



TECHNISCHE GELETTERDHEID VOOR IEDEREEN

Standaarden & referentiepunten

Eindrapport van Techniek op school voor de 21ste eeuw



Een project van de Vlaamse overheid
Departement Onderwijs & Vorming
Departement Economie Wetenschap & Innovatie
Augustus 2008

Standaarden & referentiepunten

TECHNISCHE GELETTERDHEID VOOR IEDEREEN

Eindrapport van Techniek op school voor de 21^{ste} eeuw
Een project van de Vlaamse overheid, augustus 2008

1	Het project TOS21 Techniek op school voor de 21 ^{ste} eeuw	5
1.1	Situering en opdracht	5
1.2	Uitgangspunten TOS21	8
1.2.1	Techniek of technologie.....	8
1.2.2	Definitie van techniek	9
1.3	Basisprincipes van TOS21	9
1.3.1	Techniek behoort tot de noodzakelijke vorming van iedereen.....	9
1.3.2	Techniek draagt bij tot de totale persoonlijkheidsontwikkeling	9
1.3.3	Techniek bevordert creatief denken en handelen	10
1.3.4	Gebruikersperspectief van techniek.....	11
1.3.5	Eigenheid van techniek	11
1.3.6	TOS21 plaatst technische geletterdheid centraal.....	12
1.4	Werkwijze.....	13
1.4.1	Ontwikkelen (september 2004 – oktober 2007)	13
1.4.2	Consulteren (november 2007 – december 2007).....	14
1.4.3	Experimenteren (januari 2008 – mei 2008).....	15
1.4.4	Concluderen (juni 2008 – augustus 2008)	15
2	Een kader voor technische geletterdheid	16
2.1	Wat is techniek? – Kerncomponenten van techniek	17
2.2	Wat is techniek leren? – Dimensies van techniek leren	22
2.3	Standaarden	26
2.4	Kader voor technische geletterdheid	29
3	Het kader in de praktijk	38
3.1	Het kader concretiseren	38
3.1.1	Ervaringsdomeinen als hulpmiddel	38
3.1.2	Omgaan met ervaringsdomeinen	38
3.1.3	Voorbeelden	40
3.2	Het kader toetsen in de klas	47
3.2.1	Experimenteerfase in het basisonderwijs.....	50
3.2.2	Experimenteerfase in het secundair onderwijs	59
3.2.3	Besluit van de experimenteerfase.....	67
4	Conclusies en aanbevelingen	71
4.1	Conclusies	71
4.2	Aanbevelingen	72
5	Bijlagen	74

Woord vooraf

Het aanwakkeren van de creatieve geest en de zin voor ondernemen gebeurt het best al van jongs af aan. De eerste impressies die een kleuter opdoet bij de eerste stapjes in de kleuterschool zijn uitermate belangrijk. De kleuter omringen met duiding van alledaagse handelingen stimuleert zijn creativiteit en dit is een basisvaardigheid voor het innovatief denken.

Het project Techniek op School voor de 21^{ste} eeuw (TOS21), één van de projecten uit het actieplan wetenschapscommunicatie, heeft daarom als doel het ontwikkelen van een leerlijn van 2.5 tot 18 jaar waarbij aan de betrokken leeftijd aangepaste didactische materialen en methodes worden aangeboden, die de brede vorming rond wetenschap en techniek ondersteunen.

Het is trouwens van belang om onze schoolgaande jeugd niet enkel gedurende de volledige schoolcarrière te sensibiliseren voor het belang van wetenschappen en techniek, maar deze interesse ook in hun vrije tijd te stimuleren, wil men uiteindelijk een verhoogde instroom van jongeren voor wetenschappelijke richtingen en ingenieursopleidingen bekomen.

De structurele partners van het actieplan wetenschapscommunicatie komen hieraan tegemoet. Zij benaderen schoolgaande jeugd, hun ouders en familie, leraars en leerkrachten zowel in hun vrije tijd als tijdens de schooluren.

Uit een Agoria-studie van 2007 blijkt immers dat ondanks het feit dat techniek/technologie alomtegenwoordig is in de leefwereld van de jongeren dit niet wil zeggen dat zij ervan dromen om zelf een technologische of technische vernieuwing te realiseren. Ook toont deze studie aan dat bij de keuze voor een bepaalde studierichting de jongere reeds bijzonder jobgericht denkt en vooral op zoek is naar een job die aansluit bij zijn of haar interesses.

Het is dus niet alleen van belang dat we de jongeren bewust maken van de wetenschap en de techniek in onze dagelijkse en onmisbare gebruiksvoorwerpen, maar dat ook de link wordt gelegd tussen wetenschappelijke expertise en de waaier aan beroepsmogelijkheden die hieruit voortvloeien.

Het project TOS21 heeft de basis gelegd voor een leerlijn wetenschap en techniek.

De volgende fase die minstens even intensief zal zijn voor alle betrokkenen, zal bestaan uit de implementatie van de aanbevelingen van dit rapport. Het uiteindelijke doel is het realiseren en in stand houden van een innoverende maatschappij en economie.

Vlaams minister van Economie, Ondernemen, Wetenschap, Innovatie en Buitenlandse Handel

Patricia Ceysens

Techniek is een deel van ons leven.

In toenemende mate worden we geholpen door technologie: de laptop waarop ik dit woord vooraf typ, de fiets waarop ik in het weekend ga fietsen ter ontspanning, de gsm waarmee we zo vaak bellen en spelen, de keukenapparaten die we zonder meer vanzelfsprekend vinden. Wat zo evident is, moet dan toch in het curriculum van iedere leerling aan bod komen?

Tot vandaag is dat toch maar in beperkte mate het geval. Het gesprek over de inpassing van deze vormingscomponent in het leerplichtcurriculum wil ik graag voeren. Vorig schooljaar bezochten we een klas vol kleuters die speels een tuinhuis van elektriciteit en andere technische uitrusting voorzagen. En waarom ook niet?

Een paar jaar geleden gaven we het project TOS21, Techniek op School voor de 21ste eeuw, de opdracht een leerlijn uit te tekenen rond techniek. Wat kan aan bod komen, van in de kleuterklas tot de hogere jaren van het secundair? Dat was geen sinecure: techniek en technologie heb je in zoveel maatschappelijke domeinen. Probeer maar eens een heldere definitie te geven aan de begrippen. Het is niet mogelijk om eenduidig aan te geven waar je begint, hoe je verder gaat en waar je uitkomen wil. De collega's die TOS21 begeleidden, werkten daarom eerst een kader voor technische geletterdheid uit, waarbinnen leerdoelen een plaats kunnen krijgen. En ook de leerlijn zelf kwam er.

TOS21 is een project dat zijn doelstellingen realiseerde: proficiat daarvoor! TOS21 deed meer: in een aantal scholen ging men na of het uitgewerkte kader en de leerlijn toelieten op een wervende en vormende wijze aan techniekonderwijs te doen: begrijpen we hoe iets werkt, hebben we er een mening over, kunnen we de techniek/technologie hanteren?

Nu we aan nieuwe eindtermen werken voor Techniek (basisonderwijs en 1ste graad secundair onderwijs) konden de collega's van de Entiteit Curriculum al dankbaar gebruik maken van de realisaties van TOS21. Hun voorstellen liggen nu ter advisering in de Vlaamse onderwijsraad voor. Wellicht is er veel meer mogelijk met het geleverde werk: laten we eraan werken om – gebruik makend van deze publicatie – de discussie over de terechte plaats van techniek in het curriculum tot het einde te voeren.

Laat me toe de medewerkers van TOS21, en hun voorzitter, Gaston Moens, alvast voluit te danken voor het geleverde werk.

Vlaams minister voor Werk, Onderwijs en Vorming

Frank Vandenbroucke

1 Het project TOS21 – Techniek op school voor de 21^{ste} eeuw

1.1 Situering en opdracht

de belangrijke rol van techniek in de samenleving

Sinds enkele decennia heeft Vlaanderen zich geprofileerd als één van de welvarendste regio's van Europa. Techniek en technische innovatie hebben hierbij ongetwijfeld in belangrijke mate toe bijgedragen. Een blijvende investering in technische en wetenschappelijke innovatie is noodzakelijk om deze positie te blijven behouden.

Techniek is echter niet alleen een belangrijke motor voor de economie; zij speelt ook een grote rol in ons dagelijkse leven. Hoe we ons werk organiseren, welk werk we doen, hoe we onze vrije tijd doorbrengen, maar ook onze mening over wat we voor onszelf belangrijk en minder belangrijk vinden, wordt voor een deel door techniek en technische ontwikkelingen bepaald.

geringe belangstelling voor techniek

Het grote belang van techniek, zowel in de persoonlijke, de maatschappelijke als in de economische sfeer wordt echter, althans in westerse samenlevingen, niet helemaal weerspiegeld in de belangstelling ervoor. Techniek als component van de vorming voor iedereen wordt in ons onderwijs nog altijd onvoldoende gewaardeerd in vergelijking met bv. wiskunde, wetenschappen of talen. Technische opleidingen en beroepen kampen met een afkalvende of stagnerende instroom, vooral van meisjes (*Vlaamse Raad voor Wetenschapsbeleid*¹, 2008). In tal van enquêtes bij ons en elders geven jongeren aan niet bijzonder geïnteresseerd te zijn in techniek (*Wetenschap maakt knap*, 2006²; *Agoria*, 2007³). Iedereen consumeert techniek maar slechts een gering aantal kan of wil de techniek ontdekken in dagdagelijkse gebruiksvoorwerpen, zoals de mobiele telefoon, de wasmachine of de soep in blik.

In onze samenleving lijkt techniek te zijn opgesloten in een zwarte doos met een wellicht nuttige en noodzakelijke, maar toch ook mysterieuze en onbegrepen inhoud: techniek is dan niet de zaak van iedereen, maar enkel van technici. Vanuit zulk een houding hoeft het niet te verwonderen dat het maatschappelijk draagvlak voor techniek niet bijzonder groot is.

Sinds geruime tijd worden er in Vlaanderen en in alle westerse landen door de overheid, het bedrijfsleven, universiteiten, hogescholen, private personen en instellingen initiatieven genomen om techniek voor de (jonge) burger toegankelijker te maken, om een technische alfabetisering op gang te brengen en alzo het maatschappelijk draagvlak voor techniek te vergroten.

¹ Vlaamse Raad voor Wetenschapsbeleid – www.vrwb.be – Advies – Onderwijs: kiem voor onderzoek en innovatie

² Economie Wetenschap & Innovatie – www.ewi-vlaanderen.be – Rapport jongerenbevraging – Wetenschap maakt knap

³ Agoria Vlaanderen – www.agoria.be – De visie van jongeren op technologie, industrie & werk

Natuurlijk spelen ook economische motieven, maar toch beogen deze initiatieven vooral te leren leven op een authentieke wijze in een wereld waar techniek een belangrijke plaats inneemt.

Alhoewel verschillende van deze eerste stappen lokaal en tijdelijk tot zeer goede resultaten hebben geleid, toch stelt men vast dat zij op macroschaal niet tot een doorbraak of tot een positieve attitudeverandering tegenover techniek hebben geleid.

Het effect van projecten, gericht op popularisering van techniek, blijkt vlug te verdampen. De invoering van een algemeen vak *technologische opvoeding* in de eerste graad van het secundair onderwijs, nu al meer dan 30 jaar geleden, de introductie van de vakoverschrijdende eindtermen techniek in het algemeen secundair onderwijs, alsook het inbrengen van een technische component in het leergebied *wereldoriëntatie* in het basisonderwijs, hebben techniek niet echt een rechtmatige plaats in ons onderwijs verschaft. In het secundair onderwijs vinden jongeren technologische opvoeding saai en oninteressant, alhoewel zij meer dan ooit fervente techniekgebruikers zijn.

Deze vaststellingen, die trouwens op vergelijkbare wijze ook gelden voor natuurwetenschappen, kunnen gemakkelijk tot haast alle westerse landen worden veralgemeend, reden trouwens waarom de lidstaten van de Europese Unie zich ertoe hebben verbonden om de belangstelling voor techniek (en wetenschap) krachtig aan te zwengelen (*Lissabon, 2000*⁴).

De eerder geringe belangstelling van jongeren voor techniek binnen een schoolcontext lijkt in een technisch beheerste wereld paradoxaal. De oorzaken van deze paradox zijn complex en nog weinig in hun samenhang onderzocht. Een kort vergelijkend onderzoek naar de waardering voor techniek in een aantal naburige landen brengt aan het licht dat men overal worstelt met een heldere en breed gedragen beeldvorming over techniek als vormingscomponent voor iedereen, alsook hoe hieruit een samenhangend en eigentijds curriculum kan worden opgebouwd.

Er zijn daarentegen vele vaak divergente visies en daarop gesteunde curricula in omloop waardoor het moeilijk wordt techniek, naast de andere traditioneel verankerde vormingscomponenten zoals bijvoorbeeld wiskunde of wetenschappen, een stevige basis en onbetwiste plaats in het onderwijsaanbod te geven. Educatieve en populariserende projecten ter bevordering van de belangstelling voor techniek missen door een gebrek aan een dergelijke breed gedragen visie en richtinggevende ankerpunten heel vaak de slagkracht, zowel in hun bereik als in hun doorwerking.

In een boutade uitgedrukt: 'techniek voor iedereen' komt niet van de grond, omdat iedereen anders denkt over wat techniek voor iedereen en techniekonderwijs moeten inhouden.

⁴ <http://ec.europa.eu/education> - The Lisbon Strategy

Uiteraard zijn er nog andere oorzaken aan te geven voor deze schijnbare tegenspraak: de perceptie van techniek en de invulling ervan bekeken enkel als belangrijk voor (toekomstige) professionele technici; de niet altijd adequate opleiding van leerkrachten; de soms gebrekkige infrastructuur in scholen. Ze spelen allen een rol.

Tot op een zekere hoogte zijn dit echter afgeleiden van het prangend gebrek aan een gemeenschappelijke visie over het hoe en het waarom van 'techniek voor iedereen'.

het Vlaamse beleid neemt initiatief

Als gevolg van de hierboven geschetste problematiek lanceert de overheid het project *Techniek op school voor de 21^{ste} eeuw* (TOS21). TOS21 krijgt van de Vlaamse Regering de opdracht om één van haar beleidsprioriteiten, nl. het verhogen van de belangstelling voor techniek, te realiseren. De beleidsdomeinen *Economie, Wetenschap en Innovatie* enerzijds, *Werk, Onderwijs en Vorming* anderzijds investeren gezamenlijk in dit project. Er wordt verwacht dat TOS21 essentiële bouwstenen aanreikt voor een instrumentarium waarmee men projecten inzake techniekpopularisering beter kan afstemmen op heldere en concrete doelstellingen. Men hoopt hiermee de elementen aan te dragen die richting geven aan de ontwikkeling van een kwalitatieve en performante technische vormingscomponent in het onderwijs, waarrond een brede consensus kan groeien.

TOS21 bouwt verder op eerder genomen initiatieven van beide departementen, in het bijzonder op TOBO (Technologische Opvoeding in het Basisonderwijs) en TOSO (Technologische Opvoeding in het Secundair Onderwijs), maar richt zich, in tegenstelling tot deze beide netwerken, tot het zgn. intermediaire niveau van eindtermen- en leerplanontwikkelaars, pedagogische begeleidingsdiensten en projectontwikkelaars in het kader van techniekpopularisering en -educatie.

opdracht in synergie met andere actoren

Meer concreet is de opdracht van TOS21, zoals vastgelegd in het protocolakkoord:

- 1 het ontwikkelen van een visie op 'techniek voor iedereen' en daarover een brede consensus realiseren;
- 2 een concept aanleveren voor het ontwikkelen van ontwikkelingsdoelen en eindtermen;
- 3 essentiële bouwstenen aanleveren voor een degelijke curriculumontwikkeling voor kinderen en jongeren van 2,5 tot 18 jaar;
- 4 een goed evenwicht vinden tussen sturing vanuit de visie en de bouwstenen aangebracht door TOS21 enerzijds en stimulering van het creatief en innovatief omgaan met techniek op school door de andere actoren anderzijds;
- 5 criteria ontwikkelen voor het stimuleren van projecten m.b.t. de popularisering van techniek.

TOS21 ontwikkelt een kader voor het leren van techniek, gebaseerd op een grondige analyse van het domein, dat rekening houdt met de ontwikkeling van jongeren en techniek in een breed perspectief plaatst.

Dit kader is generiek, wat betekent dat het toelaat aspecten van de wereld van techniek op verschillende wijzen te ontsluiten voor onderwijs en vorming.

Op deze wijze geeft het kader vorm aan techniek op school voor iedereen en laat het tegelijkertijd ruimte en inspiratie voor alle andere betrokken actoren om vanuit hun specifieke verantwoordelijkheden het kader in te vullen.

Dit betekent dat:

- het beleid het concept aanlevert voor het ontwikkelen van ontwikkelingsdoelen en eindtermen;
- de inrichtende machten leerplannen ontwikkelen;
- de pedagogische begeleiding nascholing en implementatie van het in de leerplannen uitgewerkt basisconcept ondersteunt;
- de onderwijsinspectie initiatieven i.v.m. techniek en wetenschap stimuleert en controleert;
- de lerarenopleiders techniek in de opleiding integreren;
- nascholingsinstanties gerichte nascholing aanbieden;
- andere actoren leermiddelen en projecten ontwikkelen en leren hoe deze in het onderwijsveld te gebruiken;
- leraren en hun scholen lesactiviteiten en projecten opzetten die de doelstellingen voor techniek helpen realiseren.

1.2 Uitgangspunten TOS21

1.2.1 Techniek of technologie

TOS21 kiest voor *techniek*

Tot op vandaag worden discussies gevoerd over het correcte gebruik en vooral over het onderscheid tussen de begrippen 'techniek' en 'technologie'.

Nog altijd blijkt het moeilijk een keuze te maken. Men heeft het dan bv. over het 'technisch-technologische domein', hiermee suggererend dat – hoe subtiel ook – er tussen beide toch een belangrijk verschil zou bestaan.

TOS21 kiest voor de interpretatie van de uit ons taalgebied afkomstige techniekfilosoof, Hans Achterhuis⁵ en gebruikt consequent de termen 'techniek' en 'technisch'.

Het is o.i. verkeerd om het in brede kringen nog steeds aanwezige vooroordeel tegenover techniek te bestendigen door twee termen te gebruiken waarvan de ene (techniek) eerder naar het manuele niveau, de andere (technologie) eerder naar het cerebrale niveau verwijst. Volgens Achterhuis verwijst men met het begrip 'technologie' eerder naar een toepassing van wetenschappelijke kennis (om praktische problemen op te lossen), terwijl het begrip 'techniek' in meer algemene, generieke zin wordt gebruikt.

Techniek moet hier dus worden gezien als een algemene term en niet in enge zin worden gereduceerd tot een methode of handelwijze (bv. lastechniek, stemtechniek, zeiltechniek, ...)

⁵ Achterhuis, Hans, De maat van techniek, Zes filosofen over techniek, AMBO/BAARN, 1992, p. 24

1.2.2 Definitie van techniek

In de literatuur wordt techniek gedefinieerd als:

“het geheel van ingrepen waarmee de mens zijn omgeving probeert te beheersen en te veranderen.”⁶

Techniek houdt niet enkel het bewerken van materie of het omgaan met gereedschap in. Techniek is meer dan het enge gestructureerd handelen alleen. Techniek moet ook worden begrepen en doorgrond. Techniek is verder ook een maatschappelijk verschijnsel en deel van de cultuur. Techniek behelst naast denken en handelen ook het (maatschappelijk) reflecteren erover.

Vanuit het standpunt van de techniekgebruiker kan techniek worden omschreven:

“als het geheel van technische realisaties die door mensen worden gemaakt of gebruikt om aan een materiële behoefte te voldoen”.

Een technische realisatie is een object dat door technisch handelen van mensen tot stand komt.

1.3 Basisprincipes van TOS21

1.3.1 Techniek behoort tot de noodzakelijke vorming van iedereen

techniek als vormingscomponent

Techniek neemt in onze samenleving een vooraanstaande plaats in en is noodzakelijk om maatschappelijk te kunnen functioneren en een persoonlijk leven uit te kunnen bouwen. Daarom moet techniek behoren tot de noodzakelijke vorming van iedereen.

1.3.2 Techniek draagt bij tot de totale persoonlijkheidsontwikkeling

harmonische ontplooiing

Een competente en verantwoordelijke techniekgebruiker dient voldoende zelfvertrouwen te ontwikkelen om deel te nemen aan een maatschappij waarin techniek een prominente rol speelt. De lerende moet daartoe competenties ontwikkelen in het dynamisch-affectieve, het cognitieve, het psychomotorische, het sociale en het metacognitieve vlak.

De lerende moet immers willen en durven een technisch probleem aan te pakken, moet in staat zijn voor een technisch probleem een oplossing te zoeken of weten hoe verantwoord en veilig met technische realisaties kan worden omgesprongen. De lerende moet zich bekwalen in vaardigheden die voor technisch denken en handelen of het bestuderen van techniek nodig zijn.

