bejaagd. Waarvoor zou dit lampje dienen? Zou het er soortgenoten beter mee kunnen zien? Daarvoor schijnt het lichtje te zwak en zit het op een onhandige plek. Zou het wellicht dienen voor camouflage? Roofvissen kunnen bij het minste licht van boven in principe gemakkelijk het silhouet van het ponyvisje zien. Behalve als deze schaduw door het lichtje van het lampje wordt uitgewist! Daarvoor moet het wel precies de schaduw uitvlakken en 's nachts niet schijnen. Dit blijkt het geval te zijn.
Bouw & Werking Wat is de bouw & werking?	1. Bepaal de functie 2. Herformuleer functie (of nadeel) in een ontwerpprobleem 3. Bedenk een eenvoudige oplossing 4. Formuleer nadeel van de oplossing 5. Kies de oplossing met minste nadelen (ga naar 2)	Wij worden allemaal belaagd door ziekteverwekkers. We moeten eenmaal binnengedrongen ziekteverwekkers onschadelijk maken. Hoe kunnen we bijvoorbeeld bacteriën onschadelijk maken? Speciale cellen zouden ze kunnen lekpriken maar dan kunnen schadelijke stoffen uit de bacterie vrijkomen. Het zou ook mogelijk zijn om ze op te eten, dit heeft dan wel als nadeel dat moet worden voorkomen dat lichaamseigen materiaal wordt opgevreten. Hoe kan dit worden voorkomen?

Omgeving Wat heeft het in zijn omgeving nodig?	1. Bepaal welke functies het moet vervullen 2. Ga na voor elk van de functies na wat het in zijn omgeving hiervoor nodig heeft 3. Ga na of functies van alle organismen in de omgeving zijn vervuld	Een vos moet onder andere eten, zich kunnen voortplanten en zich kunnen beschermen. Een vos eet onder andere konijnen. Deze konijnen hebben weer bladeren en wortels van bepaalde planten nodig als voedsel. De planten hebben op hun beurt voor hun energievoorziening lucht, licht en mineralen nodig. Micro-organismen zijn weer nodig als mineraalleverancier. Micro-organismen hebben op hun beurt weer dierlijk en/of plantaardig materiaal nodig om zelf in hun voedsel te kunnen voorzien.
Ontwikkeling Hoe is het ontwikkeld?	1. Verzamel gegevens over begin-, eind- en tussenstadia 2. Als gegevens ontbreken ontwerp tussenstadia (zie b & w perspectief). 3. Ga na hoe overgangen tussen stadia worden veroorzaakt (zie oorzakelijk perspectief)	Volwassen vinkenmannetjes zingen een liedje bestaande uit twee frasen met een duidelijk eind. Thorpe vroeg zich af hoe mannelijke vinken leren zingen? Als vinkenmannetjes geïsoleerd opgroeien van soortgenoten blijken ze alleen maar een eenvoudig liedje te leren bestaande uit één frase. Isolatie-experimenten op verschillende leeftijden wezen uit dat vinken vrij vroeg in hun leven de zang van een volwassen vink moeten horen, omdat ze het anders daarna ook niet meer kunnen leren.
Evolutionair Hoe is het geëvolueerd?	1. Verzamel gegevens over stadia 2. Bepaal stadia(- volgorde) door ontwerp (zie b&w perspectief) 3. Bepaal stadia (-volgorde) door vergelijking (zie hiernaast) 4. Ga waarom het eerstvolgende stadium een verbetering is ten opzichte van voorafgaande stadium.	Banziger ontdekte een mottensoort die bloed zuigt. De meeste motensoorten zuigen nectar. Hij vroeg zich af hoe deze bloedzuigende variant is geëvolueerd. Daarbij ging hij er vanuit dat als een kenmerk slechts voorkomt bij één of enkele verwante soorten dit kenmerk waarschijnlijk recent is geëvolueerd. Dit betekent dat de voorouder waarschijnlijk nectar zoog en via een aantal tussenstadia is geëvolueerd tot een bloedzuigende soort. Banziger ging op zoek naar mogelijke tussenstadia. Op grond van vergelijking van nu levende soorten kwam hij tot de volgende hypothese over tussenstadia: 1) nectarzuigend; 2) zacht fruit doorborend; 3) hard fruit doorborend; 4) bloedzuigend.
Zorg Hoe kan je er voor zorgen?	Verzorgen 1. Verplaats je 2. Ga na wat het nodig heeft 3. Bedenk een aanpak 4. Ga voor- en nadelen van aanpak na	De papagaaienstichting SPPW constateert dat veel papagaaien bij mensen thuis na verloop van tijd veel gaan schreeuwen, bijten en zichzelf kaalplukken. Hoe kun je er nu voor zorgen dat de papagaai zich weer beter gaat voelen? Papagaaien leven in de natuur levenslang in vaste koppeltjes. De papagaai ziet zijn baasje ook als levenspartner. De papagaai 'verwacht' dan ook dat zijn baasje er altijd voor hem is. Tegen deze achtergrond is SPPW wandeldagen voor baasjes met hun papagaaien gaan organiseren.
Medisch Hoe kan je het behandelen als het misgaat?	Behandelen 1. Ga na wat klachten zijn 2. Stel op basis van de klachten de ziekte vast 3. Bepaal oorzaken van de klachten/ziekte 4. Bedenk een behandelingsplan 5. Bepaal voor- en nadelen van de behandeling	Veel mensen lijden aan maagzweren. Bij een ernstige maagzweer moet je vaker overgeven, krijg je hoofdpijn en een stinkende adem. Lange tijd dacht men dat stress de belangrijkste oorzaak was van maagzweer. Barry Marshall trof echter bij patiënten spiraalvormige bacteriën aan in hun maag. Om zijn hypothese te toetsen dronk hij zelf een cocktail van deze bacteriën. Hij kreeg inderdaad een maagzweer. Hij slikte vervolgens antibiotica en de maagzweer verdween weer. Sindsdien worden bij maagzweer ook antibiotica voor geschreven.