⁶ Moens, Gaston, Techniek voor iedereen – Grondslagen voor een transparant vak technologische opvoeding, DVO-studies en documenten, 1998, p.15

techniek als middel om
algemene competenties
te bereiken

Bij het omgaan met techniek, levert techniek leren een bijdrage om beter te leren samenwerken en te communiceren.

De lerenden ontwikkelen in concrete situaties exploratie- en onderzoeks-, alsook probleemoplossende vaardigheden. Hierdoor zullen ze in levensnabije situaties zelf- en doelbewuster durven omgaan met techniek. Tijdens het techniek leren krijgen taal- en rekenvaardigheden binnen de andere leer- en vakgebieden een unieke transfermogelijkheid. Techniek leren geeft het onderwijs nog meer werkelijkheidswaarde.

Naarmate de lerenden ouder worden verschuift het accent in de basisvorming naar competenties, die voor een verdere doorstroming in het onderwijs, het beroepsleven en het maatschappelijke leven belangrijk zijn. Deze beogen o.a. samenwerkingsstrategieën, communicatieve vaardigheden, creatief denken, probleemanalyse, zelfstandig leren, keuzebekwaamheid, omgaan met verschillende talen en culturen.

1.3.3 Techniek bevordert creatief denken en handelen

succeservaringen

De kracht van een dynamische techniekactiviteit schept ruimere mogelijkheden en zet aan om zelf initiatief te nemen en gemotiveerd te zoeken naar succesvolle oplossingen. De leerlingen kunnen zich al eens op een andere manier profileren wat bijdraagt tot een positief zelfbeeld.

Zo'n activiteit biedt kansen om samen te zoeken naar een creatieve oplossing voor een technisch probleem dat aansluit bij de leefwereld van jongeren. De leerlingen kunnen zelfstandig werken en multidisciplinair handelen in (multiculturele) groepen. Ze kunnen informatie verwerken op een eigentijdse manier en deze aan de groep communiceren, eventueel in een andere taal.

probleemoplossende vaardigheden

In techniekonderwijs zijn creatief denkvermogen en probleemoplossende vaardigheden zeer belangrijk, omdat leerlingen al manipulerend en ongeremd binnen een veilige leeromgeving op experimentele wijze kunnen onderzoeken welke oorzaken aan de basis liggen van technische problemen en mogelijke oplossingen kunnen voorstellen en uitproberen.

Technische realisaties waarnemen, exploreren van de werking en bediening ervan en ermee experimenteren of technische problemen analyseren i.f.v. een te bereiken doel, reflecteren en besluiten op welke wijze een voorkomend probleem kan worden opgelost of wetmatigheden in technische verschijnselen ontdekken, ... zijn fundamentele bouwstenen om een competente en verantwoordelijke techniekgebruiker te worden.

1.3.4 Gebruikersperspectief van techniek

TOS21 omschrijft techniek vanuit het standpunt van de techniekgebruiker en niet vanuit het oogpunt van de professionele technicus. TOS21 geeft invulling aan wat een competente en verantwoordelijke techniekgebruiker is, wat hij moet kennen en kunnen. TOS21 zal m.a.w. aangeven wat het voor een techniekgebruiker betekent technische realisaties te begrijpen, te gebruiken en te weten wat ze voor hem en voor de samenleving betekenen.

1.3.5 Eigenheid van techniek

techniek is meer dan toegepaste wetenschap

De relatie tussen techniek en (natuur)wetenschappen is onverbreekbaar en complex. Wetenschappers onderzoeken de fysische wereld en ontwikkelen een rationeel verklaringsmodel. Ingenieurs of productontwikkelaars beschrijven een wenselijke wereld en ontwikkelen technische realisaties die aan noden en behoeften van de mens tegemoetkomen.

Natuurwetenschappelijke onderzoeksactiviteiten richten zich hoofdzakelijk op: waarnemen, verklaren, definiëren, beschrijven, veralgemenen, besluiten.

Techniekactiviteiten focussen eerder op: ontwerpen, realiseren, controleren, herstellen, installeren, gebruiken, evalueren.

Sinds de 19^{de} eeuw doet techniek steeds uitdrukkelijker een beroep op natuurwetenschappelijke kennis. Sommigen beschouwen techniek daarom als toegepaste natuurwetenschap, heel vaak zelfs als toegepaste fysica. Een dergelijke opvatting doet geen recht aan het specifiek karakter van techniek. Techniek ontleent deze eigenheid immers aan de aard van haar probleemstellingen, oplossingsmethoden en beoordelingscriteria. Zij bakent hierdoor een eigen handelingsterrein af daar zij beroep doet op typische werkvormen met een constructieve interactie tussen denken en handelen.

Met het kader dat een heldere afbakening van het domein beoogt, wenst TOS21 deze eigenheid, waarmee techniek zich van natuurwetenschappen onderscheidt, expliciet in kaart te brengen. Het kader beschrijft a.h.w. wat aan natuurwetenschappen moet worden toegevoegd om tot techniek te komen. Het kader geeft aan wat in algemene zin voor alle realisaties van techniek geldt en vooronderstelt (of maakt abstractie van) de natuurwetenschappelijke principes, eigenschappen of wetmatigheden, die eraan ten grondslag liggen. Uiteraard moet voor het leren van techniek de band met natuurwetenschappen wel worden gelegd.

Een zaklamp bestuderen of gebruiksklaar maken, is meer dan een elektrische stroomkring bestuderen of sluiten.

De werking van een verbrandingsmotor bestuderen, houdt meer in dan enkel de algemene gaswet kunnen toepassen.

1.3.6 TOS21 plaatst technische geletterdheid centraal

In de literatuur wordt techniek vaak bij natuurwetenschappen gerekend, waardoor technische geletterdheid niet afzonderlijk wordt beschreven.

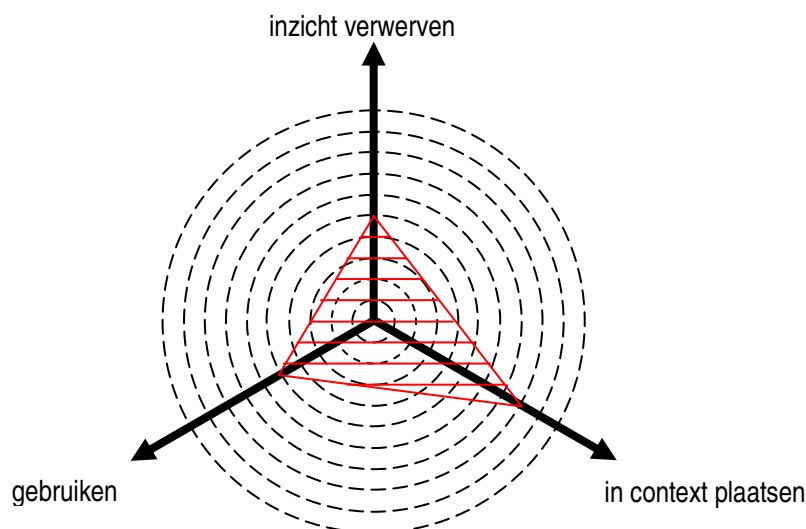
Beschrijvingen die men wel terugvindt, zijn niet altijd helder en concreet genoeg geëxpliciteerd voor onderwijs.

TOS21 beschrijft technische geletterdheid operationeel en gescheiden van wetenschappelijke geletterdheid.

Volgens TOS21 moet een technisch geletterde beschikken over de competentie of bekwaamheid om inzicht te verwerven in de werking en het gebruik van technische realisaties en in staat zijn techniek in een bredere (maatschappelijke) context te plaatsen.

samenhang

Onderstaande figuur illustreert dat iedere technisch geletterde een unieke combinatie bezit van inzicht verwerven in techniek, techniek gebruiken en techniek in bredere context plaatsen. Deze verandert dan in de loop van de tijd door onderwijs- en levenservaring. Technische geletterdheid betekent echter niet dat iedere burger op elk van deze aspecten hetzelfde beheersingsniveau aan competenties moet hebben verworven. Naargelang van eigen talenten en belangstelling kan een aspect meer of minder nadruk krijgen.



Figuur 1 Technische geletterdheid als variabele combinatie van drie aspecten

noodzaak van technische geletterdheid

Technische geletterdheid helpt technische realisaties functioneler te beoordelen en te gebruiken. Zij zal ook toelaten meer gefundeerde beslissingen te nemen bij het kiezen van geschikte technische realisaties.

Technische geletterdheid is dus belangrijk voor allen, ook voor hen die geen technische loopbaan beogen, daar techniek een zeer belangrijke factor is in onze economie.

Bijvoorbeeld:

- *welke zijn belangrijke criteria om uit het aanbod elektronische toestellen en computers de juiste keuze te maken?*
- *moet genetisch gemanipuleerd voedsel worden geweerd?*
- *is het verantwoord wegwerpluiers te gebruiken?*
- *koop ik een wagen die op zonne-energie of op waterstof rijdt?*

Ook op sociaal vlak zal technische geletterdheid de mensen helpen om verantwoorde keuzes te maken.

In de 21^{ste} eeuw zal de mens dank zij technisch vernuft almaar meer mogelijkheden ontdekken. Dit confronteert hem met steeds moeilijkere beslissingen.

Bijvoorbeeld:

- *moet er een limiet worden gesteld aan de immense informatiestroom?*
- *wat als door genetische manipulatie nieuwe voor de volksgezondheid gevaarlijke producten ontstaan?*

In een democratische samenleving moet de burger hierover mee kunnen beslissen. Dit kan echter maar op een gefundeerde wijze als de burger voldoende technisch geletterd is om zich een mening te vormen. Op deze wijze draagt de technische geletterdheid bij aan het democratisch gehalte van de samenleving.

1.4 Werkwijze

1.4.1 Ontwikkelen (september 2004 – oktober 2007)

literatuurstudie I.T.E.A.

Midden de jaren negentig werd door the International Technology Education Association (ITEA) het Technology For All Americans Project (TFAA) opgestart.

Dit leidde in 2000 tot het publiceren van standards en benchmarks (referentiepunten) die werden besproken en onderschreven door zeer veel experts binnen en buiten onderwijs⁷. Dit ITEA-document was een belangrijke inspiratiebron voor TOS21.

eerste concretisering als verkenning

Als eerste oefening trachtte TOS21 op basis van deze studie techniek in het ervaringsgebied 'energie' in kaart te brengen. Energie werd hierbij verengd tot 'elektrische energie' omdat het een toegangspoort is tot andere energievormen en veel toepassingsgebieden kent.

⁷ I.T.E.A., International Technology Education Association, Standards of Technological Literacy, Content for the study of technology, ITEA-publishing company, 2000.

Na overleg met de intussen nieuw samengestelde stuurgroep werd deze werkwijze niet behouden, omdat ze te concreet was en bovendien slechts toegepast op één ervaringsdomein. Daarenboven waren de inhouden zo concreet dat ze als leerplandoelen konden worden geïnterpreteerd. TOS21 kreeg de opdracht op meer algemene aspecten van techniek en van techniek leren te focussen.

kiezen voor een generiek kader

Een analyse van techniek leidde tot vijf gemeenschappelijke kenmerken, die kerncomponenten worden genoemd (systemen, processen, normen en criteria, hulpmiddelen, optimalisatie en keuzes). De analyse van techniek leren met het oog op het verwerven van technische geletterdheid resulteerde in drie elkaar aanvullende aspecten (inzicht verwerven of begrijpen, gebruiken of hanteren, in context plaatsen of duiden), die dimensies worden genoemd.

Vervolgens werden de 288 benchmarks uit de ITEA-studie volgens kerncomponent en dimensie gerangschikt en over 4 leeftijdsniveaus verdeeld. Na verder onderzoek ontstonden op deze wijze 160 referentiepunten voor techniek leren. Elk referentiepunt geeft voor elke kerncomponent per dimensie aan waar binnen een bepaald leeftijdsniveau best aan wordt gewerkt. De referentiepunten werden per kerncomponent en dimensie geschakeld in een leerlijn, verdeeld over 4 leeftijdsniveaus. Er ontstonden zo 40 leerlijnen die telkens door een standaard werden overkoepeld. Samen genomen beschrijven de 40 standaarden technische geletterdheid.

De referentiepunten en standaarden vormen samen het kader voor technische geletterdheid. Dit kader is generiek in deze zin dat het los van concrete technische toepassingen of realisaties is geformuleerd en voor elk van hen geldt.

Samen met het kader werd in oktober 2007 een lexicon met een verheldering van de belangrijkste begrippen aan de conceptgroepen voorgelegd.

1.4.2 Consulteren (november 2007 – december 2007)

raadplegen van conceptgroepen

Afzonderlijke conceptgroepen voor basis- en secundair onderwijs onderzochten standaarden en referentiepunten op hun geschiktheid om technische geletterdheid te beschrijven en geleidelijk vanaf jonge leeftijd op te bouwen.

De conceptgroepen waren samengesteld uit vertegenwoordigers van de verschillende lerarenopleidingen, de pedagogische begeleidingsdiensten en experts uit wetenschappen en techniek.

geadviseerde bijsturing	Na deze consultatie werden 4 kerncomponenten (technische systemen, technisch proces, hulpmiddelen en keuzes) behouden. De 3 dimensies van techniek leren (begrijpen, hanteren, duiden) bleven ongewijzigd. Rond deze kerncomponenten en dimensies werden 19 standaarden geformuleerd uitgesplitst over 65 referentiepunten (zie hoofdstuk 2).
-------------------------	---

1.4.3 Experimenteren (januari 2008 – mei 2008)

inzetten van experimenterscholen	<p>Vanaf half januari tot mei 2008 werden de referentiepunten in experimenterscholen uitgetest en getoetst op hun werk- en haalbaarheid op klasniveau. De pedagogische begeleidingsdiensten selecteerden voor basis- en secundair onderwijs telkens 12 experimenterscholen, evenwichtig verdeeld over vrij en officieel onderwijs.</p> <p>Tevens werden deze referentiepunten door de Entiteit Curriculum als uitgangspunten gebruikt bij het schrijven van de ontwikkelingsdoelen en eindtermen voor techniek.</p>
aanbod van lesmateriaal	<p>Scholen konden experimenteren met eigen materiaal of met educatieve pakketten (EWI-projecten) die in het kader van het actieplan wetenschapsinformatie en innovatie werden ontwikkeld.</p> <p>De geselecteerde educatieve pakketten waren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wardje & Oortjes gespitst, Roger v Overstraeten Society ▪ Sluit de Stroomkring, Roger van Overstraeten Society ▪ Chip!Chip!Chip! Hoera, Roger van Overstraeten Society ▪ Ingenieur vanaf 13, Roger van Overstraeten Society ▪ IT's ALIVE, Roger van Overstraeten Society ▪ GPS, Stimulus, Vrije Universiteit Brussel ▪ GSM, Stimulus, Vrije Universiteit Brussel ▪ Toleon, Arteveldehogeschool Gent ▪ Alimento, Arteveldehogeschool Gent ▪ Techno-Ki[d]ts, Hogeschool West-Vlaanderen <p>Het experiment werd begeleid door coaches, die werden aangewezen door de pedagogische begeleiding.</p>

1.4.4 Concluderen (juni 2008 – augustus 2008)

eindrapport	TOS21 redigeerde het eindrapport 'Technische geletterdheid voor iedereen', dat zal worden voorgesteld op een symposium te Brussel op 27 augustus 2008.
-------------	--

2 Een kader voor technische geletterdheid

nood aan scherpe analyse

TOS21 wil het diffuus denken over techniek en techniek leren kanaliseren tot een eenduidig concept op basis van literatuurstudie en na het inwinnen van expertise en dit concept communiceren aan alle betrokken actoren.

Deze analyse leidt tot een kader waarin de elementen van techniek en van het leren van techniek worden samengebracht. Elk onderdeel van het kader dient in deze analyse als evenwaardig te worden beschouwd, hoewel in de realiteit deze onderdelen in samenhang en met wisselend belang voorkomen.

terreinafbakening

Om technische geletterdheid bij iedereen na te streven, is het van belang om gelijkgericht aan dit streefdoel te werken, zowel binnen als buiten het onderwijs. Deze gelijkgerichtheid kan slechts worden bekomen als men eenduidig vastlegt wat wordt bedoeld met techniek en met het leren van techniek.

2 onderzoeksvragen

WAT IS TECHNIEK?
WAT IS TECHNIEK LEREN?

doel van het kader

Het kader verschaft inzicht in wat techniek is, welke de specifieke kenmerken ervan zijn en wat techniek onderscheidt van andere domeinen. Het kader kan worden aangewend om bestaande invullingen van techniek en techniekonderwijs te toetsen, maar ook om te heroriënteren en nieuwe bakens uit te zetten.

Het kader voor technische geletterdheid is bedoeld als een richtsnoer voor al degenen die initiatieven nemen om de technische geletterdheid te bevorderen. Doorheen hoofdstuk 2 wordt het kader progressief opgebouwd. Er wordt een antwoord gezocht op de 2 voormelde onderzoeksvragen. De bouwstenen voor technische geletterdheid worden beschreven en met voorbeelden geïllustreerd.

statuut van de voorbeelden

De voorbeelden zijn bedoeld om de kerncomponenten of dimensies te verduidelijken en niet om de technische realisatie in haar geheel te beschrijven. Bovendien is hierbij met niveauverschillen in technische geletterdheid rekening gehouden. De ene keer is het voorbeeld laagdrempelig en voor iedereen haalbaar; de andere keer wordt gekozen voor een voorbeeld van technische geletterdheid in een specifiekere technische context.

TOS21 maakt die keuze om duidelijk aan te tonen dat technische geletterdheid voor elk individu verschilt en dat iedereen ongeacht milieu of beroepsloopbaan daarin een eigen niveau kan bereiken (zie fig. 1).

2.1 Wat is techniek? – Kerncomponenten van techniek

introduc tie

Techniek is een abstract begrip en daarom moeilijk analytisch te vatten. Om de analyse te vergemakkelijken wordt 'techniek' bekeken vanuit de concrete verschijningsvorm ervan, nl. de 'technische realisaties'. Deze keuze herleidt 'techniek is alles wat door de mens is gemaakt' tot 'technische realisaties die door de mens zijn gemaakt'. De karakteristieke elementen van alle technische realisaties, worden als kerncomponenten van techniek bestempeld.

omschrijving van de kern- componenten van techniek

De kerncomponenten van techniek zijn de gemeenschappelijk voorkomende elementen die door ze samen te nemen, het mogelijk maken techniek te karakteriseren en te onderscheiden van andere vakdomeinen. Deze kerncomponenten zijn algemeen geldend en toepasbaar op elke technische realisatie⁸. Ze laten toe vanuit verschillende invalshoeken de technische realisatie te bekijken en te ontleden.

Voorbeeld van een technische realisatie

Een stappenteller is een technische realisatie die informatie verschaft aan de wandelaar over de gelopen afstand, de afgelegde tijd en het calorieverbruik.

De stappenteller bestaat uit een behuizing die aan een broeksriem kan worden gehecht, voorzien is van een registratiesysteem en een display waarop de informatie kan worden afgelezen en beschikt over een vervangbare voeding.

De stappenteller kwam tot stand door het toepassen van het technisch proces. Er werd nagegaan wat de stappenteller precies moest kunnen meten; er werden verschillende methodes bedacht om die informatie te registreren en weer te geven en de beste oplossing werd bekomen door het afwegen van keuzes m.b.t. de verantwoorde nauwkeurigheid, het gebruiksgemak, de economische waarde, ...

De stappenteller, die aan wettelijke normering is onderworpen, is op vooraf gestelde kwaliteitseisen uitgetest alvorens in productie te gaan. De gebruiker kiest een model volgens persoonlijke smaak, sportieve of gezondheidscriteria.

Met een technische realisatie als voorbeeld zoomen we apart in op elk van de 4 kerncomponenten: technisch systeem, technisch proces, hulpmiddelen en keuzes.

⁸ Vermits elke *technische realisatie* tevens een *technisch systeem* is, en omgekeerd, wordt in de omgangstaal tussen beide geen onderscheid gemaakt. Ten behoeve van de analyse was voor TOS21 dit onderscheid wel noodzakelijk. Eens de analyse gemaakt, is het onderscheid echter niet meer nuttig. Daarom zal TOS21 in dit document vanaf nu *technisch systeem* en *technische realisatie* als synoniemen gebruiken. Op deze wijze wordt de concordantie met ontwikkelingsdoelen en eindtermen bewaard. Uit de context zal blijken of met *technisch systeem* enkel het systeemaspect of alle aspecten van het technisch object worden bedoeld.

kerncomponent: technisch systeem

Een technisch systeem is een geheel van elkaar wederzijds beïnvloedende elementen en onderdelen die gericht zijn op het bereiken van (een) bepaald(e) doel(en).

Beschouwt men een technische realisatie als technisch systeem dan bekijkt men vooral de werking ervan.

Voorbeelden:

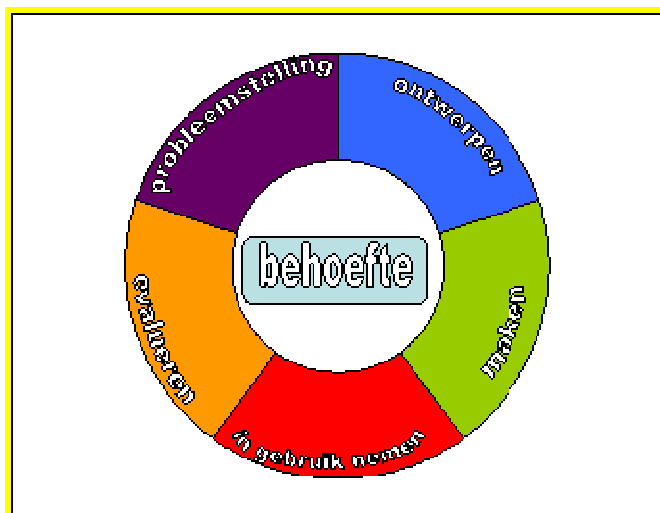
- *de fietsbel (als technisch systeem) beschrijven we als een aantal op elkaar afgestelde hefbomen, tandwielen en assen, een veer en een schel die door ze met spierkracht aan te drijven in werking worden gesteld en het belsignaal verwekken. Tijdens het bellen wordt een mechanische beweging omgezet in een rinkelend geluid;*
- *de zonneboiler (als technisch systeem) beschrijven we als een aantal op elkaar afgestelde onderdelen waaronder een zonnecollector, leidingen, een voorraadvat, de regelapparatuur en de naverwarming, die erop gericht zijn om sanitair warm water te bekomen. De zonneboiler zet zonnestraling om in warmte en slaat die warmte op in een voorraadvat. Geeft de zon onvoldoende warmte dan zorgt de naverwarming ervoor dat men altijd over voldoende warm water beschikt.*

kerncomponent: technisch proces

Kenmerkend voor techniek is het technisch proces.

Een technische realisatie komt tot stand na het doorlopen van het technisch proces, dat vertrekt vanuit een behoefte en verloopt volgens 5 stappen: 1. probleemstelling, 2. ontwerpen, 3. maken 4. in gebruik nemen en 5. evalueren.

Beschouwt men een technische realisatie vanuit het technisch proces dan bekijkt men vooral de weg van ontwerp naar de uiteindelijke verwezenlijking ervan.



Figuur 2 Het technisch proces

Een technische realisatie komt tot stand op basis van behoeften, wensen, verwachtingen en vragen van klanten. Er wordt omschreven waarvoor de technische realisatie moet dienen, rekening houdend met veiligheid, design, wetgeving, duurzaamheid, productiewijze. Schetsen, tekeningen, computermodellen, ... helpen de ideeën voor te stellen. Er wordt door onderzoekers en technici nagedacht over mogelijke oplossingswegen. Na overwegingen inzake vormgeving, materiaalkeuze, bewerkingen, ... maakt een tekenaar of ontwerper een ontwerp op computer (bv. Computer Aided Design) of eventueel een 3D-model. Vaak wordt er een prototype gemaakt. Dan volgt een evaluatie, waarna indien nodig de technische realisatie wordt aangepast. Daarna kan de technische realisatie in productie worden genomen.

Voorbeelden:

- *een suikerbrood is een technische realisatie die tot stand kwam nadat een technisch proces werd doorlopen. Er werd nagegaan hoe en waar in de bereidingswijze van het brood kon worden ingegrepen om een verbeterd en zoet smakend brood te bekomen; door te onderzoeken hoe de samenstelling kon worden gewijzigd en door aan het deeg een passend mengsel ingrediënten toe te voegen kon de gewenste smaak worden bekomen. Na het proeven en goedkeuren van de nieuwe broodsoort werd een recept ontwikkeld dat suikerbrood tot een consumptiegoed maakte.*
De positieve reacties en economische vraag van de consument, de arbeidsintensiteit die gepaard gaat met de grootschalige productie van deze broodsoort en het aanpassen van benodigde gereedschappen, zijn factoren die mee bepalen hoe een suikerbrood tot een consumptieproduct evolueert.
- *een schuifhor is een technische realisatie die toelaat om het vlechtwerk voor het vrije raam te schuiven en aldus de insecten uit de woonruimte te houden. Ze kwam tot stand nadat het technische proces werd doorlopen. Rekening houdend met het raam moest een universeel schuifstelsel worden ontwikkeld dat voor alle soorten ramen past. Een kunststoffen kader laat toe de hor aan de maten van het raam aan te passen. Voor het raam is de geleider aangebracht waarin de hor kan schuiven. Als later blijkt dat het glijden niet steeds zo gemakkelijk vlot, vervangt men de kunststoffen geleider door een aluminium geleider.*

kerncomponent: hulpmiddelen

De kerncomponent hulpmiddelen omvat alles wat nodig is om technische realisaties efficiënter te laten functioneren, te verwezenlijken en hun werking te doorgronden.

Beschouwt men een technische realisatie vanuit hulpmiddelen dan kijkt men naar de materiële of menselijke middelen die nodig zijn om ze te maken, te laten werken of te onderzoeken. Men houdt geen rekening met de eventuele systeemkenmerken ervan.

Voorbeelden:

- *een robot als een technische realisatie kan niet worden vervaardigd of functioneren zonder hulpmiddelen aan te wenden. Mensen hebben fysische en mentale arbeid verricht om hem te maken; de knowhow en de arbeid van deze mensen moet worden betaald; er is energie nodig geweest om hem vorm te geven en hem te doen bewegen; men heeft bewuste keuzes gemaakt inzake materialen en gereedschappen teneinde een nauwkeurige, duurzame en lichte constructie te bekomen, waardoor de robot zijn wendbaarheid vergroot; een combinatie van sensoren, chips en mechanische onderdelen helpen om de bewegingen van de robot te sturen en hem taken te laten uitvoeren.*
- *het gebruik in gebouwen van een infrarood camera als meetinstrument (hulpmiddel) laat toe het thermisch gedrag van een woning (technische realisatie) te achterhalen. Infrarood camera's detecteren problemen met isolatie en luchtdichtheid die warmteverlies en energieverspilling verwekken.*

kerncomponent: keuzes

De criteria waaraan technische realisaties moeten voldoen, zijn afhankelijk van keuzes. Die keuzes kunnen door de maatschappij of vanuit de technische realisatie zelf worden bepaald. Sommige keuzes leiden tot normen en sommige normen worden wet.

Beschouwt men een technische realisatie vanuit keuzes dan kijkt men naar de beslissingen die zijn genomen en afwegingen die zijn gebeurd om deze realisatie op deze wijze vorm te geven.

Voorbeeld

Een supertruck is het resultaat van het optimaliseren van de technische realisatie 'vrachtwagen'. Het bewust kiezen voor supertrucks is afhankelijk van keuzes die door de maatschappelijke vraag worden bepaald. Enerzijds is er de behoefte om het aantal vrachtwagens op de autosnelwegen te verminderen. Anderzijds vormen supertrucks een bedreiging op de weg omwille van het verhoogde risico op ongevallen. In deze afweging voorziet men de vrachtwagen van extra besturing op de achterwielen; krijgt hij meer draagkracht op de assen en wielen en wordt de truck zo omgebouwd dat de vrachtruimte optimaler kan worden benut. Het koetswerk en de laadruimtes worden van sensoren en camera's voorzien.

Stel dat er een proefproject komt voor de supertrucks, waarbij men zich de vraag stelt of deze reusachtige vrachtwagens van 25 meter lang en 60 ton zwaar de ideale oplossing voor het fileprobleem opleveren.

Er zullen keuzes moeten worden gemaakt op basis van economische, ecologische, ethische, sociale, politieke vragen.

Is het verantwoord dat zo'n grote zware vrachtwagens bij ons op de weg rijden?

*Zullen deze reuzenvrachtwagens wegens de langere remafstand niet voor meer ongevallen zorgen?
 Zal hun aantal niet aanzienlijk toenemen juist doordat ze goedkoper zijn?
 Zullen er niet meer fietsongevallen gebeuren doordat de dodenhoek groter is als bij een normale vrachtwagen?
 Zijn ze milieuvriendelijker (al verbruiken ze meer, toch vervangen ze 3 vrachtwagens) dan de gewone trucks?
 Zullen ze onze wegen niet sneller stuk rijden?
 Valt de keuze van bedrijven voor supertrucks, die goederen sneller ter plaatse krijgen, te verantwoorden louter vanuit economische motieven?*

samenhang van de kerncomponenten

Wat is techniek?			
KERNCOMPONENTEN VAN TECHNIEK			
TECHNISCHE SYSTEMEN	TECHNISCH PROCES	HULPMIDDELEN	KEUZES
Wat is techniek leren?			

Een technisch geletterde kan meepraten over en zich bedienen van hedendaagse technische realisaties. Van hem/haar wordt dan verwacht dat hij/zij op basis van elementaire kennis en een beredeneerde werkwijze kan omgaan met techniek.

Voorbeeld

Is een wagen met verwisselbare carrosserie, de toekomst?

Het ontwerp is het resultaat van een technisch proces. In onderstaand voorbeeld wordt de futuristische wagen vanuit de 4 kerncomponenten beschreven.

*In een plat, gesloten chassis zit alle techniek die nodig is om een auto aan te drijven. Op dit skateboardachtige onderstel kan de carrosserie van de auto via een elektrische stekkerverbinding en tien mechanische bevestigingen worden gemonteerd.
 De auto bezit een elektrische aandrijving, waarbij de energie wordt opgewekt door brandstofcellen op waterstof.
 De brandstofcellen zijn achter in het chassis geplaatst, met middenin 3 opslagtanks voor de waterstof en tussen de voorwielen bevinden zich de elektromotoren voor de aandrijving. Voor de besturing van de auto is er een centrale verbinding tussen de carrosserie en het chassis. Alle besturingsfuncties zoals versnellen, remmen en sturen, worden geactiveerd vanuit een besturingsmodule, een soort rechthoekig stuur met twee handvatten en een aantal schakelaars ter vervanging van het traditionele stuurwiel en de pedalen.*

Het aparte chassis geeft de ontwerper een ongekeerde ontwerp-vrijheid die was verdwenen met de grootschalige opkomst van het zelfdragend koetswerk (carrosserie en chassis vormen één geheel) in de jaren dertig van de vorige eeuw. Het chassis uit aluminium wordt gecombineerd met een uit glasvezel versterkte composietcarrosserie. De klant kan een aantal verschillende carrosserievarianten (sportauto, pick-up, familieauto) leasen en naar wens omwisselen.

2.2 Wat is techniek leren? – Dimensies van techniek leren

techniek leren benaderd vanuit drie dimensies

Zoals eerder gesteld, plaatst TOS21 technische geletterdheid centraal. Technisch geletterd zijn, betekent:

- inzicht hebben in techniek;
- techniek kunnen gebruiken;
- techniek in bredere context kunnen plaatsen.

Hieruit volgen de 3 dimensies van techniek leren: begrijpen, hanteren en duiden.

techniek begrijpen

techniek begrijpen: inzicht verwerven in het gebruik, de werking en de ontwikkeling van techniek (technische realisaties)

Dit betekent o.a.:

- de werking van een technische realisatie kunnen uitleggen;
- kunnen uitleggen hoe een technische realisatie tot stand komt;
- weten waarvoor een technische realisatie wordt gebruikt;
- ...

Voorbeelden

Werking van een warmtepomp: als gevolg van de dure energie gaat men op zoek naar nieuwe en energiebesparende technische realisaties voor de opwarming van onze woningen. Eén ervan is de warmtepomp.

In woningbouw wordt meestal de elektrische aangedreven compressiewarmtepomp gebruikt. Om een warmtepompcyclus te doorlopen, heeft men een compressor, een condensor, een verdamper en een expansieventiel nodig. Aan de warmtebron (bv. buitenlucht, putwater, grond) wordt warmte onttrokken en afgegeven aan het warmteafgiftesysteem (bv. vloerverwarming). Een warmtedragend medium (koelmiddel) stroomt tussen de warmtebron en het warmteafgiftesysteem.

Het warmtedragende medium verdampt op lage druk in de verdamper en neemt hierbij warmte (Q_1) op vanuit de warmtebron. De compressor zuigt de gassen uit de verdamper en drukt deze samen waardoor de temperatuur en het kookpunt verhogen. De compressor levert hierbij arbeid (W). Deze gassen onder hoge druk en op hogere temperatuur stromen door de condensor, waardoor ze afkoelen en van gasvormige naar vloeibare toestand overgaan.

Hierbij staan ze warmte (Q_2) af aan het warmteafgiftesysteem. Via het expansieventiel keren ze terug naar hun oorspronkelijke druk.

De afgegeven warmte = de opgenomen warmte + de arbeid die door de compressor wordt geleverd: $Q_2 = Q_1 + W$

Winstfactor

De compressor, die de druk en daarmee ook de temperatuur in het warmtedragend medium verhoogt, is het enige onderdeel van de warmtepomp dat elektrische energie verbruikt.

Het energiegebruik van de compressor bepaalt hiermee ook de winstfactor van de warmtepomp.

De winstfactor wordt berekend door de geleverde nuttige energie (Q_2) van de warmtepomp te delen door de opgenomen elektrische energie (W) van de compressor.

Dit noemt men de winstfactor of COP (Coëfficiënt Of Performance)

$$COP = \frac{Q_2}{W}$$

Hoe groter de drukverhoging in de compressor, hoe hoger het energieverbruik en hoe lager de winstfactor.

De drukverhoging hangt rechtstreeks samen met de gerealiseerde temperatuurverhoging in het warmtedragend medium.

Deze temperatuurverhoging is afhankelijk van het temperatuurverschil tussen de warmtebron en het warmteafgiftesysteem.

Hoe hoger de temperatuur van de warmtebron en hoe lager de temperatuur van het warmteafgiftesysteem, hoe hoger de winstfactor of COP.

techniek hanteren

techniek hanteren: de techniek gebruiken of maken.

Dit betekent o.a.:

- een technische realisatie gebruiksklaar maken;
- een technische realisatie herstellen;
- een technische realisatie maken;
- ...

Voorbeeld

Een DVD-R gebruiken: op basis van de informatie af te lezen op de verpakking leert men dat is gekozen voor een DVD-R met een capaciteit van 712 Mb. Om hem in gebruik te nemen, wordt de schijf in het DVD-station geplaatst en a.h.v. de beschikbare software geformatteerd. Hierna kunnen de beelden worden opgeslagen. De schijf krijgt een label en wordt zorgvuldig en stofvrij opgeborgen in een plastic box.

techniek duiden

techniek duiden: de werking, de ontwikkeling en het gebruik van techniek verbinden met een context buiten de techniek zelf.

Dit betekent o.a.:

- kennis hebben van de historische ontwikkelingen in het wetenschappelijke en technische vlak door de eeuwen heen;
- technische ontwikkelingen kunnen plaatsen in de maatschappelijke context waarin mensen leven;
- technische ontwikkelingen objectief kunnen bekijken en evalueren;
- ...

Voorbeelden:

- *effecten van het gebruik van een digitale camera: het succes van deze camera heeft tot gevolg dat de fotografen steeds minder werk hebben. Er hoeven niet langer filmrolletjes voor ontwikkeling binnengeleverd. Het gebruik van digitale foto's heeft de emotionele waarde van een foto als aandenken fel doen dalen. Bovendien kunnen op PC digitale foto's zodanig worden bewerkt dat de beelden veelal worden geoptimaliseerd en zelfs getrukeerd, wat dan weer de bewijskracht van fotomateriaal relativeert.*
- *effecten van het Kyotoprotocol: dit protocol regelt de vermindering van de uitstoot van broeikasgassen waaronder ook de CO₂-uitstoot. Deze CO₂-uitstoot moet drastisch verminderen om de opwarming van de aarde tegen te gaan. Daarbij kan techniek een waardevolle bijdrage leveren.*
Voor de verwarming van huizen en de productie van warm water worden technische systemen gebruikt die fossiele brandstoffen met een hoge CO₂-uitstoot vergen. Nieuwe technische realisaties, die milieuzorg beogen, helpen deze uitstoot te reduceren. Nieuwe ontwikkelingen zijn: biomassa, waterkracht, windenergie, zonne-energie, warmtepomp, warmtekrachtkoppeling, ... Bij bestaande technische systemen wordt de werking geoptimaliseerd om een lagere CO₂-uitstoot te bekomen en alzo bij te dragen tot een milieuvriendelijker effect. Voorbeelden van geoptimaliseerde werkingen van technische systemen zijn condenserende verwarmingsketels en regelsystemen, die de kwaliteit van de verbranding constant houden.

samenhang tussen dimensies begrijpen, hanteren en duiden

Een technische geletterde zet technische realisaties in op een verantwoorde wijze om een bepaald doel te bereiken, begrijpt de werking ervan, maakt, onderhoudt of herstelt ze. Hierbij doet hij een beroep op kennis, inzichten, vaardigheden die hij toepast op elke (of sommige) aspecten (of kerncomponenten) waaronder een technische realisatie kan worden benaderd.

kader voor technische
geletterdheid

		Wat is techniek?			
		KERNCOMPONENTEN VAN TECHNIEK			
		TECHNISCHE SYSTEMEN	TECHNISCH PROCES	HULP MIDDELEN	KEUZES
Wat is techniek leren? DIMENSIES	BEGRIJPEN	WAT IS TECHNISCHE GELETTERDHEID?			
	HANTEREN				
	DUIDEN				

Voorbeelden

Een microgolfoven gebruiken voor de opwarming van voeding in een babyzuigfles

Begrijpen

Door de geometrie van zuigflessen is de warmteverdeling bij het gebruik van een microgolven zeer ongelijk. Studies hebben aangetoond dat tussen de top en de bodem van de fles een temperatuurverschil van 20 °C kan optreden. Hierdoor bestaat de kans dat te hete melkvoeding aan baby's wordt toegediend met ernstige inwendige verbrandingen tot gevolg.

Hanteren

Bij gebruik van een microgolfoven voor het opwarmen van flesvoeding, test men best de warmtewerking in de microgolfoven uit en zoekt men vooraf de ideale opwarmings-tijd. Schudt men flink met de fles na het opwarmen, dan wordt de warmte gelijkmatig verdeeld. Best controleert men ook of de inhoud van de fles niet te heet is. Dit is eenvoudig te testen door enkele druppels melk te laten lopen op de rug van de hand.

Duiden

Een overdreven opwarming gevolgd door een afkoeling is niet wenselijk, omdat daardoor voedingsstoffen verloren gaan.

Zelfopwarmend soeprecipiënt

Begrijpen

Het blik (als technische realisatie) is opgebouwd uit een stalen buitenkant met een isolatielaag binnenin. Het verwarmingssysteem onderin het blik werkt met tafelsout. In de fabriek wordt deze natriumchloride verwarmd tot een zogeheten 'super heated liquid' en ingekapseld in een apart recipiënt onderin het blik. Deze vloeistof geraakt de hitte-energie niet kwijt. Door op de activeerknop onderaan het blik te drukken komt opgeslagen water in aanraking met de super heated liquid. Dit contact verwekt een kettingreactie waarbij de opgeborgen energie vrijkomt die de soep opwarmt. De golvende vorm van de capsule, waarin de super heated liquid zit opgeslagen, zorgt voor een goede warmtegeleiding.

De prototypes bewijzen dat het systeem werkt, daar in 5 minuten tijd de 340 g soep in het blik opgewarmd geraakt. Het gedeelte met het verwarmingssysteem neemt maximaal een kwart van het hele blik in beslag.

Hanteren

Door op een knop onderaan het blik te drukken, verwarmt de soep in het blik binnen de 5 min. tot 72° Celsius en bewaart deze temperatuur gedurende 20 min.

Duiden

Er werd gekozen voor een super heated liquid op basis van tafelsout voor het geval het systeem lek raakt. Bij gebruik van andere chemische stoffen bestaat de kans dat bij lekkage schadelijke stoffen vrijkomen. Met tafelsout wordt bij lekkage de soep daar alleen zouter van. De bovenkant van het blik is hol en zo geconcipieerd dat de gebruiker het gevoel krijgt dat hij uit een echte aardewerken soepkop met dikke randen drinkt.

2.3 Standaarden

Het kader voor technische geletterdheid is een analytische beschrijving van techniek als vormingscomponent in het onderwijs. De kerncomponenten van techniek en de dimensies van techniek leren bepalen – in combinatie met elkaar – welke kennis en vaardigheden moeten worden geleerd om technisch geletterd te worden.

De combinatie van de kerncomponenten van techniek met de dimensies van techniek leren levert standaarden voor technische geletterdheid op.

Deze standaarden moeten voldoende dekkend zijn om technische geletterdheid te beschrijven. Ze hebben een generiek karakter en kunnen daardoor worden toegepast op en geconcretiseerd in elke technische realisatie.

Wat is technische geletterdheid?		Wat is techniek? KERNCOMPONENTEN VAN TECHNIEK			
		TECHNISCHE SYSTEMEN	TECHNISCH PROCES	HULPMIDDE- LEN	KEUZES
Wat is techniek leren? DIMENSIES van TECHNIEK LEREN	BEGRIJPEN	STANDAARDEN VOOR HET BEREIKEN VAN TECHNISCHE GELETTERDHEID			
	HANTEREN				
	DUIDEN				

Figuur 3 Standaarden voor technische geletterdheid door de dimensies op de kerncomponenten toe te passen

Op grond van literatuurstudie en een brede consultatie van experts zijn 19 standaarden behouden, die techniek voldoende dekkend beschrijven. Ze verbinden de kerncomponenten van techniek met de dimensies van techniek leren.