Technologisch Wat kun je er mee doen?	Ontwerpen en gebruiken 1. Stel (gebruiks-) doel vast 2. Ga na aan welke eisen het moet voldoen 3. Maak een ontwerp 4. ga voor- en nadelen van ontwerp na 5. Maak en gebruik het produkt 6. Ga voor-en nadelen van gebruik na	Het lijkt Floor leuk als koolmeesjes in haar tuin zouden broeden. Ze wil daarom een nestkastje ophangen. Ze wil echter ook graag de ontwikkeling van dichtbij volgen. Ze heeft gehoord dat je niet te vaak het deksel van het nestkastje moet optillen omdat je anders de koolmezen verstoort. Ze wil daarom de achterkant van glas maken. Nadeel daarvan is dat er te veel licht binnenkomt, bovendien kan ze er niet goed bij. Dan bedenkt ze zich dat ze het nestkastje voor haar slaapkamerraam kan hangen met een gordijn er voor. Dit laatste ontwerp maakt ze ook. Een jaar later heeft ze jonge koolmeesjes.
Ethisch Wat mag je er mee doen?	Kiezen 1. Inventariseer keuzemogelijkheden 2. Ga na met wie er rekening moet worden gehouden 3. Onderzoek waarden en consequenties van keuzemogelijkheden 4. Maak een beargumenteerde keuze	Kees krijgt een donorcodicil in de bus. Hij vraagt zich af wat hij moet doen. Hij kan kiezen of en zo ja welke organen hij ter beschikking wil stellen. Wat hem betreft mogen ze alles van hem hebben. Hij is dan toch dood en je kan er levens mee redden. Hij realiseert zich echter dat het voor zijn vrouw wellicht heel anders ligt. Je moet vrij snel geopereerd worden wat heel ingrijpend kan zijn voor haar in die omstandigheden. Hij besluit een beslissing nog even op te schorten en eerst met zijn vrouw hierover te overleggen.
Persoonlijk Hoe beleef je het?	Beleven 1. Neem aandachtig waar 2. Bepaal wat jij belangrijk vindt aan het onderwerp 3. Welke gevoelens roept het bij je op? 4. Welk gedrag roept het bij je op? 5. Ga na of je feitelijk gedrag in overeenstemming is met je gewenste gedrag	Ga ergens rustig zitten en stuur je adem naar de verschillende delen van je lichaam. Maak daarna een tekening van jezelf waarbij je de onderdelen van je lichaam die jij het meest belangrijk vindt het meest uitvergroot en de onderdelen die je het minst belangrijk vindt klein houdt. Wat voor gevoelens roept je tekening bij je op? Wat zou je je willen voornemen met betrekking tot de omgang met je eigen lichaam? Wat heeft je tot nu toe belemmerd om deze voornemens uit te voeren?

Type 2

Dit type onderwijs is niet antwoord- maar vraag-gestuurd. Voordat het antwoord (de kennis) wordt aangeboden wordt eerst motiverende context aangeboden die een vraag bij de leerling oproept. Onderwijs van type 1 kun je nu eenvoudig ombouwen tot type 2 door er een motiverende context en vraag bij te bedenken waarvoor de aangeboden stof het antwoord is.

De sleutelvragen behorende bij de perspectieven zijn hier heel geschikt voor. Je neemt het onderwerp in gedachten waarover je les wilt gaan geven en je associeert kort (5 à 10 minuten is vaak al voldoende) op elk van de sleutelvragen. De associaties kunnen vragen of deelthema's zijn (Tabel 4).

Vervolgens ga je na welk van de associaties een geschikte motiverende context en vraag oplevert voor de behandeling van de geselecteerde leerstof. De docent uit bovengenoemd voorbeeld besluit bijvoorbeeld om de les over de huid als volgt op te bouwen (Tabel 5).

Type 3

Type 3 onderwijs is evenals type 2 onderwijs vraag-gestuurd. Echter in dit geval wordt het antwoord niet aangeboden door docent of het schoolboek maar moet de leerling (met hulp) het antwoord zelf bedenken. Dergelijk type onderwijs kan de vorm aannemen van bijvoorbeeld een onderwijsleergesprek, een practicum of project, bestuderen van andere bronnen dan het schoolboek etcetera. Als je als docent met dit type onderwijs begint is het verstandig om aanvankelijk de antwoordmogelijkheden van leerlingen beperkt te houden. Je kan de antwoordmogelijkheden inperken door bijvoorbeeld de vraag in te perken (dus niet hoe bescherm je je tegen ziekteverwekkers?; maar hoe kun je een binnengedrongen bacterie onschadelijk maken?). Ook is het mogelijk om leerlingen uit enkele alternatieve antwoorden te laten kiezen.

Bij het voorbereiden van dergelijk type onderwijs kunnen de sleutelactiviteiten een nuttige rol vervullen. Met behulp van de sleutelactiviteiten kun je namelijk zelf stapsgewijs eerst het antwoord opbou-

Tabel 3: Toepassingsvragen over hart en bloedsomloop

Toepassingsvragen	Perspectief	Nr. sleutel-activiteit
– Wat is het nadeel als de boezem van het hart ontbreekt?	Bouw&werking	3 en 4
– Als jij de opdracht zou krijgen om een kunsthart te maken, welke drie eisen zou je daar dan aan stellen?	Technologisch	2
– Noem twee dingen die je moet doen en twee dingen die je moet laten als je goed voor je hart wilt zorgen.	Zorg	2 en 3

wen (zie Tabel 6) en vervolgens beslissen voor welke vragen je zelf het antwoord geeft en welke vragen je aan de leerlingen stelt

Als je leerlingen veel ruimte laat om zelf een antwoord op een gestelde vraag te bedenken, kun je leerlingen de sleutelactiviteiten aanbieden zodat ze leren hoe ze een antwoord op de gestelde vraag kunnen krijgen (zie voorbeeldjes hieronder).