TECHNISCHE GELETTERDHEID		KERNCOMPONENTEN van TECHNIEK			
		TECHNISCHE SYSTEMEN	TECHNISCH PROCES	HULPMIDDELEN	KEUZES
DIMENSIES van TECHNIEK LEREN	BEGRIJPEN	Begrijpen dat in technische systemen de onderdelen op elkaar afgestemd zijn Begrijpen dat technische systemen kunnen falen Begrijpen dat technische systemen planmatig onderhouden moeten worden om hun levensduur, kwaliteit en werking te waarborgen Begrijpen dat technische systemen en een kwaliteitscontrole ondergaan Begrijpen dat technische systemen worden uitgevonden of worden geoptimaliseerd	Begrijpen dat het technisch proces cyclisch is	Begrijpen dat hulpmiddelen alle middelen zijn die nodig zijn om technische systemen te laten functioneren, te verwezenlijken en hun werking te doorgronden	Begrijpen dat maatschappelijke keuzes bepalend zijn voor het gebruik en de ontwikkeling van technische systemen
	HANTEREN	Technische systemen efficiënt gebruiken Onderzoekend omgaan met niet werkende technische systemen Technische systemen onderhouden	Het technisch proces cyclisch doorlopen om een technisch systeem te realiseren	Hulpmiddelen hanteren in functie van het te bereiken doel	
	DUIDEN	Duiden dat aan de basis van technische systemen een behoefte ligt Duiden dat het gebruik van technische systemen positieve en negatieve effecten kan hebben Duiden dat technische systemen evolueren in de tijd	Duiden dat het technisch proces het maatschappelijke leven van mensen beïnvloedt Duiden dat wetenschappelijke inzichten een rol spelen in het technisch proces		Duiden dat keuzes noodzakelijk zijn voor de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen

Figuur 4 Standaarden voor technische geletterdheid⁹

niet alle velden ingevuld

In fig. 4 valt op dat niet alle mogelijke verbindingen tussen kerncomponenten en dimensies zijn gemaakt. De combinatie 'hantieren' van 'keuzes' is niet ingevuld. Sommige verbindingen overlappen elkaar.

⁹ Omwille van de concordantie met ontwikkelingsdoelen en eindtermen wordt de term 'technisch systeem' hier in zijn algemene brede betekenis gebruikt (als synoniem voor *technische realisatie*).

Het hanteren van keuzes gebeurt vooral tijdens de ontwerpfase van het technisch proces en is er daarom in opgenomen. De verbinding 'duiden' met 'hulpmiddelen' werd niet gelegd, omdat sommige hulpmiddelen als een technisch systeem kunnen worden beschouwd en dus opgenomen is in de dimensie 'duiden' van technische systemen.

operationalisering van technische geletterdheid

Het kader voor technische geletterdheid operationaliseert en definieert technische geletterdheid in deze 19 standaarden. Een technisch geletterde kan de standaarden in concrete gebruikerssituaties toepassen. In om het even welke technische context en voor om het even welke technische realisatie kan hij/zij de kerncomponenten met de dimensies verbinden.

2.4 Kader voor technische geletterdheid

Het kader omvat 19 standaarden en 65 referentiepunten geordend volgens dimensies, kerncomponenten en leeftijdsniveaus.

consecutieve aanpak

Technische geletterdheid nastreven is bij voorrang een taak voor het onderwijs. Voor het bereiken van de standaarden is een consecutieve aanpak nodig die rekening houdt met het ontwikkelingsniveau en de ervaringswereld van leerlingen. Daarom wordt elke standaard vertaald naar verschillende leeftijdsniveaus. Zo'n naar een leeftijdsniveau toe geformuleerde standaard is een referentiepunt. De referentiepunten voor eenzelfde standaard vormen een leerlijn. Zoals de standaarden zelf zijn ook de referentiepunten algemeen geldend geformuleerd. Ze hebben eveneens een generiek karakter.

verantwoorde cesuur

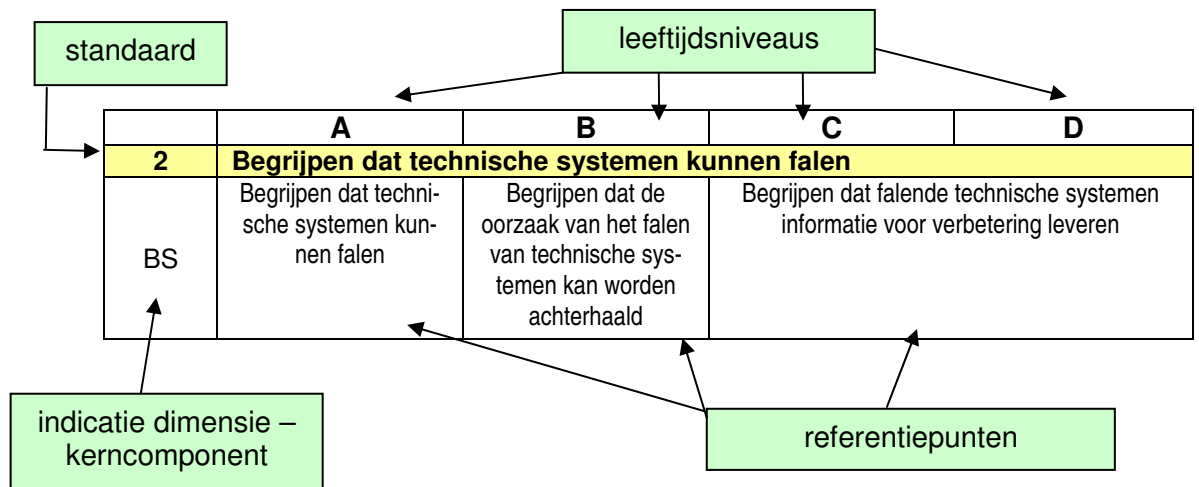
TOS21 kon geen beroep doen op wetenschappelijk onderzoek om de referentiepunten met de leeftijdsniveaus te verbinden. Deze verbinding gebeurde daarom rekening houdend met de huidige ordeningsstructuren op basis van de expertise van de onderwijskundigen voor elk leeftijdsniveau. In het TOS21-kader worden de leeftijdsniveaus als volgt bepaald:

leeftijdsniveau	onderwijsniveau	leeftijdsgroep
A	kleuteronderwijs	van 2,5 tot 6 jaar
B	lager onderwijs	van 6 tot 12 jaar
C	eerste graad secundair onderwijs	van 12 tot 14 jaar
D	tweede en derde graad secundair onderwijs	van 14 tot 18 jaar

De referentiepunten zijn zeer breed geformuleerd. Binnen elk niveau zullen wel kleinere stappen moeten worden gezet om deze referentiepunten te bereiken. Bovendien kunnen bepaalde referentiepunten van het ene naar het andere niveau worden meegenomen; het is mogelijk dat leerlingen van een bepaald niveau een hoger niveau aankunnen.

leeswijzer voor kader

Vanaf hier wordt toegelicht hoe het kader kan worden gelezen.



de leeswijzer toegepast

In sommige gevallen zijn bepaalde niveaus samen genomen omdat het referentiepunt in deze algemene formulering meerdere niveaus overspant.

Bv: standaard 11; niveau C en D worden niet onderscheiden.

	A	B	C	D
11	Technische systemen onderhouden			
HS	Technische systemen na gebruik ordelijk en schoongemaakt opbergen	Onderhoudsvoorschriften voor technische systemen naleven	Technische systemen onderhouden conform de onderhoudsvoorschriften	

Andere zijn niet ingevuld omdat de standaard op het ontwikkelingsniveau van de betrokken leeftijdsgroep nog niet kan worden geconcretiseerd.

Bv.: standaard 17; er wordt niet aan gewerkt op niveau A; niveau C en D worden niet onderscheiden.

	A	B	C	D
17	Duiden dat het technisch proces het maatschappelijke leven van mensen beïnvloedt			
DP	nihil	Duiden dat de manier waarop het technisch proces wordt uitgevoerd het leven van mensen beïnvloedt	Duiden dat de manier waarop het technisch proces wordt uitgevoerd de maatschappij op diverse wijzen beïnvloedt	

TECHNISCHE GE- LETTERDHEID		KERNCOMPONENTEN VAN TECHNIEK			
		TECHNISCHE SYSTEMEN	TECHNISCH PROCES	HULPMIDDE- LEN	KEUZES
DIMENSIES VAN TECHNIEK LEREN	BEGRIJPEN	ST 01 AB(C+D) ST 02 AB(C+D) ST 03 ABCD ST 04 ABCD ST 05 AB(C+D)	ST 06 ABCD	ST 07 (A+B)CD	ST 08 ABCD
	HANTEREN	ST 09 ABCD ST 10 ABCD ST 11 ABCD	ST 12 ABCD	ST 13 ABCD	
	DUIDEN	ST 14 ABCD ST 15 ABCD ST 16 ABCD	ST 17 B(C+D) ST 18 B(C+D)		ST 19 ABCD

Figuur 5 Overzicht van standaarden en referentiepunten verdeeld over de verschillende leertijdsniveaus – de haakjes duiden op een gemeenschappelijk referentiepunt

Techniek begrijpen

Begrijpen van technische systemen

	A	B	C	D
1	Begrijpen dat in technische systemen de onderdelen op elkaar afgestemd zijn			
BS	Begrijpen dat technische systemen uit verschillende onderdelen bestaan die in relatie tot elkaar een vooropgesteld doel bereiken	Begrijpen dat alle onderdelen van technische systemen een specifieke functie hebben	Begrijpen dat men bij systeemdenken de onderlinge relatie onderzoekt van de onderdelen in technische systemen	

	A	B	C	D
2	Begrijpen dat technische systemen kunnen falen			
BS	Begrijpen dat technische systemen kunnen falen	Begrijpen dat de oorzaak van het falen van technische systemen kan worden achterhaald	Begrijpen dat falende technische systemen informatie voor verbetering leveren	

	A	B	C	D
3	Begrijpen dat technische systemen planmatig onderhouden moeten worden om hun levensduur, kwaliteit en werking te waarborgen			
BS	Begrijpen dat technische systemen moeten worden onderhouden	Begrijpen dat technische systemen geregeld en planmatig moeten worden onderhouden	Begrijpen dat bij het onderhoudsproces op regelmatige basis een check-up gebeurt van technische systemen zodat deze correct kunnen blijven werken en op die manier de levensduur verlengd of de kwaliteit van de werking gewaarborgd wordt	Begrijpen dat het onderhoudsproces van technische systemen een aanzet kan zijn voor verdere optimalisatie ervan

	A	B	C	D
4	Begrijpen dat technische systemen een kwaliteitscontrole ondergaan			
BS	Begrijpen dat technische systemen worden gecontroleerd vooraleer ze worden gebruikt	Begrijpen dat technische systemen worden gecontroleerd op vooraf bepaalde kwaliteitseisen	Begrijpen dat tijdens de productie technische systemen planmatig op vooraf bepaalde punten worden gecontroleerd	Begrijpen dat kwaliteitscontrole een planmatig proces is om te verzekeren dat technische systemen voldoen aan vastgestelde normen en wetten; bij massaproductie gebeurt deze controle aan de hand van steekproeven

	A	B	C	D
5	Begrijpen dat technische systemen worden uitgevonden of worden geoptimaliseerd			
BS	Begrijpen dat alle technische systemen uitvindingen zijn van de mens	Begrijpen dat technische systemen ontstaan door uitvinden, innoveren en/of optimaliseren	Begrijpen dat nadenken over technische systemen en het uitproberen ervan kunnen leiden tot uitvinden, innoveren en /of optimaliseren ervan	

Begrijpen van processen

	A	B	C	D
6	Begrijpen dat het technisch proces cyclisch is			
BP	Begrijpen dat het nuttig is om een aantal stappen te volgen bij het realiseren van technische systemen	Begrijpen dat het technisch proces de volgende stappen omvat:		
		Probleemstelling een behoefte herkennen	Probleemstelling een technisch probleem definiëren vanuit een behoefte	Probleemstelling een technisch probleem definiëren vanuit een behoefte
		Ontwerpen oplossingen ontwikkelen	Ontwerpen ideeën genereren door experimenteren en visualiseren een oplossing selecteren en ontwikkelen oplossingen delen met anderen, een keuze maken, criteria en normen bepalen	Ontwerpen ideeën genereren door wetenschappelijk onderzoek een oplossing selecteren en ontwikkelen criteria en normen identificeren, beperkingen specificeren, mogelijkheden exploreren en een keuze maken
		Maken het ontwerp maken	Maken het ontwerp maken volgens afgesproken criteria en normen	Maken een model of prototype maken volgens de afgesproken criteria en normen
		In gebruik nemen	In gebruik nemen de oplossing testen	In gebruik nemen het model of prototype testen
		Evalueren Begrijpen dat één of meerdere stappen van het technisch proces worden hernomen, indien nodig	Evalueren resultaten evalueren en voorstellen Begrijpen dat het technisch proces wordt hernomen, indien nodig	Evalueren de ontwerpspecificaties van het model of prototype evalueren in functie van in productienamen Begrijpen dat het technisch proces wordt hernomen, indien nodig

Begrijpen van hulpmiddelen

	A	B	C	D
7	Begrijpen dat hulpmiddelen alle middelen zijn die nodig zijn om technische systemen te laten functioneren, te verwezenlijken en hun werking te doorgronden			
BH	Begrijpen dat hulpmiddelen de technische mogelijkheden van de mens vergroten		Begrijpen dat hulpmiddelen worden ontwikkeld om problemen op te lossen of om taken uit te voeren	Begrijpen dat nieuwe inzichten in de wetenschap aanleiding geven tot het ontwikkelen van andere hulpmiddelen

Begrijpen van keuzes

	A	B	C	D
8	Begrijpen dat maatschappelijke keuzes bepalend zijn voor het gebruik en de ontwikkeling van technische systemen			
BK	Begrijpen dat voor de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen keuzes worden gemaakt	Begrijpen dat voor de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen maatschappelijke keuzes worden gemaakt	Begrijpen dat voor ontwikkeling en gebruik van technische systemen keuzes worden gemaakt op basis van normen en wetten	Begrijpen dat voor ontwikkeling en gebruik van technische systemen een kosten-batenanalyse dient gemaakt, die rekening houdt met normen en wetten

Techniek hanteren

Hanteren van systemen

	A	B	C	D
9	Technische systemen efficiënt gebruiken			
HS	Technische systemen met zorg gebruiken om een bepaald doel te bereiken	Technische systemen in hun geëigende context gebruiken	Technische systemen doelgericht gebruiken	Door het opzoeken van informatie technische systemen optimaal gebruiken

	A	B	C	D
10	Onderzoekend omgaan met niet werkende technische systemen			
HS	Vaststellen dat technische systemen niet werken	Nagaan waarom technische systemen niet werken	Informatie verzamelen over mogelijke instructies om het niet werken van technische systemen op te lossen	Door onderzoek gegevens verzamelen over mogelijke acties om het niet werken van technische systemen op te lossen

	A	B	C	D
11	Technische systemen onderhouden			
HS	Technische systemen na gebruik ordelijk en schoongemaakt opbergen	Onderhoudsvoorschriften voor technische systemen naleven	Technische systemen onderhouden conform de onderhoudsvoorschriften	

Hanteren van processen

	A	B	C	D
12	Het technisch proces cyclisch doorlopen om een technisch systeem te realiseren			
HP	Een probleem detecteren dat het realiseren van een technisch systeem vereist			
	Zich bewust worden van een behoefte		Een probleem definiëren	
	Een technisch systeem ontwerpen			
	Uiten welk technisch systeem men wil maken om aan die behoefte te voldoen		Modellen, tests en evaluaties gebruiken om een technisch systeem te ontwerpen in functie van het gedefinieerde probleem en rekening houdend met vooropgestelde normen en criteria	
	Een technisch systeem maken			
	Dat technisch systeem maken		Dat ontwerp uitvoeren	
	Een technisch systeem in gebruik nemen			
	Dat technisch systeem in gebruik nemen		Dat technisch systeem in gebruik nemen	
	Een technisch systeem evalueren			
	Vaststellen of het gemaakte technisch systeem werkt.		Nagaan of dat technisch systeem aan de vooropgestelde behoefte voldoet en het eventueel bijsturen	

Hanteren van hulpmiddelen

	A	B	C	D
13	Hulpmiddelen hanteren in functie van het te bereiken doel			
HH	Op een veilige manier materiaal en gereedschap gebruiken	Materiaal en gereedschap kiezen en efficiënt gebruiken	Meetinstrumenten en machines als hulpmiddel kiezen en inzetten	Meetinstrumenten als hulpmiddel kiezen en inzetten om de werking van technische systemen wetenschappelijk te beschrijven

Techniek duiden

Duiden van systemen

	A	B	C	D
14	Duiden dat aan de basis van technische systemen een behoefte ligt			
DS	Duiden dat technische systemen worden gemaakt om aan individuele behoeften en wensen te voldoen	Duiden dat technische systemen worden ontwikkeld om aan maatschappelijke behoeften te voldoen	Duiden dat de drijvende krachten achter de ontwikkeling, de aanvaarding en het gebruik van technische systemen van maatschappelijke aard zijn	Duiden dat de overdracht van technische systemen van de ene naar de andere samenleving maatschappelijke veranderingen veroorzaakt

	A	B	C	D
15	Duiden dat het gebruik van technische systemen positieve en negatieve effecten kan hebben			
DS	Duiden dat het gebruik van technische systemen nuttig, gevaarlijk of schadelijk kan zijn voor de mens	Duiden dat het gebruik van technische systemen nuttig, gevaarlijk of schadelijk kan zijn voor de maatschappij	Duiden dat het gebruik van technische systemen positieve en negatieve invloeden op het maatschappelijke leven heeft	Duiden dat vanuit een maatschappelijke bekommernis technische systemen worden ontwikkeld en gebruikt om de negatieve gevolgen van andere technische systemen te verminderen

	A	B	C	D
16	Duiden dat technische systemen evolueren in de tijd			
DS	Duiden dat technische systemen evolueren	Duiden dat technische systemen een eigen geschiedenis hebben	Duiden dat technische systemen evolueren in de tijd onder meer dank zij de ontwikkeling van nieuwe wetenschappelijke kennis	Duiden dat technische systemen evolueren in de tijd door maatschappelijke veranderingen

Duiden van processen

	A	B	C	D
17	Duiden dat het technisch proces het maatschappelijke leven van mensen beïnvloedt			
DP	nihil	Duiden dat de manier waarop het technisch proces wordt uitgevoerd het leven van mensen beïnvloedt	Duiden dat de manier waarop het technisch proces wordt uitgevoerd de maatschappij op diverse wijzen beïnvloedt	

	A	B	C	D
18	Duiden dat wetenschappelijke inzichten een rol spelen in het technisch proces			
DP	nihil	Duiden dat inzichten in natuurlijke verschijnselen de keuzes binnen het technisch proces mee bepalen	Duiden dat inzichten in natuurwetenschappen de keuzes binnen het technisch proces mee bepalen	

Duiden van keuzes

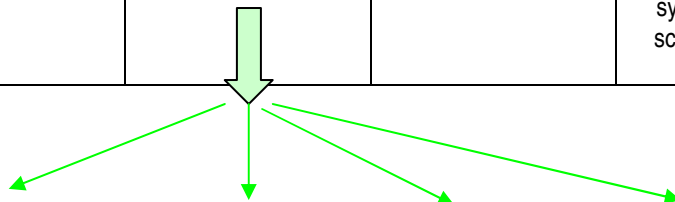
	A	B	C	D
19	Duiden dat keuzes noodzakelijk zijn voor de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen			
DK	Duiden dat keuzes voor de ontwikkeling en voor het gebruik van technische systemen mee worden bepaald door ervaringen binnen de eigen leefwereld	Duiden dat keuzes voor de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen mee worden bepaald door het comfort voor mensen	Duiden dat normen en wetten de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen in functie van de maatschappelijke verwachtingen sturen	Duiden dat normen en wetten ontstaan en veranderen als gevolg van een afweging van maatschappelijke invloeden bij ontwikkeling en gebruik van technische systemen

omgaan met referentiepunten

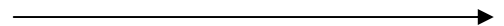
In de praktijk wordt ingespeeld op de beginsituatie van leerlingen; elk referentiepunt kan worden voorbereid, herhaald, verbreed of verdiept doorheen de schoolloopbaan van jongeren. Afhankelijk van leeftijd en milieu enerzijds en van onderwijsloopbaan en -vorming anderzijds, zullen bepaalde verfijningen en uitbreidingen worden aangebracht m.b.t. eenzelfde referentiepunt.