De docent heeft de vraag opgeworpen of er nog op walvissen mag worden gejaagd. Leerlingen discussiëren in kleine groepjes over deze vraag. Daarbij krijgen ze de sleutelactiviteiten behorend bij het ethisch perspectief op kaartjes uitgereikt. De volgorde wordt niet voorgeschreven wel verwacht de docent dat ze het resultaat van elke activiteit vermelden.

De leerlingen krijgen de opdracht om rokers en niet-rokers te interviewen over hun motieven. Ze moeten daarvoor vragen opstellen die ze afleiden van het de sleutelactiviteiten behorend bij het persoonlijk perspectief.

Leerlingen kun je stapsgewijs leren sleutelactiviteiten meer en meer zelfstandig te kiezen en uit te voeren. Aanvankelijk gebruik je als docent de sleutelactiviteiten en expliciteer je die voor de leerlingen. Vervolgens gaan leerlingen steeds meer zelfstandig de sleutelactiviteiten gebruiken en krijgen ze feedback over de wijze waarop ze ze gebruiken. Tenslotte kun je met leerlingen ook reflecteren op de aannames die aan de activiteiten ten grondslag liggen zodat leerlingen leren wanneer ze de activiteiten wel en niet kunnen toepassen.

Type 4

Dit type onderwijs is evenals type 3 onderwijs vraag-gestuurd alleen nu worden leerlingen ook ingeschakeld bij het stellen van vragen. Hierdoor bepalen leerlingen ook meer wat er aan bod komt in de les. Dit type onderwijs zien we nu soms terug in reguliere lessen in de vorm van projecten of practica, maar nog vaker tref je het aan bij praktische opdrachten. Dan blijkt vaak dat leerlingen veel moeite hebben om goede vragen te bedenken. De sleutelvragen behorend bij het perspectief kunnen leerlingen hierbij helpen.

Je kiest dan eerst een thema bijvoorbeeld, DNA, transport, sport, eten uit de natuur etcetera. Of je laat leerlingen zelf een onderwerp kiezen. Je biedt vervolgens leerlingen enkele of alle sleutelvragen aan, waarmee ze dan specifieke vragen kunnen genereren (vergelijk voorbeeld docent tabel 4). Leerlingen kunnen er dan vervolgens één of meerdere gaan beantwoorden, al dan niet in overleg met de docent. Voor het beantwoorden van de vraag kunnen leerlingen weer de bijbehorende sleutelactiviteiten gebruiken (zie bij beschrijving van type 3 onderwijs). Eventueel kunnen leerlingen na afloop



Tabel 4: Associëren op het onderwerp de huid met behulp van sleutelvragen

Perspectief	Vragen/deelthema's over de huid
Vergelijkend	Wat is het verschil tussen krokodillenhuid en onze huid?
Functioneel	Hebben puistjes ook een functie? / Waarom hebben we kippenvel?
Bouw&werking	Waar zit pigment eigenlijk?
Oorzakelijk	Waarom gaan je haren overeind staan?
Ontwikkeling	Is de huid van een bejaarde en een baby even oud?
Omgeving	Waarom krijg je een rimpelige huid als je lang in het water zit?
Evolutionair	Waarom zijn we nu niet meer behaard?
Zorg	Werken huidverzorgingsproducten wel echt?
Medisch	Brandwonden.
Technologisch	Tatoeages, piercings.
Ethisch	Hoe voorkom je discriminatie op huidskleur?
Persoonlijk	Waarom versier je je huid?

hun bevindingen aan de andere leerlingen van de klas presenteren.

Tot slot wil ik nog wijzen op een heel laagdrempelige vorm van type 4 onderwijs, waarmee je leerlingen enthousiast kan maken voor biologie. Annette Will noemt dit '5 minuten biologie'. Het gaat hier om minilesjes (5 à 10 min) over iets uit de natuur (echt materiaal of uit de media) verzorgd door de leerlingen zelf. Het minilesje kan aansluiten bij de behandelde stof maar dat hoeft niet. De leerling kan hier al dan niet met behulp van de sleutelvragen zelf vragen over stellen, deze voorleggen aan de andere leerlingen of deze zelf beantwoorden.