Bv.: standaard 13 met referentiepunten A-B-C-D

	A	B	C	D
13	Hulpmiddelen hanteren in functie van het te bereiken doel			
HH	Op een veilige manier materiaal en gereedschap gebruiken	Materiaal en gereedschap kiezen en efficiënt gebruiken	Meetinstrumenten en machines als hulpmiddel kiezen en inzetten	Meetinstrumenten als hulpmiddel kiezen en inzetten om de werking van technische systemen wetenschappelijk te beschrijven



	A	B	C	D
13 B	Materiaal en gereedschap kiezen en efficiënt gebruiken			
	In de technische context 'textiel' krijgt dit referentiepunt een aanloop op niveau A en een verbreding en verdieping op de niveaus C en D			
HH	soorten scharen hanteren om textiel te snijden	de kartelschaar gebruiken om textiel te snijden	textiel snijden met behulp van een snijdwiel	textiel kappen met een pneumatische aangedreven machine
	voorloop		naloop	naloop



3 Het kader in de praktijk

3.1 Het kader concretiseren

het kader voor technische geletterdheid toepassen

In het kader hebben standaarden en referentiepunten een generiek karakter. Zo kunnen ze in elke context worden gebruikt om deze voor onderwijs aan een bepaalde leeftijdsgroep te ontsluiten.

Om technisch geletterd te worden is ervaring nodig met technische realisaties in diverse contexten van het dagelijkse leven: informatie en communicatie, transport, gezondheid, voeding, energie, constructies, e.d.

3.1.1 Ervaringsdomeinen als hulpmiddel

ervaringsdomein als hulpmiddel

Dergelijke brede contexten noemen we ervaringsdomeinen. Deze zijn een hulpmiddel om te laten ervaren dat techniek overal in de leefwereld van mensen aanwezig is.

Wat en hoe ze eten, hoe ze zich verplaatsen, hoe en waarmee ze communiceren, hoe ze wonen of bouwen, wat ze gebruiken, hoe en waarmee ze zorg dragen voor hun gezondheid, hoe ze zich verwarmen of toestellen inzetten om doelen te realiseren, ... alle beschikbare mogelijkheden zijn beïnvloed door techniek. Het blijkt echter dat heel wat mensen zich hiervan niet bewust zijn. Daarom is het nodig dat men de wereld van techniek leert exploreren a.h.v. goed gekozen voorbeelden binnen verschillende ervaringsdomeinen. en men deze inhoudelijk uitwerkt met het oog op het bereiken van de standaarden.

3.1.2 Omgaan met ervaringsdomeinen

geen systematische analyse van elk ervaringsdomein

Elk ervaringsdomein hoeft niet volgens een vooropgezet patroon volledig te worden ontgonnen. Het komt erop aan om de referentiepunten voor een bepaalde doelgroep te exploreren door ze te concretiseren met voorbeelden uit een brede waaier van ervaringsdomeinen, zodat lerenden ervaren dat techniek inderdaad overal aanwezig is.

doelgericht kiezen van technische realisaties, uit verschillende ervaringsdomeinen

De school of de leraar zal daarom zijn keuze doelgericht bepalen. Om een technische realisatie als een *systeem* te doorgronden en de onderdelen in relatie tot elkaar te bestuderen, kan het aangewezen zijn om veeleer een bureaulamp dan een kaars (ervaringsdomein energie) te kiezen of om een bakoven eerder dan een brood (ervaringsdomein voeding) uit te diepen.

toenemende abstractie in de analyse, het gebruik en de maatschappelijke impact

Wil men echter het *technisch proces* dat een technische realisatie voorafging, herbeleven dan kan het bakken van een brood (ervaringsdomein voeding) zinvoller zijn dan het toepassen van een stappenplan om een model van een overspanning (ervaringsdomein constructies) met een meccano te maken.

Wil men *de historische evolutie van techniek duiden* dan kan de ontwikkeling van een robot (ervaringsdomein informatie en communicatie) misschien beter worden uitgelegd dan bv. de ontwikkeling van de kogellagers (ervaringsdomein transport).

Voor leerlingen uit de basisschool is het zinvol om te kiezen voor technische realisaties uit verschillende toepassingsgebieden waarbij de onderdelen waarneembaar zijn of op een andere wijze kunnen worden gevisualiseerd.

Dit betekent ook dat af en toe wetenschappelijke proeven of wiskundige berekeningen bij het bestuderen van technische realisaties aan bod kunnen komen. Dat is verrijkend voor de leerlingen op voorwaarde dat de logische band met de technische realisatie vanzelfsprekend is.

Voorbeelden van toenemende abstractie in de keuze van technische realisaties (begrijpen van technische systemen):

- van een fietswiel zijn de onderdelen gemakkelijk waarneembaar; alleen om de kogellagers zichtbaar te maken, moet er worden gedemonteerd;
- om een boormachine te bestuderen, moet de technische realisatie worden ontmanteld; onderdelen moeten één voor één uit elkaar worden genomen en weer worden gemonteerd;
- om een TV als een technisch systeem te kunnen beschrijven, volstaat demonteren niet meer en zal van abstracte modellen en schema's moeten worden gebruik gemaakt.

In het secundair onderwijs kan men natuurlijk ook van concrete waarneembare realisaties vertrekken, die complexer zijn en waarbij de fysische en chemische grondslagen van de onderdelen binnen de realisatie diepgaander kunnen worden bestudeerd.

visie op leerlijnen techniek

Samengevat kan worden gesteld dat bij het uitbouwen van een leerlijn techniek, rekening zal worden gehouden met volgende kenmerken:

- uitgangspunt is het kader voor technische geletterdheid; op het niveau van de leerlingen worden de standaarden verhelderd via de referentiepunten, waardoor technische geletterdheid voor elk leeftijdsniveau concreter wordt ingevuld;
- voor het concretiseren van de referentiepunten worden doelgericht deze technische realisaties bestudeerd die toelaten de referentiepunten te halen;

- de technische realisaties worden ontleend aan diverse ervaringsdomeinen, die samen genomen de wereld van techniek in al zijn facetten verkent;
- gebruikelijke technische realisaties worden gekozen uit de leef- en ervaringswereld van leerlingen, waarbij rekening wordt gehouden met het ontwikkelingsgebonden abstractieniveau dat vereist is om de technische realisatie te begrijpen, te hanteren en te duiden.

3.1.3 Voorbeelden

aard en functie van de voorbeelden

In elk voorbeeld wordt m.b.v. een bondige en heldere omschrijving van een technisch onderwerp, inspiratie geleverd over de wijze waarop men met een standaard of een groep standaarden en hun onderliggende referentiepunten kan omgaan op weg naar technische geletterdheid.

De voorbeelden moeten niet worden geïnterpreteerd als curriculummateriaal. Een voorbeeld fungeert als een illustratie van wat standaarden en referentiepunten voor een bepaalde groep leerlingen concreet kunnen betekenen en dient als aanzet en hulp om een bredere kijk te krijgen op de wijze waarop ze kunnen bijdragen tot technische geletterdheid. De standaarden en referentiepunten leveren ook ideeën en inspiratie om leeractiviteiten rond uiteenlopende technische thema's op te bouwen.

Voorbeelden:

Niveau A: fruitsap bereiden
 B: vaartuigen bouwen
 C: sportschoenen ontwikkelen
 D: energetisch gedrag van woningen en hun technische installaties

Voorbeeld voor niveau A (kleuteronderwijs): fruitsap bereiden

In het project 'Fruit telen' maken de kleuters fruitsap.

In kleine groepjes worden ze begeleid om te leren hoe ze het beste fruitsap uit een vrucht kunnen winnen. Ze experimenteren met verschillende fruitpersen en oordelen welke fruitpers er het beste werkt om smaakvol fruitsap te maken. Ze leren ook dat er verschillende soorten fruitsap zijn en dat tijdens de bereiding een aantal gezondheidsaspecten dienen in acht genomen. Ze leren de beschikbaarheid en de bereiding van fruitsap vroeger met nu vergelijken. In dit voorbeeld wordt fruitsap als een technische realisatie beschouwd conform de verdere definitie. In de volgende tabellen worden enkele mogelijke activiteiten met referentiepunten verbonden. In de titelbalk worden de volgende afkortingen gebruikt:

- | | | | |
|---|-----|---|-----------------------------|
| ▪ | ST | = | standaard (nummer + niveau) |
| ▪ | DIM | = | dimensie |
| ▪ | KC | = | kerncomponent |
| ▪ | RP | = | referentiepunt |
| ▪ | ACT | = | (leer)activiteit |

ST	DIM	KC	RP	ACT
2A	begrijpen	technische systemen	begrijpen dat technische systemen kunnen falen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ fruitsap kan zuur smaken of pulp bevatten waardoor het niet smakelijk is ▪ tijdens het maakproces kan het fruitsap niet volgens de vereiste voorschriften zijn behandeld waardoor het niet gezond is
7A	begrijpen	hulpmiddelen	begrijpen dat hulpmiddelen de technische mogelijkheden van de mens vergroten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ een fruitpers laat toe vlotter het sap af te scheiden dan bij manueel persen ▪ elektrische fruitpersen helpen grote hoeveelheden fruit te persen
9A	hanteren	systemen	technische systemen met zorg gebruiken om een bepaald doel te bereiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ fruitsap zeven om pitten en pulp te verwijderen ▪ fruitsap schudden voor gebruik ▪ fruitsap afdekken en koel bewaren
13A	hanteren	hulpmiddelen	op een veilige manier materiaal en gereedschap gebruiken	<ul style="list-style-type: none"> ▪ de fruitpers zo plaatsen dat ze veilig en gemakkelijk hanteerbaar is waardoor het morsen (verlies) wordt beperkt ▪ fruitpersen voor en na het gebruik schoonmaken omwille van de hygiëne
14A	duiden	technische systemen	duiden dat technische systemen worden gemaakt om aan individuele behoeften en wensen te voldoen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ fruitsap kan velerlei vormen en smaken hebben; sommige mensen verkiezen pulprijke, suikerarme, aangelengde, ... samenstellingen
15A	duiden	technische systemen	duiden dat het gebruik van technische systemen nuttig, gevaarlijk of schadelijk kan zijn voor de mens	<ul style="list-style-type: none"> ▪ fruitsap drinken tijdens het ontbijt bevordert een goede spijsvertering; overdaad veroorzaakt buikloop ▪ er zijn mensen die allergisch zijn aan fruitsap ▪ voor het verbeteren van de gezondheid of ter voorkoming van ziekten is vers geperst fruitsap een absolute aanrader ▪ als de uiterste gebruiksdatum is overschreden, mag het fruitsap niet meer worden geconsumeerd
16A	duiden	technische systemen	duiden dat technische systemen evolueren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vroeger werd alleen fruitsap gemaakt van inheems fruit; door verbeterd transport kan fruit van over de hele wereld worden ingevoerd ▪ vroeger was er alleen vers vruchtensap; nu wordt fruitsap in vele soorten verpakkingen aangeboden en ruim verspreid, waardoor het veel frequenter in het winkelmandje terechtkomt

Voorbeeld voor niveau B (lagere school): vaartuigen bouwen

Bij het thema transport bestuderen leerlingen waaraan een schip moet voldoen om een vracht over het water te kunnen verplaatsen. Verschillende foto's worden bekeken. In een klassengesprek groeien inzichten over vorm en functie van een schip.

In kleine groepjes bedenken ze een eigen ontwerp voor een vaartuig dat aan bepaalde kwaliteitseisen moet voldoen. Ze voeren dit ontwerp uit, testen en beoordelen hun werkstuk op die vooropgestelde criteria. Ze leren dat fysische wetmatigheden de eigenschappen van het schip bepalen.

In onderstaande tabel worden enkele mogelijke activiteiten met referentiepunten verbonden.

ST	DIM	KC	RP	ACT
1B	begrijpen	technische systemen	begrijpen dat alle onderdelen van technische systemen een specifieke functie hebben	<ul style="list-style-type: none"> de romp van het schip mag geen water binnenlaten een scherpe boeg kleeft door het water de schroef is verbonden met de motor die het schip voortbeweegt; met een zeil kan men de windkracht benutten, ook in geval van motorpech het roer laat toe het schip te besturen de kiel verhindert dat het schip kantelt, stabilisatoren zorgen voor een beter evenwicht en stabiliteit
2B	begrijpen	hulpmiddelen	begrijpen dat de oorzaak van het falen van technische systemen kan worden achterhaald	<ul style="list-style-type: none"> als het schip water maakt en dreigt te zinken, moet snel het lek worden opgespoord als het schip niet bestuurbaar is, dan moet de stuurinrichting worden gecontroleerd
4B	begrijpen	technisch proces	begrijpen dat technische systemen worden gecontroleerd op vooraf bepaalde kwaliteitseisen	<ul style="list-style-type: none"> bij de bouw van schepen houdt men rekening met functie-eisen en vaarbereik; andere kwaliteitseisen gelden voor het zeewaardig maken van jachten rivierschepen, zeeschepen (olietankers, passagiers- of containerschepen)
10B	hanteren	technische systemen	nagaan waarom technische systemen niet werken	<ul style="list-style-type: none"> a.h.v. een checklist een eigen ontworpen vaartuig op vooropgestelde criteria beoordelen de oorzaken van het gebrekkig of niet functioneren aantonen
12B	hanteren	technisch proces	zich bewust worden van een behoefte; uiten welk technisch systeem men wil maken om aan die behoefte te voldoen; dat technisch systeem maken; dat technisch systeem in gebruik nemen; nagaan of dat technisch systeem aan de vooropgestelde behoefte voldoet en het eventueel bijsturen	<ul style="list-style-type: none"> een eigen miniatuurschip bouwen vereist een stapsgewijze aanpak met oog voor kwaliteitseisen het ontwerp moet duidelijk en overzichtelijk zijn voorgesteld er dient in een gepaste aandrijving en besturing voorzien het schaalmodel dient zo geconcipieerd dat het een vracht kan vervoeren

				<ul style="list-style-type: none"> als zich moeilijkheden voordoen, dient een alternatieve oplossingsweg gekozen
13B	hanteren	hulpmiddelen	materiaal en gereedschap kiezen en efficiënt gebruiken	<ul style="list-style-type: none"> kiezen voor waterbestendig materiaal om een miniatuurschip te bouwen gepast gereedschap gebruiken om gekozen materiaal te bewerken en te hechten droogtijden van lijm, verf en lak respecteren
18B	duiden	technisch proces	duiden dat inzichten in natuurlijke verschijnselen de keuzes binnen het technisch proces mee bepalen	<ul style="list-style-type: none"> de opwaartse druk van het water houdt elk schip drijvend het volume van het schip bepaalt de diepgang en de hoogte van het wateroppervlak bij de bouw van schepen is het zwaartepunt bepalend voor het evenwicht en de stabiliteit

Voorbeeld voor niveau C (eerste graad SO): sportschoenen ontwikkelen

De leerlingen krijgen de opdracht om na te gaan aan welke voorwaarden een comfortabele sportschoen moet voldoen. Volgende vragen en overwegingen kunnen hierbij o.m. ter discussie worden gesteld:

- voor welke sporttak is het schoenmodel bedoeld?
- de gebruiker moet er zich comfortabel in voelen;
- hoe wandelen of lopen mensen?
- welke belastingen ondergaan de schoenen tijdens het sporten?
- spelen demping en vering een belangrijke rol?
- de stabiliteit van de voet is een belangrijke factor;
- onder welke weersomstandigheden zal met de schoenen aan sport worden gedaan?
- wat is de impact van de materiaalkeuze (grondstoffen) op de kostprijs?
- welke typische eigenschappen (licht, waterdicht, warmte-isolerend, antislip, ...) dienen die verschillende sportschoenen (tennis-, voetbal-, volleybalschoen, ...) te bezitten?

In onderstaande tabel worden enkele mogelijke activiteiten met referentiepunten verbonden.

ST	DIM	KC	RP	ACT
1C	begrijpen	technische systemen	begrijpen dat men bij systeemdenken de onderlinge relatie onderzoekt van de onderdelen in technische systemen	<ul style="list-style-type: none"> sportschoenen uit verschillende sportdisciplines bestuderen en onderzoeken hoe ze worden belast, in welke omgevingsfactoren en weersomstandigheden ze dienen gebruikt verbindingen en/of hechtingen en sluitingen bestuderen de vering en/of demping en de stabiliteit van de schoenconstructie onderzoeken
2C	begrijpen	technische systemen	begrijpen dat falende technische systemen informatie voor verbetering leveren	<ul style="list-style-type: none"> oude sportschoenen bestuderen en onderzoeken waar slijtage optreedt i.f.v. materiaalkeuze, verbinding- of hechtingstechniek

3C	begrijpen	technische systemen	begrijpen dat er bij het onderhoudsproces op regelmatige basis een check-up gebeurt van technische systemen zodat deze correct kunnen blijven werken en op die manier de levensduur verlengd of de kwaliteit van de werking gewaarborgd wordt	<ul style="list-style-type: none"> nagaan of onderhoudsvoorschriften werden nageleefd en waar reden schuilt van vroegtijdig onbruikbaar geraken
4C	begrijpen	technische systemen	begrijpen dat tijdens de productie technische systemen planmatig op vooraf bepaalde punten worden gecontroleerd	<ul style="list-style-type: none"> bij een bedrijfsbezoek focussen op de kwaliteitscontrole tijdens de productie van een sportschoen
5C	begrijpen	technische systemen	begrijpen dat nadenken over technische systemen en het uitproberen ervan kunnen leiden tot uitvinden, innoveren en /of optimaliseren ervan	<ul style="list-style-type: none"> bij een bedrijfsbezoek de aandacht richten op de verschillende tests (duurzaamheid, drukverdeling) in labo's i.f.v. massaproductie
11C	hanteren	technische systemen	technische systemen onderhouden conform de onderhoudsvoorschriften	<ul style="list-style-type: none"> sportschoen na gebruik op correctie wijze onderhouden
14C	duiden	technische systemen	duiden dat de drijvende krachten achter de ontwikkeling, de aanvaarding en het gebruik van technische systemen van maatschappelijke aard zijn	<ul style="list-style-type: none"> lopen, joggen, ... zorgt voor gezonde lichaamsbeweging; de jongste jaren ontwikkelt men zeer verscheiden sportschoenen
15C	duiden	technische systemen	duiden dat het gebruik van technische systemen positieve en negatieve invloeden op het maatschappelijke leven heeft	<ul style="list-style-type: none"> opzoeken op internet en bezoek aan sportwinkel onthullen nieuwe innoverende ontwikkelingen; bv. sportschoenen met ingebouwde elektronica (mp3-speler – bluetooth – USB-aansluiting) en ingebouwde wiel-tjes
16C	duiden	technische systemen	duiden dat technische systemen evolueren in de tijd onder meer dank zij de ontwikkeling van nieuwe wetenschappelijke kennis	<ul style="list-style-type: none"> via internet overzichtelijk in kaart brengen welke ontwikkelingen de sportschoenen in diverse sporttakken doormaken evolutie in het gebruikte materiaal, (de zool) op basis van nieuw wetenschappelijk onderzoek verduidelijken
18C	duiden	technisch proces	duiden dat inzichten in natuurwetenschappen de keuzes binnen het technisch proces mee bepalen	<ul style="list-style-type: none"> verschillende materialen bestuderen en testen: massadichtheid, waterdichtheid, antislip, slijtage-weerstand, ... op basis van eigenschappen de materiaalkeuze voor een bepaalde sportschoen verantwoorden

Voorbeeld voor niveau D (tweede en derde graad SO): energetisch gedrag van gebouwen en hun technische installaties

In woningen waarin we comfortabel leven, wordt heel wat energie verbruikt. Inzicht verwerven in het energetische gedrag van woningen en hun technische installaties (verwarming, sanitaire en elektrische uitrusting) kan ertoe bijdragen dat men anders gaat bouwen en leven met als doel energie efficiënter te benutten. Op basis van te verwerven inzichten en kennis bestaat de uitdaging erin om een ontwerp van een residentiële woning voor 4 personen te maken die energiezuinig is. Er dient ook voorzien in een verwarmings- en sanitaire installatie die milieuvriendelijk en ecologisch is.

De woning en haar uitrusting mag een maximum oppervlakte niet overschrijden en moet binnen een afgesproken budget vallen.

In onderstaand uitgewerkt project worden enkele mogelijke activiteiten aan referentiepunten verbonden.

Daarom moet er inzicht en kennis verworven worden in verschillende aspecten:

- 1) Algemene karakteristieken die een invloed hebben op het energetisch gedrag van een gebouw zoals aantal gevels, alleenstaande woning, bouwjaar, situering (stad, buitenwijk, kust, ...), het beschermde volume, thermische massa, aantal bewoners, ...;
- 2) De gebouwschil: warmtetransmissiecoëfficiënt (U-waarde) van muren, vloeren, plafond, dak en openingen (deuren, ramen, ...); bij het isoleren van wanden dient nagegaan of de isolatie wel degelijk correct is aangebracht, ...;
- 3) Verwarmingsinstallatie:
 - kachel, centrale verwarming, warme luchtverwarming, elektrische verwarming, warmtepomp, ...;
 - energiebron: aardgas, gasolie, propaan, butaan, hout, ...;
 - distributie: leidingen, luchtkanalen, ...;
 - afgifte: radiatoren, convectors, vloer-, plafond-, muurverwarming...;
 - regeling: kamerthermostaat, thermostatische kranen, weerafhankelijke regeling...;
 - onderhoud: verwarmingsinstallaties op gas of gasolie moeten door een vakman geregeld worden onderhouden; nieuwe ontwikkelingen van verwarmingsketels die gebruik maken van de condensatiewarmte van de brandstof en waarbij de kwaliteit van de verbranding nauwlettend wordt bewaakt m.b.v. een regelsysteem, ...;
 - ...
- 4) Sanitair warm water:
 - een systeem voor de volledige woning; een apart systeem voor badkamer en keuken, ...;
 - warm water bereiding met aardgas, gasolie, propaan, butaan, hout, kolen, elektriciteit, ...;
 - warm water bereiding gekoppeld aan verwarmingsinstallatie met doorstroming of met voorraadvat, ...;
 - zonneboilersysteem, spaardouchekoppen, ...;
 - ...

Van een bestaande woning worden de gebouwschil, de verwarming en sanitaire installatie geanalyseerd en beoordeeld op hun energetische prestaties. Hiervoor worden verschillende meetinstrumenten gebruikt: plooiometer, kompas, hellingsmeter, ...

ST	DIM	KC	RP	ACT
1D	begrijpen	technische systemen	begrijpen dat men bij systeemdenken de onderlinge relatie onderzoekt van de onderdelen in technische systemen	<p>een verwarmingsinstallatie bestuderen en nagaan wat de invloed is van:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ een weerafhankelijke regeling op het systeem ▪ de vloerverwarming in het systeem ▪ een apart systeem voor warmwater t.o.v. een systeem gekoppeld aan de verwarmingsketel ▪ de toepassing van de condensatietechniek
3D	begrijpen	technische systemen	begrijpen dat het onderhoudsproces van technische systemen een aanzet kan zijn voor verdere optimalisatie ervan	<ul style="list-style-type: none"> ▪ een vakman dient op regelmatige basis (wettelijk bepaald) een onderhoud uit te voeren op de verwarmingsinstallatie ▪ de hierbij uitgevoerde verwarmingsaudit levert informatie die suggereert de oude installatie te vervangen door een moderne energiezuinige en milieuvriendelijke installatie
4D	begrijpen	technische systemen	begrijpen dat kwaliteitscontrole een planmatig proces is om te verzekeren dat technische systemen voldoen aan vastgestelde normen en wetten; bij massaproductie gebeurt deze controle aan de hand van steekproeven	<ul style="list-style-type: none"> ▪ het aanbrengen van isolatie in wanden, vloeren, plafonds, daken en rond de leidingen moet correct, zorgvuldig en nauwkeurig worden uitgevoerd ▪ tijdens het bouwproces dient nauwkeurig en voortdurend te worden gecontroleerd of de isolatiematerialen correct zijn aangebracht
6D	begrijpen	technisch proces	begrijpen dat het technisch proces de volgende stappen omvat: probleemstelling, ontwerpen, maken, in gebruik nemen, evalueren [ST]	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ontwerpen van een residentiële woning voor 4 personen verloopt volgens het technisch proces
8D	begrijpen	keuzes	begrijpen dat voor ontwikkeling en gebruik van technische systemen een kostenbatenanalyse dient gemaakt, die rekening houdt met normen en wetten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ de ontworpen woning mag een maximum oppervlakte niet overschrijden en moet binnen een afgesproken budget vallen
12D	hanteren	technisch proces	het technisch proces cyclisch doorlopen om een technisch systeem te realiseren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ het technisch proces doorlopen om een schaalmodel te maken van een energiezuinige woning
13D	hanteren	hulpmiddelen	meetinstrumenten als hulpmiddel kiezen en inzetten om de werking van technische systemen wetenschappelijk te beschrijven	<ul style="list-style-type: none"> ▪ van een bestaande woning de gebouwschil, de verwarming en sanitaire installatie analyseren en beoordelen op hun energetische prestatie, gebruikmakend van verschillende meetinstrumenten (plooimeter, kompas, hellingsmeter, ...)

15D	duiden	technische systemen	duiden dat vanuit een maatschappelijke bekommernis technische systemen worden ontwikkeld en gebruikt om de negatieve gevolgen van andere technische systemen te verminderen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ voor het verwarmen van de woning kan worden overwogen om een warmtepomp te gebruiken en voor de opwarming van sanitair warm water kan worden gekozen voor zonnepanelen ▪ beide ontwikkelingen zijn het resultaat van een maatschappelijke bekommernis om minder energie te gebruiken en milieuvriendelijker te stoken
16D	duiden	technische systemen	duiden dat technische systemen evolueren in de tijd door maatschappelijke veranderingen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ de wijze waarop wordt gebouwd en hoe de woningen worden uitgerust met technische installaties is de laatste 50 jaar enorm geëvolueerd door de stijging van bv. de prijzen van de bouwgrond, doordat veel gezinnen bestaan uit twee-verdieners, ...

3.2 Het kader toetsen in de klas

opzet van het experiment

Tijdens de periode van 1 januari tot 26 mei 2008 werd met beperkte middelen een kleinschalig experiment opgezet in het basis- en in het secundair onderwijs met de bedoeling eerste indrukken te verzamelen over de haalbaarheid van standaarden en referentiepunten voor de verschillende leeftijdsniveaus. Er werden 12 scholen van het officiële en 12 scholen van het vrije net gekozen. Het officiële net werd verder opgesplitst in 6 scholen voor het gemeentelijk onderwijs en 6 scholen voor het gemeenschapsonderwijs. In elk onderwijsnet waren evenveel basisscholen als secundaire scholen betrokken. Een filmploeg bezocht elke deelnemende school om een aantal leerling gerichte activiteiten met beeldmateriaal te verslaan.

keuze experimenteerscholen

De keuze van de experimenteerscholen werd gemaakt door de pedagogische begeleidingsdiensten van de verschillende onderwijsnetten. In onderling overleg werden een aantal criteria afgesproken die richtinggevend waren voor deze keuze:

- in het basisonderwijs werden vooral scholen gezocht die 'al een eind op weg zijn' met techniekonderwijs; in de eerste graad van het secundair onderwijs gold dit criterium minder omdat technologische opvoeding als vak al geruime tijd is ingeburgerd. Voor niveau D werd gekozen voor scholen met nijverheidstechnische studierichtingen, soms gekoppeld aan een ASO-school;
- er werd rekening gehouden met een regionale spreiding van de experimenteerscholen binnen elk onderwijsniveau;
- in het basisonderwijs werd gestreefd naar diversiteit in het onderwijsaanbod (kleuter- en lager onderwijs) en in de schoolorganisatie van de experimenteerscholen.

De experimenteerscholen kregen een bescheiden werkingstoe-lage en konden op de begeleiding terugvallen.

Onderstaande scholen werden in het TOS21-experiment betrokken. Afhankelijk van de aard van de school werden leerlingen bereikt uit één of meerdere leeftidsniveaus.

	Deelnemende experimenteerscholen	NIV A	NIV B	NIV C	NIV D
gemeenschapsonderwijs (GO)	Basisschool van het gemeenschapsonderwijs, Ronse	23	60		
	Basisschool van het gemeenschapsonderwijs, Bellegem	32	45		
	Basisschool van het gemeenschapsonderwijs, Nazareth	53	76		
	Koninklijk Technische Atheneum II Ensorinstituut, Oostende			116	
	Middenschool van het gemeenschapsonderwijs, Aarschot			125	
	Middenschool van het gemeenschapsonderwijs, Geel			46	
gemeentelijk onderwijs (OVSG)	Gemeentelijke kleuterschool, Halle-Booienhoven	11			
	Gemeentelijke basisschool, Vrasene		26		
	Gemeentelijke basisschool, Boutersem	191	319		
	Gemeentelijk technisch instituut, Beveren-Waas			9	17
	Gemeentelijk technisch instituut voor technisch onderwijs, Overijse				29
	<i>Gemeentelijk Technisch Instituut Sint-Jozef, Kalmthout, (*)</i>				
Vrij katholiek onderwijs (VSKO)	Vrije basisschool, Nieuwerkerken		159		
	Vrije lagere school voor buitengewoon onderwijs, Hoegaarden		58		
	Vrije basisschool, Berchem		49		
	Vrije basisschool, Zelzate	41	77		
	Vrije basisschool, Pittem	38	151		
	Vrije basisschool, Hamme		65		
	Technisch instituut Sint-Laurens – Maria Middelaars, Zelzate			99	
	Instituut Sint-Martinus, Koekelare			37	
	Sint-Aloysiuscollege, Diksmuide			11	
	Sint-Martinusscholen, Herk-de-Stad			36	
	Scholengroep Sint-Nicolaas, Sint-Niklaas				110
	Technisch Instituut Sint-Jansberg, Maaseik				33
	totaal aantal betrokken leerlingen per leeftidsniveau	389	1095	479	189
	(*)De plannen van deze school om mee te werken met het TOS21-experiment werden doorkruist door een schooldoorlichting. De directie gaf hierbij prioriteit aan de schooldoorlichting en heeft de leerkrachten niet extra belast met het TOS21-experiment.				

Figuur 6 Spreiding van deelnemende experimenteerscholen en aantallen participerende leerlingen per onderwijsnet over de niveaus heen

begeleiding van het experiment

Voor elk onderwijsniveau van elk onderwijsnet werd een coach aangeduid door de betrokken pedagogische begeleidingsdienst. De coach stelde zich op als intermediaire schakel tussen het TOS21-project en de individuele experimenteerschool. Hij verzorgde de intake, maakte de nodige afspraken, motiveerde en stimuleerde tot medewerking. Hij stond in voor de introductie van het TOS21-gedachtgoed, zorgde voor verdere oriëntering en begeleiding van het experiment teneinde relevante feedback voor het eindverslag te verzamelen. Indien nodig kon de coach een beroep doen op een TOS21-projectmedewerker of op een EWI-projectcoördinator van een EWI-project, dat één of meerdere educatieve pakketten omvat.

lesmateriaal

De scholen konden kiezen om te werken met eigen materiaal of met één (of meerdere) van de geselecteerde EWI-projecten. De ingelaste EWI-projecten vonden hun oorsprong in het actieplan wetenschapsinformatie en innovatie, gesubsidieerd door de Vlaamse Gemeenschap, departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI).

Deze projecten hebben tot doel om de Vlaamse jongeren in contact te brengen met wetenschappen, techniek en innovatie en richten zich dus ook tot het onderwijs. Elk educatief pakket binnen het project is op een specifieke doelgroep gefocust. In de volgende tabel met voetnoten zijn de weblinks met meer informatie over deze educatieve pakketten opgenomen.

Educatieve pakketten	Structurele partners EWI-projecten	leeftijdsgroep			
		NIV A	NIV B	NIV C	NIV D
Wardje & Oortjes gespitst ¹⁰	Roger van Overstraeten Society – Leuven	x			
Sluit de Stroomkring ¹¹	Roger van Overstraeten Society – Leuven		x		
Chip! Chip! Chip! Hoera ¹²	Roger van Overstraeten Society – Leuven		x	x	
Ingenieur vanaf 13 ¹³	Roger van Overstraeten Society – Leuven			x	
IT 's ALIVE ¹⁴	Roger van Overstraeten Society – Leuven			x	
GPS ¹⁵	Stimulus Vrije Universiteit – Brussel		x	x	
GSM ¹⁶	Stimulus Vrije Universiteit – Brussel			x	
Toleon ¹⁷	Arteveldehogeschool – Gent			x	
Alimento ¹⁸	Arteveldehogeschool – Gent			x	
Techno-Ki[d]ts ¹⁹	Hogeschool West-Vlaanderen – Brugge/Oostende/Kortrijk				x

Figuur 7 Aanbod van educatieve pakketten binnen de EWI-projecten voor de verschillende niveaus

verwachte output: eindverslag van de coach

In overleg met de coach en/of de EWI-projectcoördinator kozen de leraren van de experimenteerscholen de referentiepunten en bepaalden de wijze waarop deze zouden worden onderzocht. Elke experimenteerschool zorgde voor een eigen schoolverslag. In dit schoolverslag werden de feedbackgegevens over de getoetste referentiepunten verzameld, alsook uitspraken en/of nuanceringsen geformuleerd over de haalbaarheid ervan. Het verslag, aangevuld met het gebruikte lesmateriaal, omvatte leaar- en schoolspecifieke suggesties, evenals vaak geuite bekommernissen. De coach verwerkte de ingezamelde schoolverslagen in een eindverslag waarin de haalbaarheid van de referentiepunten werd beschreven en een aantal conclusies en aanbevelingen werden geformuleerd. Deze eindverslagen vormden de bron voor de eigen rapportering.

differentiatie noodzakelijk

Omwille van de eigenheid van elk onderwijsniveau werd ervoor gekozen de feedback afzonderlijk te houden voor het basis- en het secundair onderwijs.

¹⁰ <http://www.rvo-society.be/ned/wardje.htm>

¹¹ <http://www.rvo-society.be/ned/SluitdeStroomkring.htm>

¹² <http://www.rvo-society.be/ned/chipchipchiphoera.htm>

¹³ <http://www.rvo-society.be/ned/IR13.htm>

¹⁴ <http://www.rvo-society.be/ned/itsalive.htm>

¹⁵ <http://stimulus.vub.ac.be/stimulusgsm/FlashContent.htm>

¹⁶ http://www.stimulus.eu/stimulusgps/opd3_4_7_8/flash/main.html

¹⁷ <http://www.toleon.be>

¹⁸ <http://www.alimento.be>

¹⁹ <http://www.technokidts.be>

Het ontwikkelingsniveau van de leerlingen, het vormingsniveau en de specialisatie van leraren, de materiële organisatie in de plaatselijke school en de specifieke schoolcultuur zijn te divers om bij het interpreteren van de ervaringen en bevindingen er geen rekening mee te houden.

Bovendien werden begeleidingstrajecten gebruikt eigen aan het onderwijsniveau en het onderwijsnet.

Hieronder worden de feedbackgegevens van basis- en secundair onderwijs dus afzonderlijk samengebracht. Voor zover mogelijk zullen gemeenschappelijke slotconclusies worden geformuleerd.

3.2.1 Experimenteerfase in het basisonderwijs

3.2.1.1 Intake

In overleg met de pedagogische begeleidingsdiensten werden scholen aangezocht en bezocht.

Tijdens een intakegesprek werd het opzet van het experiment, de faciliteiten en de verwachte output door de coach toegelicht. In overleg met de coach, de EWI-projectcoördinator en/of de TOS21-projectmedewerker spraken de leerkrachten af om van een aantal referentiepunten na te gaan of ze in bestaand lesmateriaal herkenbaar aanwezig zijn en om ze met behulp hiervan op haalbaarheid te toetsen. In bepaalde gevallen moest daarvoor enige bijsturing van het lesmateriaal gebeuren.

Voor de meeste basisscholen was het echter geen probleem om m.b.v. het 'kader voor technische geletterdheid' eigen lesmateriaal en thema's te screenen.

Wie geen gebruik maakte van eigen lesmateriaal, liet zich inspireren door 4 geselecteerde educatieve pakketten voor het basisonderwijs:

- RvO-Society, Wardje, & Oortjes gespitst
- RvO-Society, Sluit de Stroomkring
- RvO-Society, Chip! Chip! Chip! Hoera
- VUB, Stimulus, GPS

De scholen die met een EWI-project werkten, pasten dat aan de specifieke schoolsituatie aan.

	NIV A		NIV B	
	EWI-projecten	eigen materiaal	EWI-projecten	eigen materiaal
Gemeenschapsonderwijs (GO!)	0	6	4	11
Stedelijk / gemeentelijk onderwijs (OVSG)	1	6	2	12
Vrij katholiek onderwijs (VSKO)	1	3	2	25

Figuur 8 Aantal experimenten met EWI- en eigen projecten per onderwijsnet voor NIV A en B

selectie van referentiepunten

In de meeste scholen participeerden meerdere klassen aan het experiment. Bepaalde klassen deden meer dan één experiment. Sommige gebruikten eigen, andere EWI-projectmateriaal, zodat met de referentiepunten in diverse situaties werd geëxperimenteerd. De selectie van de referentiepunten gebeurde in overleg met de betrokken scholen en leraren. In samenspraak met de TOS21-projectmedewerker werden de gekozen referentiepunten in kaart gebracht en de witte vlekken aangeduid. De overblijvende referentiepunten werden in overleg met de coaches over de onderwijsnetten verdeeld en toegevoegd aan de opdracht van de betrokken experimenteerderscholen.

3.2.1.2 Spreiding van de referentiepunten en projecten

Na de intakegesprekken en het vastleggen van de referentiepunten kon voor niveaus A en B de spreiding van de referentiepunten worden bepaald. Uit fig. 8 en fig. 9 blijkt een behoorlijk evenwichtige spreiding over de 3 dimensies.

		begrijpen							hanteren					duiden						
NIVEAU A	kerncomponent*	TS					TP	H	K	TS			TP	H	TS			TP		K
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	GO!	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
	OVSG ²⁰	12	1	0	7	1	1	12	1	0	1	0	13	10	8	0	0	0	0	3
	VSKO	0	0	2	0	1	2	2	1	2	2	2	0	2	0	2	0	0	0	0
	aantal keer getoetst	13	2	2	7	2	3	13	2	3	4	3	13	12	9	2	0	0	0	3
	(*) verwijzingen naar kerncomponent: TS = technisch systeem – TP = technisch proces – H = hulpmiddelen – K = keuzes																			

Figuur 9 Spreiding van de referentiepunten per onderwijsnet voor NIV A

		begrijpen								hanteren					Duiden					
NIVEAU B	kerncomponent*	TS					TP	H	K	TS			TP	H	TS			TP		K
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	GO!	2	4	0	0	0	4	0	0	2	4	2	4	0	2	0	0	4	4	0
	OVSG	11	7	4	2	1	2	4	0	6	6	4	2	5	4	5	3	3	0	4
	VSKO ²¹	16	13	16	12	20	22	18	10	12	8	6	15	15	16	7	12	13	6	12
	aantal keer getoetst	29	24	20	14	21	28	22	10	20	18	12	21	20	22	12	15	20	10	16
	(*) verwijzingen naar kerncomponent: TS = technisch systeem – TP = technisch proces – H = hulpmiddelen – K = keuzes																			

Figuur 10 Spreiding van de referentiepunten per onderwijsnet voor NIV B

Heel wat leraren kozen ervoor om met eigen materiaal te werken om de haalbaarheid van de referentiepunten te toetsen. Wie met een EWI-project werkte, kon op eenzelfde manier de haalbaarheid van de referentiepunten onderzoeken. Het aantal toetsingen via EWI-projecten is echter voor elk referentiepunt behoorlijk lager. Voor het kleuteronderwijs werden zo 2 referentiepunten niet bevraagd.

²⁰ Het groot aantal toetsingen in het OVSG is een gevolg van het feit dat hier een autonome kleuterschool en een grote kleuterschool die bij een schoolproject inzake techniek is betrokken, ook aan het experiment hebben deelgenomen.