Leren van je succes

Ik heb nu verschillende toepassingsmogelijkheden van het denkgereedschap besproken. Nu zul je hier in de praktijk alleen iets mee gaan doen als: (a) je de tijd hebt; (b) de aangeboden toepassingsmogelijkheden aansluiten bij wat je wilt en kunt. Ik wil tot besluit van dit artikel beide voorwaarden kort bespreken.

Leerlingen laten nadenken kost tijd. De aanpakken die zijn beschreven bij type 1 en 2 kosten echter in het algemeen nauwelijks extra tijd: ze zijn soms zelfs tijdsbesparend omdat leerlingen sneller de stof begrijpen. Aanpakken die ik heb beschreven bij type 3 en 4 onderwijs kosten veelal wel extra tijd. Die

tijd heb je meestal niet als je met je leerlingen de complete methode wil doorwerken. Dit is echter niet noodzakelijk. De meeste methoden behandelen namelijk gemiddeld genomen 40% (!) meer leerstof dan in de eindtermen van leerlingen wordt gevraagd. Bovendien hoeven leerlingen veel leerstof niet paraat te hebben omdat ze *Biodata* of *Binas* bij het schoolexamen en het centraal schriftelijk mogen gebruiken. Ook wordt veel leerstof nu twee maal behandeld één keer in de onderbouw en één keer in de bovenbouw. Het is dus mogelijk veel ruimte te creëren door bij ieder hoofdstuk kort na te gaan wat er wel en wat er niet hoeft te worden behandeld.

Als je ruimte hebt om andere dingen uit te proberen, werkt het het prettigst als je dingen gaat proberen die je ook echt belangrijk vindt en waarvan je verwacht dat je ze ook succesvol kunt uitvoeren. Analyse van eigen succeservaringen kan je op het spoor brengen wat je echt wil en kan en je zo helpen bij het formuleren van voor jou geschikte toepassingsmogelijkheden. De aanpak wordt hieronder met een voorbeeld van een docent geïllustreerd.

1. Beschrijf drie of vier eigen succeservaringen en geef aan wat je succesvol vond. Succeservaringen zijn (onderdelen van) lessen waar je best tevreden over was.

Tabel 4: Associëren op het onderwerp de huid met behulp van sleutelvragen

Perspectief	Vragen/deelthema's over de huid
Vergelijkend	Wat is het verschil tussen krokodillenhuid en onze huid?
Functioneel	Hebben puistjes ook een functie? / Waarom hebben we kippenvel?
Bouw&werking	Waar zit pigment eigenlijk?
Oorzakelijk	Waarom gaan je haren overeind staan?
Ontwikkeling	Is de huid van een bejaarde en een baby even oud?
Omgeving	Waarom krijg je een rimpelige huid als je lang in het water zit?
Evolutionair	Waarom zijn we nu niet meer behaard?
Zorg	Werken huidverzorgingsproducten wel echt?
Medisch	Brandwonden.
Technologisch	Tatoeages, piercings.
Ethisch	Hoe voorkom je discriminatie op huidskleur?
Persoonlijk	Waarom versier je je huid?

hun bevindingen aan de andere leerlingen van de klas presenteren.

Tot slot wil ik nog wijzen op een heel laagdrempelige vorm van type 4 onderwijs, waarmee je leerlingen enthousiast kan maken voor biologie. Annette Will noemt dit '5 minuten biologie'. Het gaat hier om minilesjes (5 à 10 min) over iets uit de natuur (echt materiaal of uit de media) verzorgd door de leerlingen zelf. Het minilesje kan aansluiten bij de behandelde stof maar dat hoeft niet. De leerling kan hier al dan niet met behulp van de sleutelvragen zelf vragen over stellen, deze voorleggen aan de andere leerlingen of deze zelf beantwoorden.