²¹ De scholen uit het VSKO zorgden voor de meeste informatie; ze waren numeriek dubbel in aantal bij het experiment betrokken. Bij een aantal scholen ervan werden alle klassen ingeschakeld.

		begrijpen								hanteren						duiden					
NIVEAU...A	kerncomponent*	TS					TP	H	K	TS			TP	H	TS			TP	K		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	eigen project	12	1	1	6	0	1	11	1	2	2	2	13	11	9	1	0	-	-	3	
	EWI-project	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	0	1	1	1	0	-	-	1	
	(*) verwijzing naar kerncomponent: TS = technisch systeem – TP = technisch proces – H = hulpmiddelen – K = keuzes																				

Figuur 11 Spreiding van de referentiepunten over EWI- en eigen projecten voor NIV A

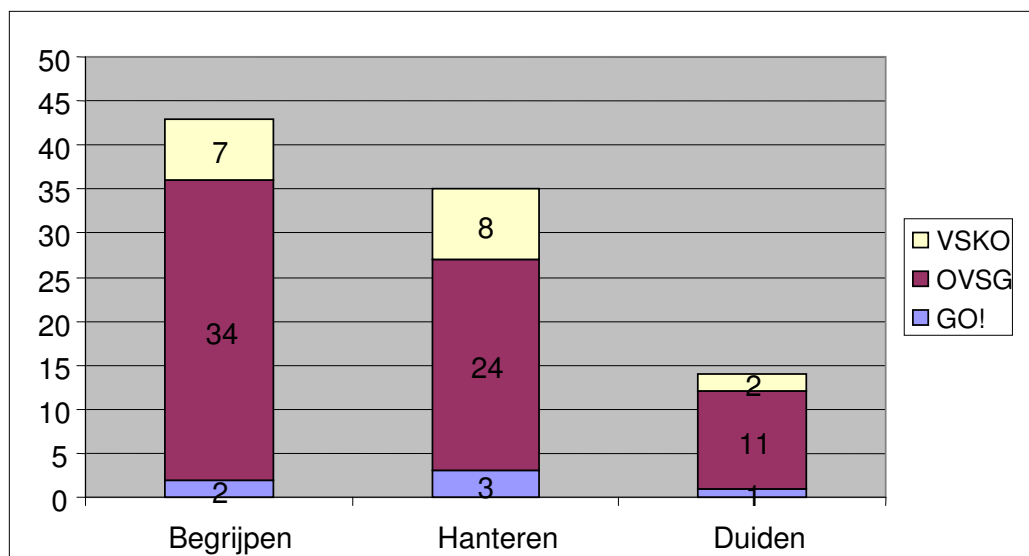
		begrijpen							hanteren						duiden					
NIVEAU...B	kerncomponent*	TS					TP	H	K	TS			TP	H	TS			TP		K
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	eigen project	25	23	18	11	19	26	18	8	18	17	11	18	18	18	11	15	13	9	12
	EWI-project	4	1	2	3	2	2	4	2	2	1	1	3	2	4	1	1	3	1	4
	(*) verwijzing naar kerncomponent: TS = technisch systeem – TP = technisch proces – H = hulpmiddelen – K = keuzes																			

Figuur 12 Spreiding van de referentiepunten over EWI- en eigen projecten voor NIV B

De mate waarin de referentiepunten voor de dimensies begrijpen, hanteren en duiden op haalbaarheid werden getoetst, kan een indicatie zijn voor de mate van het belang die de leraren aan de dimensies toekennen. De fig. 12, 13 en 14 geven weer hoe het er in het kleuterniveau aan toe ging; de fig. 15, 16 en 17 brengen het lager onderwijs in kaart.

spreiding niveau A

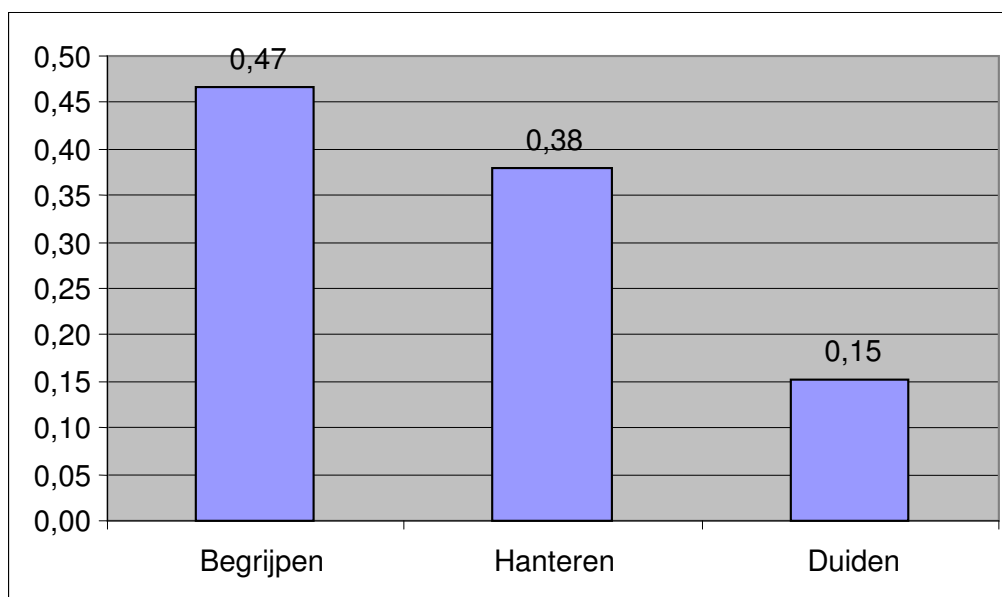
In de volgende figuur is weergegeven wat de absolute frequentie is van de referentiepunten over de onderwijsnetten voor niveau A, gegroepeerd volgens de dimensies begrijpen, hanteren en duiden.



Figuur 13 Overzicht van de absolute frequentie van de 3 dimensies voor NIV A

De dimensie 'begrijpen' komt het meest aan bod; de dimensie 'duiden' het minst.

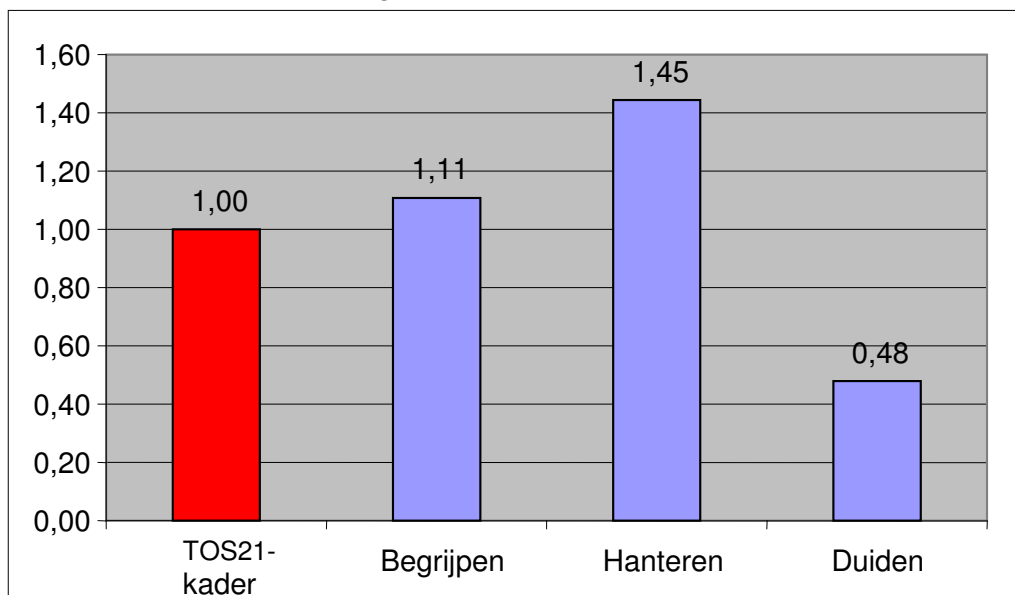
Het diagram hieronder visualiseert de relatieve frequentie van de referentiepunten en het belang eraan gehecht op niveau A, gegroepeerd volgens de 3 dimensies (dekkingsgraad).



Figuur 14 Overzicht van de relatieve frequentie van de 3 dimensies voor NIV A

De meeste aandacht gaat naar 'begrijpen'. Aan 'duiden' werd op niveau A minder aandacht besteed.

Volgend overzicht toont het belang toegekend aan begrijpen, hanteren en duiden op niveau A t.o.v. het belang (penetratiegraad) dat binnen het TOS21-kader aan de 3 dimensies wordt gehecht.

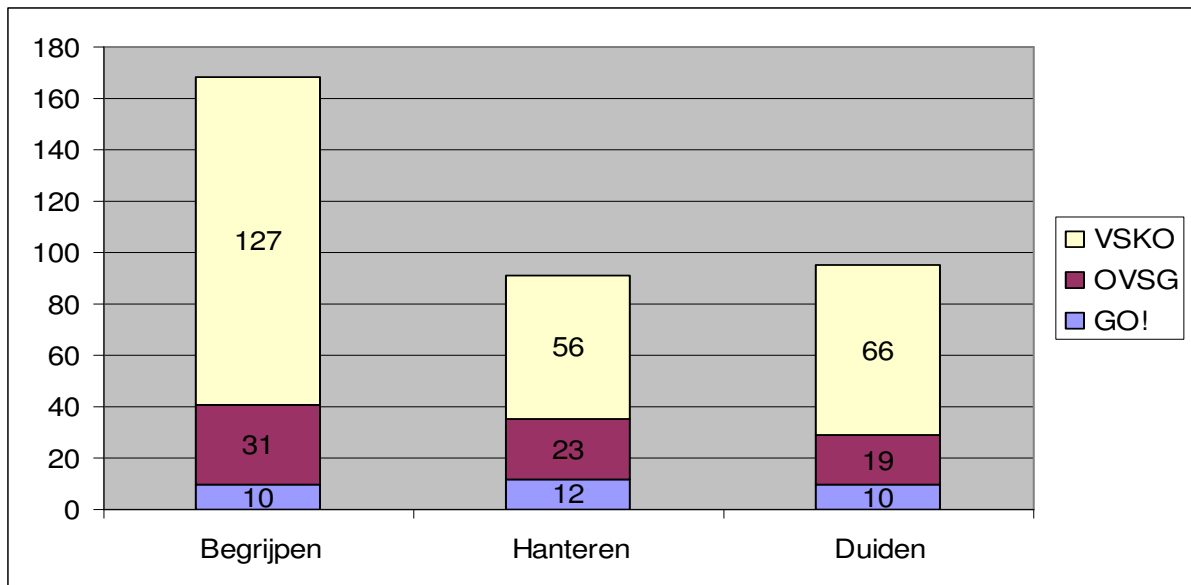


Figuur 15 Verhouding van de 3 dimensies t.o.v. het TOS21-kader voor NIV A

Er is meer belang gehecht aan 'begrijpen' maar het komt grofweg overeen met het TOS21-kader; 'hanteren' komt beduidend meer en 'duiden' aanzienlijk minder aan bod.

spreiding niveau B

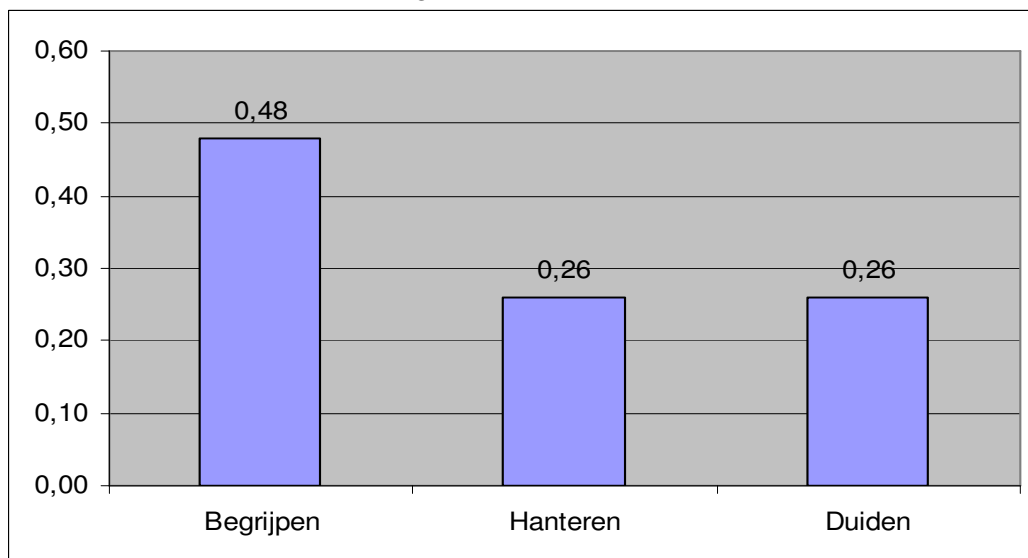
In onderstaande overzichtstabel is de absolute frequentie van referentiepunten over de onderwijsnetten in niveau B, gegroepeerd volgens de 3 dimensies gereproduceerd.



Figuur 16 Overzicht van de absolute frequentie van de 3 dimensies voor NIV B

Ook voor niveau B worden de referentiepunten voor de dimensie 'begrijpen' het meest op haalbaarheid getoetst; 'hanteren' en 'duiden' komen nagenoeg evenveel aan bod.

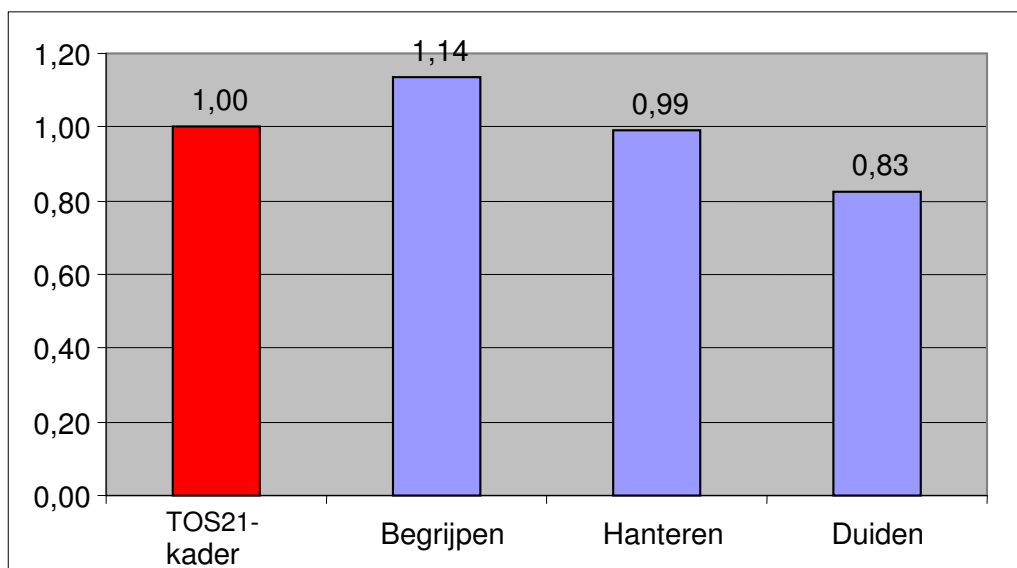
In onderstaande figuur is een overzicht gegeven van de relatieve frequentie van referentiepunten op niveau B, gegroepeerd volgens de 3 dimensies.



Figuur 17 Overzicht van de relatieve frequentie van de 3 dimensies voor NIV B

De helft van de referentiepunten had betrekking op 'begrijpen', de andere helft werd gelijkmatig over 'hanteren' en 'duiden' verdeeld.

Volgende grafiek geeft een overzicht van het belang toegekend aan begrijpen, hanteren en duiden op niveau B t.o.v. het belang dat binnen het TOS21-kader aan deze 3 dimensies wordt gehecht.



Figuur 18 Verhouding van de 3 dimensies t.o.v. het TOS21-kader voor NIV B

Tijdens het experiment komt de aandacht voor 'begrijpen' en 'hanteren' goed tot zeer goed overeen met het belang hieraan toegekend binnen het TOS21-kader; de aandacht voor 'duiden' is echter minder.

3.2.1.3 Begeleiding van de experimenteeropdracht door coaches en EWI-projectcoördinatoren

De coach van elk onderwijsnet zette een specifieke begeleiding op om de experimenteeropdracht efficiënt te volbrengen. Naar gelang van het onderwijsnet werd hierbij een verschillende werkwijze gevolgd.

Waar gewenst werd de TOS21-projectmedewerker betrokken bij de begeleiding van het experiment om de leraren de nodige ondersteuning te bieden.

gemeenschapsonderwijs

De trajectbegeleiding verliep volgens een aantal fasen.

Introductiefase:

- de leerkrachten krijgen via concrete opdrachten zicht op de TOS21-visie en op de mogelijkheden om deze visie didactisch te vertalen;
- de doelstellingen van het experiment worden verduidelijkt;
- de referentiepunten worden toegelicht;
- de geselecteerde EWI-projecten worden voorgesteld;
- er worden afspraken gemaakt m.b.t. het traject.

Experimenteerfase:

- uitwerken, bespreken en bijsturen van een zelf uitgewerkt thema, project of les a.h.v. reflectiemomenten met de coaches i.s.m. de TOS21-projectmedewerker;

- referentiepunten kiezen en koppelen aan de uitgewerkte thema's, projecten of lessen voor de bepaalde leeftijdsniveaus door de leerkracht i.s.m. de coach;
- uitproberen in de lespraktijk en bijwonen van verschillende lessen door de coach.

Tussentijdse uitwisseling van ervaringen met basisscholen en secundaire scholen i.f.v. het experiment.

Output:

- verzamelen van foto's of beschikbaar filmmateriaal, andere outputgegevens door de individuele leerkracht i.s.m. de coach om aan te tonen dat de referentiepunten zijn bereikt;
- bespreken van de bevindingen van de leerkrachten t.a.v. visie op en aanpak van techniek in de klas.

Herhalen van het proces in de school voor de volgende experimenten in de klas.

stedelijk / gemeentelijk
onderwijs

De drie scholen worden door de coach gecontacteerd op grond van de door TOS21 vooropgestelde selectiecriteria. Bij het begin van het experiment heeft in elke school een intakegesprek plaatsgevonden met de directie en de verantwoordelijke(n) voor initiatieven betreffende techniek die al liepen.

Tijdens deze **eerste bijeenkomst** werden wederzijdse verwachtingen verduidelijkt. Verder werd nagegaan hoe het referentiekader op de meest effectieve wijze kon worden getoetst, rekening houdend met de activiteiten die het normale verloop van wereldoriëntatie verstevigen en niet verstoren.

Bij een **tweede ontmoeting** in elk van de scholen werd het referentiekader toegelicht aan de rechtstreeks betrokkenen:

- in Halle-Booienhoven, de directie binnen haar lesopdracht;
- in Vrasene, de twee betrokken leerkrachten;
- in Boutersem, een teamvergadering over het project.

Op deze bijeenkomst werden tevens alle afspraken vastgelegd:

- wie doet wat en op welke ondersteuning kan de leraar rekenen?
- opstellen van een timing met vastleggen van bijeenkomsten waaraan coach en/of EWI-projectcoördinator participeren;
- afspraken inzake rapportering en registratie van informatie.

Zowel in Vrasene als in Halle-Booienhoven waren de EWI-projectcoördinatoren hierbij aanwezig.

Bij de **volgende bijeenkomsten** werd in elke school gewerkt volgens de gemaakte afspraken. Bij de verslaggeving (rapportering) hebben de scholen de gevraagde ondersteuning gekregen. De coach heeft in elke locatie ook een uitgebreide reeks foto's gemaakt, die het gebeuren in de school reconstrueerbaar maken. Deze foto's kunnen zowel de verslagen van de school als dit rapport illustreren.

De coach koos in overleg met de regionale pedagogische begeleiding de experimenteerscholen verspreid over de verschillende provincies.

De verschillende scholen werden door de coach bezocht.

Tijdens een **intakegesprek** werden de scholen geïnformeerd over het opzet van het experiment. De directies en de kandidaat-leraren werden betrokken bij dit gesprek. Er werden afspraken gemaakt om bepaalde referentiepunten in hun praktijk te toetsen op basis van eigen lesmateriaal.

De betrokken leraren van de experimenteerscholen en hun ondersteunende pedagogische begeleiders werden uitgenodigd op **een gezamenlijke startvergadering**. Tijdens deze vergadering werd de opdracht toegelicht, het kader voor technische getuigenheid geïntroduceerd en geïllustreerd en werden de kwaliteitsnormen voor de verslaggeving en de output meegegeven. Ook de EWI-projecten werden toegelicht.

De leraren hebben **eigen school- en klasexperimenten** uitgevoerd. De activiteiten en de projecten werden voorbereid, uitgevoerd en in een lesverslag beschreven.

Tijdens een **tussentijds gemeenschappelijk overleg** werden de praktijkvoorbeelden voorgesteld en becommentarieerd.

De lesexperimenten werden met de gevraagde referentiepunten verbonden. Er werden aanzetten gegeven om het verslag te stroomlijnen.

De experimenten werden tijdens het tussentijds overleg op grond van opgedane ervaringen bijgestuurd.

3.2.1.4 Reflecties door leraren, coachen en EWI-projectcoördinatoren

het opzet

De effectieve looptijd van het experiment was te kort, mede omdat omwille van diverse redenen de scholen (veel) later dan de voorziene datum (medio januari 2008) van start konden gaan.

Ondanks de inzet en de intensieve medewerking van alle betrokkenen konden door deze strakke timing scholen en leraren onvoldoende worden voorbereid en begeleid. Binnen de voorziene tijd was het voor de coach niet altijd gemakkelijk om een representatief beeld te krijgen van de haalbaarheid van de referentiepunten in zijn scholen.

De krappe timing bemoeilijkte:

- het zoeken naar scholen (en vinden van) die willen meewerken aan het experiment;
- het briefen van scholen en leraren over het opzet en de inhoud van het TOS21-concept;
- het briefen van de reguliere begeleiders om hen in te schakelen bij het begeleiden van het experiment.

Verder moet worden opgemerkt dat de betrokken scholen al meerdere voortrekkersrollen hebben vervuld inzake techniek en dus niet representatief zijn voor de Vlaamse scholen.

voorbereiding en begeleiding

De aangesproken leraren hebben allen enige voeling met techniek. Bij het concretiseren van referentiepunten hebben ze vooral naar inzicht gehandeld.

Volgens hun opvattingen waren de meeste referentiepunten haalbaar.

Als dat niet zo was, dan werden volgende redenen aangehaald:

- het materiaal ontbreekt;
- de moeilijkheid om de referentiepunten met een concrete leeractiviteit te verbinden.