Leren van je succes

Ik heb nu verschillende toepassingsmogelijkheden van het denkgereedschap besproken. Nu zul je hier in de praktijk alleen iets mee gaan doen als: (a) je de tijd hebt; (b) de aangeboden toepassingsmogelijkheden aansluiten bij wat je wilt en kunt. Ik wil tot besluit van dit artikel beide voorwaarden kort bespreken.

Leerlingen laten nadenken kost tijd. De aanpakken die zijn beschreven bij type 1 en 2 kosten echter in het algemeen nauwelijks extra tijd: ze zijn soms zelfs tijdsbesparend omdat leerlingen sneller de stof begrijpen. Aanpakken die ik heb beschreven bij type 3 en 4 onderwijs kosten veelal wel extra tijd. Die

tijd heb je meestal niet als je met je leerlingen de complete methode wil doorwerken. Dit is echter niet noodzakelijk. De meeste methoden behandelen namelijk gemiddeld genomen 40% (!) meer leerstof dan in de eindtermen van leerlingen wordt gevraagd. Bovendien hoeven leerlingen veel leerstof niet paraat te hebben omdat ze *Biodata* of *Binas* bij het schoolexamen en het centraal schriftelijk mogen gebruiken. Ook wordt veel leerstof nu twee maal behandeld één keer in de onderbouw en één keer in de bovenbouw. Het is dus mogelijk veel ruimte te creëren door bij ieder hoofdstuk kort na te gaan wat er wel en wat er niet hoeft te worden behandeld.

Als je ruimte hebt om andere dingen uit te proberen, werkt het het prettigst als je dingen gaat proberen die je ook echt belangrijk vindt en waarvan je verwacht dat je ze ook succesvol kunt uitvoeren. Analyse van eigen succeservaringen kan je op het spoor brengen wat je echt wil en kan en je zo helpen bij het formuleren van voor jou geschikte toepassingsmogelijkheden. De aanpak wordt hieronder met een voorbeeld van een docent geïllustreerd.

1. Beschrijf drie of vier eigen succeservaringen en geef aan wat je succesvol vond. Succeservaringen zijn (onderdelen van) lessen waar je best tevreden over was.

Tabel 5:
Type 2 les over de huid.

Motiveren	Plaatje van getatoeëerde mensen
Vraag	Hoe diep moet je eigenlijk de naald steken voor een goede tatoeage.
Antwoord geven	Leerlingen proberen bovengenoemde vraag te beantwoorden door tekst uit schoolboek over lagen van de huid te bestuderen.
Toepassen	Bespreek de volgende stelling met je buurman/vrouw: de huid van een baby is even oud als die van een bejaarde.

Succeservaring

1. Typering: Slak in de klas

In een brugklas heb ik tijdens de introductieles biologie ieder duo een levende slak gegeven op een klein glasplaatje. Ze moesten de slak goed bekijken en de vragen die bij hen opkwamen noteren. Na ongeveer 15 minuten heb ik de vragen geïnventariseerd, daarna hebben we samen geprobeerd de vragen te beantwoorden. Vragen waar we geen antwoord op wisten heb ik weer aan leerlingen in de klas terugspeeld, zij kregen de opdracht het antwoord op een bepaalde vraag op te zoeken voor de volgende les. In die les heb ik de slakkenles in verband gebracht met werkwijze van biologen en levenskenmerken van organismen.

Ik vond deze les om een aantal redenen succesvol:

- De les riep heel veel vragen op bij leerlingen;
- Ze vonden het in het algemeen ook leuk om zelf antwoorden te zoeken op deze vragen;
- Ze maakten zo ook zelf mee wat biologie is.

2. Typeer de succeservaring.

Welke perspectieven heb je hier gebruikt en welk type onderwijs heb je hier gegeven.

Perspectief: functioneel, bouw&werking, ontwikkeling, omgeving, ethisch

Onderwijstype: type 4

3. Formuleer voor elke succeservaring één of meerdere vuistregels.

Vuistregels bij: Slak in de klas

- Introduceer een onderwerp aan de hand van echt materiaal
- Laat leerlingen vragen stellen aan het begin van het onderwerp
- Laat leerlingen zelf proberen de vragen te beantwoorden (c.q. op te zoeken)
- Leg principes uit aan de hand van een krachtig voorbeeld.



Tabel 6:
Docent bouwt stapsgewijs kennis over het hart op als voorbereiding voor de les

Systeem: Hart Functie: Bloed rondpompen in bloedsomloop		
Ontwerpprobleem	Eenvoudige oplossing	Nadeel
Hoe kan bloed worden rondgepompt?	Pompje dat bestaat uit bloedvat dat samenknijpt	Bloed kan twee kanten op stromen
Hoe kan worden voorkomen dat het bloed twee kanten op stroomt.	Aan pompje kleppen toevoegen	Bloed heeft onvoldoende snelheid om zuurstof in longen op te halen en zuurstof weg te brengen naar rest van het lichaam.
Hoe kan de snelheid van bloedstroom worden vergroot?	Twee pompjes er van maken. Een pompje pompt bloed naar longen het andere pompje pompt het zuurstofrijk bloed naar rest van het lichaam (=linker en rechter harthelft)	Bloed stroomt nog steeds te langzaam terug naar de pompjes, waardoor de pomp zich maar heel langzaam vult en daardoor niet snel genoeg kan pompen
Hoe kan de toestroomsnelheid van het bloed naar de pompjes worden vergroot?	Pompjes uitvoeren met een zuigen en een pers-gedeelte Het zuiggedeelte zuigt bloed aan en een persgedeelte pompt het weer weg (=resp. boezem en kamer)	

4. *Formuleer je visie op biologieonderwijs door van de belangrijkste vuistregels na te gaan waarom je ze eigenlijk belangrijk vindt.*

Belangrijkste vuistregel: laat leerlingen vragen stellen aan het begin van een onderwerp
Leerlingen vragen leren stellen vind ik om een aantal redenen van belang. Als je de vraag kent dan begrijp je het antwoord beter. Een vraaggestuurd leerproces werkt motiverend (je gaat immers op zoek naar een antwoord op een eigen vraag). Maar misschien nog wel het belangrijkste is dat leerlingen zo wellicht ook leren zelf vragen te stellen over verschijnselen om hen heen. Het draagt zo wellicht bij aan een open vragende houding.

5. *Formuleer voornemens, zoek eventueel extra informatie, en voer ze uit.*

Voornemens naar aanleiding van slak in de klas
Ik vind vragen stellen door leerlingen heel belangrijk maar heb gemerkt dat bij veel onderwerpen leerlingen niet veel vragen kunnen bedenken. Ik ben dus op zoek naar een manier die leerlingen helpt bij

het formuleren van vragen. Een mogelijk antwoord biedt wellicht het idee sleutelvragen in dit artikel. Door sleutelvragen aan te bieden kunnen leerlingen gemakkelijker zelf vragen gaan stellen. Ik wil nu voor het onderwerp skelet leerlingen van de havo brugklas enkele van dergelijke vraagtypen aanbieden om hen zo te stimuleren specifieke vragen over het skelet te formuleren voordat ze het boek gaan bestuderen.

Docenten die meer willen weten over het in dit artikel besproken denkgereedschap kunnen voor €10 een boekje (150 blz.) bij mij bestellen (fjansen@iclon.leidenuniv.nl onder vermelding van denkgereedschap). In dit boekje wordt het denkgereedschap en zijn vele toepassingsmogelijkheden voor diverse onderwijstypen uitvoeriger besproken, met achtergronden en veel voorbeelden en praktische suggesties. 

FRED JANSSEN IS MEDEWERKER VAN NICHE EN HET ICLON, UNIVERSITEIT LEIDEN

Noot

- 1 Het denkgereedschap dat in dit artikel wordt gepresenteerd heb ik samen met Agnes Jacobs-Schepers ontwikkeld. Ik wil haar hiervoor hartelijk danken.