Deze bekommernissen konden tijdens het experiment worden opgevangen of begeleid dankzij:

- **schooloverstijgende overlegmomenten** in te lassen. Deze werden als zeer verrijkend ervaren. De deelnemers konden met elkaar kennis maken en van gedachten wisselen;
- een **kernteam of een gangmaker** op school aan te spreken. Hij wordt een interne coach die bij twijfels of problemen kan worden aangesproken. Daar is gebleken dat het kiezen op schoolniveau bv. voor een project, een dynamiek op gang brengt die aarzelende leraren mee over de drempel tilt. Het versterkte groepsgevoel zorgt tevens voor een zekere veiligheid omdat ook andere werkvormen (klasdoorbrekend werken bv.) compenserend kunnen zijn voor ontbrekende competenties;
- een **adequate begeleiding** in het bijzonder met het oog op het versterken van het zelfvertrouwen van sommige leraren en de bewustmaking dat zij niet alles moeten weten en kunnen (geen ingenieur zijn) om een goede les te geven;
- in het begeleidingsproces leraren **na te scholen** en hen te leren zoeken en kijken naar het ontwikkelen van technische systemen vanuit een behoefte, naar de onderdelen van het technisch systeem in relatie tot elkaar, technische processen met leerlingen te doorlopen, hulpmiddelen ruimer te bekijken en kinderen te leren vanuit al dan niet zelf aangebrachte criteria keuzes te laten maken binnen het ontwerpen, optimaliseren van het technisch systeem.

Op die manier werden met de **nodige begeleiding en vorming op maat van leerkrachten** de kerncomponenten van techniek duidelijk.

randvoorwaarden

Om techniekonderwijs mogelijk te maken is de vindbaarheid en de betaalbaarheid van aangepast materiaal aan het doel en aan de doelgroep noodzakelijk.

Voor veel technische realisaties is het niet meer mogelijk te ontdekken hoe ze werken. Om diverse redenen (miniaturisatie, veiligheid, productie-efficiëntie, ...) worden onderdelen in een gesloten systeem geperst dat niet meer kan worden open gemaakt. Hierdoor wordt de noodzaak beklemtoond dat voor goed techniekonderwijs het ontwikkelen en ter beschikking stellen van specifiek didactisch materiaal nodig is.

resultaten	<p>De resultaten van het onderzoek zijn eerder positief. Behalve voor de referentiepunten van de dimensie 'duiden', vormde het voor de meeste leraren geen probleem om de referentiepunten in concrete activiteiten om te zetten.</p> <p>De meeste referentiepunten werden dan ook door de leerkrachten als 'haalbaar' beschouwd.</p>
relativering van de resultaten	<p>Niettemin mag niet uit het oog worden verloren dat het hier om een kleinschalig, kortlopend en beperkt onderzoek gaat, zodat de resultaten ervan enkel indicatief kunnen zijn. Uitspraken over haalbaarheid van referentiepunten moeten worden gerelativeerd omdat:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ in het experiment niet werd gepeild naar het leerresultaat bij de leerlingen zelf (haalbaarheid door de leerlingen); ▪ de referentiepunten meerdere interpretaties toelaten; ▪ leerkrachten over het algemeen geen ervaring hebben met onderzoeksmethodologie; ▪ leerkrachten de referentiepunten als doelstellingen voor een welbepaalde les hebben geïnterpreteerd, waardoor het referentiepunt in één enkele context werd geplaatst (waar het voor alle contexten is bedoeld); ▪ er onvoldoende rekening kon worden gehouden met effecten van verschillen in beginsituatie van de leerlingen (zoals milieufactoren, aanleg, voorkennis) op de haalbaarheid van de referentiepunten (door leerlingen); ▪ er onvoldoende rekening kon worden gehouden met de verschillen in beginsituatie van de leraren: <ul style="list-style-type: none"> • de nodige technische (voor)kennis; • het beschikken over een adequate didactiek; • het kunnen leggen van de relatie tussen techniek en andere leer/vakgebieden; • een eigen waardering voor techniek als algemene vormingscomponent. ▪ de continuïteit en progressiviteit van referentiepunten in één bepaalde leerlijn niet werden onderzocht.

3.2.2 Experimenteerfase in het secundair onderwijs

3.2.2.1 Intake

De coaches informeerden de scholen en leerkrachten over de experimenteerfase. Wie geen gebruik maakte van eigen lesmateriaal kon gebruik maken van de geselecteerde educatieve pakketten binnen de EWI-projecten voor het secundair onderwijs:

- RvO-Society, Ingenieur vanaf 13
- RvO-Society, IT's ALIVE
- VUB, Stimulus, GPS
- Arteveldehogeschool, Toleon
- Arteveldehogeschool, Alimento

	NIV C		NIV D	
	EWI-projecten	eigen materiaal	EWI-projecten	eigen materiaal
Gemeenschapsonderwijs (GO!)	4	2	0	0
Stedelijk / gemeentelijk onderwijs (OVSG)	1	0	0	2
Vrij katholiek onderwijs (VSKO)	2	6	0	3

Figuur 19 Spreiding van keuze voor EWI- en eigen projecten per onderwijsnet voor NIV C en D

3.2.2.2 Spreiding van de referentiepunten en projecten

De leerkrachten kozen in samenspraak met de coaches en EWI-projectcoördinatoren de projecten en de referentiepunten waarmee werd gewerkt. TOS21 waakte erover dat alle referentiepunten minimaal één keer aan bod kwamen. Sommige scholen voerden voor een bepaald niveau al dan niet met eigen materiaal meer dan één experiment uit.

		begrijpen								hanteren					duiden					
NIVEAU C	kerncomponent*	TS					TP	H	K	TS			TP	H	TS			TP	K	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	GO!	8	7	6	3	6	6	4	5	7	6	3	8	4	4	5	6	3	5	6
	OVSG	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
	VSKO	6	7	4	5	5	7	5	3	4	6	4	5	4	4	4	4	3	4	2
	aantal keer getoetst	15	15	10	8	12	13	10	9	12	13	7	14	9	9	10	11	7	10	8
	(*) verwijzingen naar kerncomponent: TS = technisch systeem – TP = technisch proces – H = hulpmiddelen – K = keuzes																			

(*) verwijzingen naar kerncomponent: TS = technisch systeem – TP = technisch proces – H = hulpmiddelen – K = keuzes

Figuur 20 Spreiding van de referentiepunten per onderwijsnet voor NIV C

		begrijpen								hanteren					duiden					
NIVEAU D	kerncomponent*	TS					TP	H	K	TS			TP	H	TS			TP	K	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	GO!	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	OVSG	2	2	1	0	1	2	1	0	1	0	0	1	2	0	1	1	0	1	0
	VSKO	2	3	1	1	2	3	3	1	1	2	3	1	3	3	1	1	1	3	1
	aantal keer getoetst	4	5	2	1	3	5	4	1	2	2	3	2	5	3	2	2	1	4	1
	(*) verwijzingen naar kerncomponent: TS = technisch systeem – TP = technisch proces – H = hulpmiddelen – K = keuzes																			

(*) verwijzingen naar kerncomponent: TS = technisch systeem – TP = technisch proces – H = hulpmiddelen – K = keuzes

Figuur 21 Spreiding van de referentiepunten per onderwijsnet voor NIV D

Op de volgende figuur is de spreiding weergegeven van de referentiepunten over de EWI-projecten en de eigen projecten.

		begrijpen								hanteren					duiden					
NIVEAU...C	kerncomponent*	TS					TP	H	K	TS			TP	H	TS			TP	K	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	eigen project	5	7	3	5	4	6	5	3	4	6	3	5	4	4	5	4	3	5	3
	EWI-project	10	8	7	3	8	7	5	6	8	7	4	9	5	5	5	7	4	5	5
	(*) verwijzing naar kerncomponent: TS = technisch systeem – TP = technisch proces – H = hulpmiddelen – K = keuzes																			

(*) verwijzing naar kerncomponent: TS = technisch systeem – TP = technisch proces – H = hulpmiddelen – K = keuzes

Figuur 22 Spreiding van de referentiepunten over EWI- en eigen projecten voor NIV C

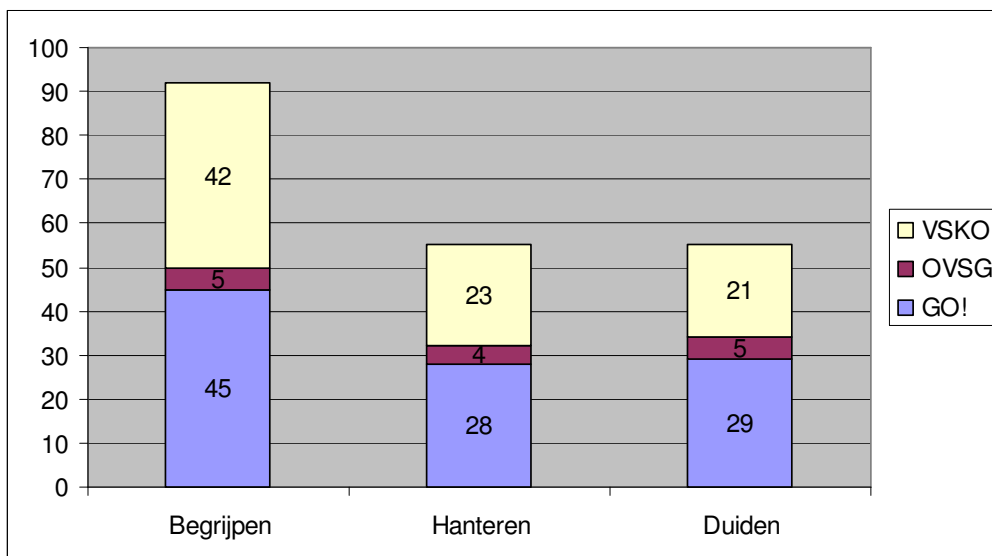
		begrijpen								hanteren						duiden					
NIVEAU ...D	kerncomponent*	TS					TP	H	K	TS			TP	H	TS			TP	K		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	eigen project	4	5	2	1	3	5	4	1	2	2	3	2	5	3	2	2	1	4	1	
	EWI-project	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	(*) verwijzing naar kerncomponent: TS = technisch systeem – TP = technisch proces – H = hulpmiddelen – K = keuzes																				

Figuur 23 Spreiding van de referentiepunten over EWI- en eigen projecten voor NIV D

Op niveau C werden alle referentiepunten meermaals onderzocht zowel bij het werken met eigen als met EWI-projecten. Op niveau D werd enkel gewerkt met eigen materiaal. Hier werden alle referentiepunten minimaal één keer op hun haalbaarheid onderzocht.

spreiding niveau C

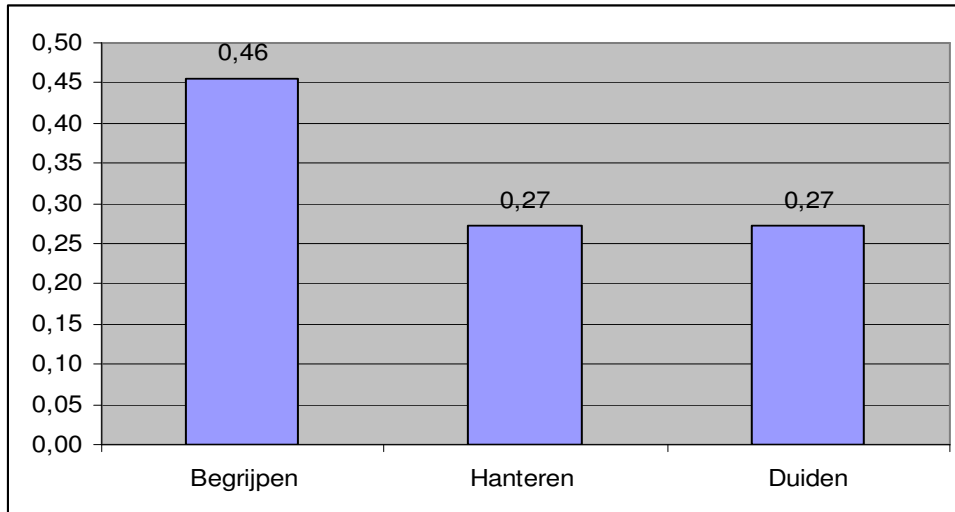
Op de volgende figuur is weergegeven wat de absolute frequentie is van de referentiepunten over de onderwijsnetten voor niveau C, gegroepeerd volgens de dimensies begrijpen, hanteren en duiden.



Figuur 24 Overzicht van de absolute frequentie van de 3 dimensies voor NIV C

De dimensie 'begrijpen' komt het meest aan bod; er is een evenredige verdeling voor 'hanteren' en 'duiden'.

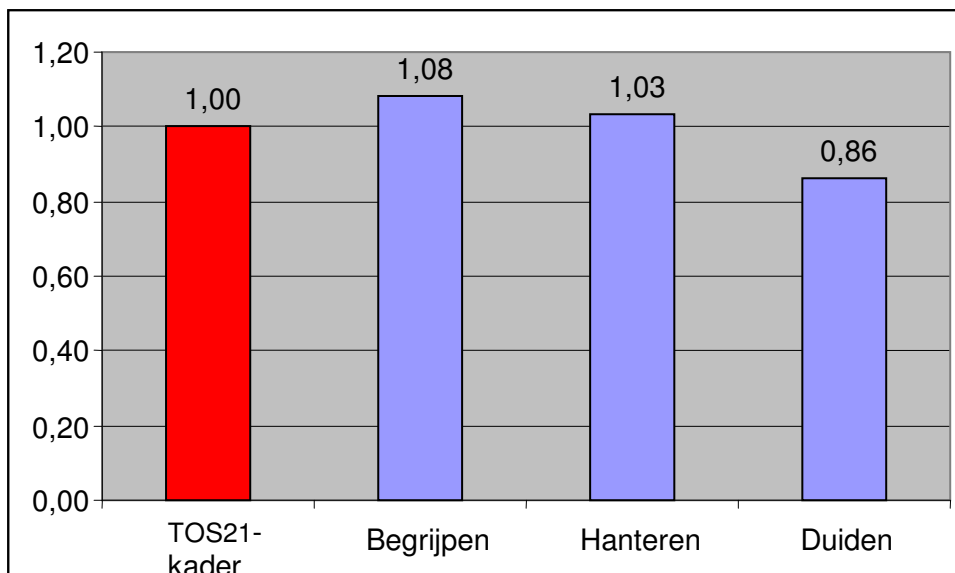
Op de volgende figuur is een overzicht gegeven van de relatieve frequentie van referentiepunten op niveau C, gegroepeerd volgens begrijpen, hanteren en duiden (dekkingsgraad) waarmee wordt aangegeven welk belang werd gehecht aan de 3 dimensies apart.



Figuur 25 Overzicht van de relatieve frequentie van de 3 dimensies voor NIV C

De meeste aandacht ging naar 'begrijpen'. Aan 'hanteren' en 'duiden' werd op niveau C evenveel belang gehecht.

De volgende figuur geeft voor niveau C een overzicht van het belang toegekend aan begrijpen, hanteren en duiden t.o.v. de belangrijkheid gehecht aan de 3 dimensies (penetratiegraad) binnen het TOS21-kader.

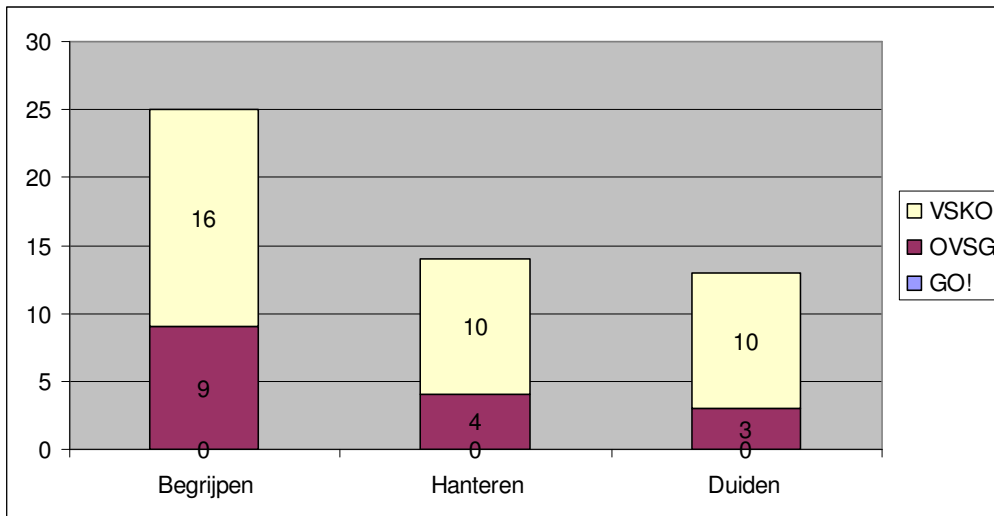


Figuur 26 Verhouding van de 3 dimensies t.o.v. het TOS21-kader voor NIV C

Op niveau C is evenveel aandacht besteed aan 'begrijpen' en 'hanteren' als in het TOS21-kader. Er is minder aandacht voor 'duiden'.

spreading niveau D

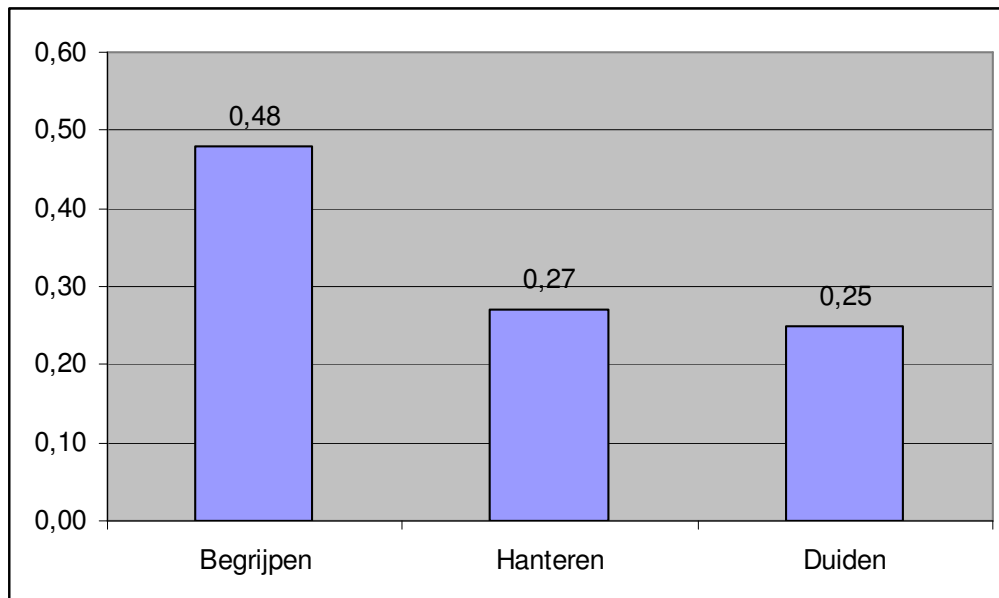
Op de volgende figuur is weergegeven wat de absolute frequentie is van de referentiepunten over de onderwijsnetten voor niveau D, gegroepeerd volgens de 3 dimensies.



Figuur 27 Overzicht van de absolute frequentie van de 3 dimensies voor NIV D

De dimensie 'begrijpen' komt het meest aan bod; er is een evenredige verdeling voor 'hanteren' en 'duiden'. Het GO! opteerde ervoor in het secundair onderwijs enkel te experimenteren op niveau C.

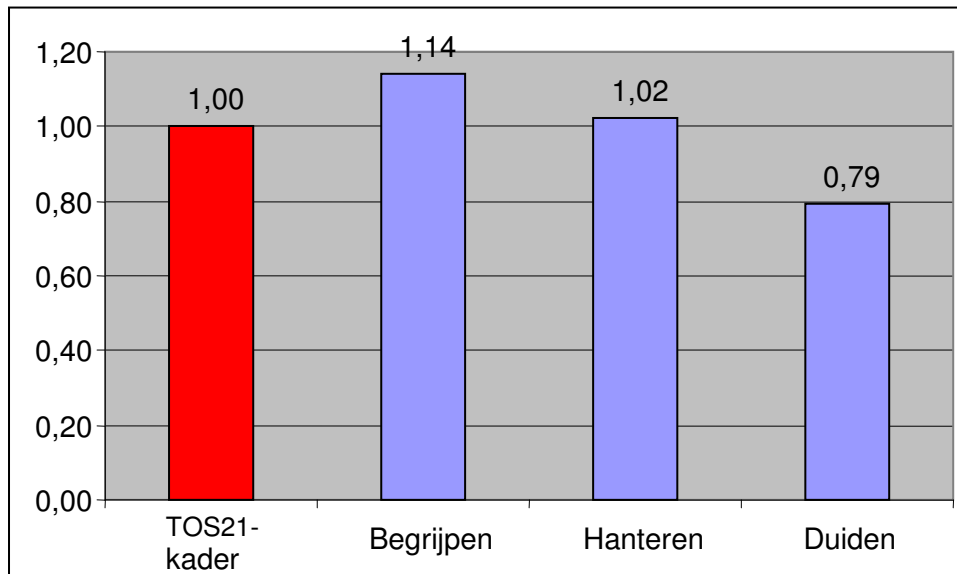
Op de volgende figuur is een overzicht gegeven van de relatieve frequentie van referentiepunten op niveau D, gegroepeerd volgens begrijpen, hanteren en duiden waarmee wordt aangegeven welk belang werd toegekend aan de 3 dimensies apart.



Figuur 28 Overzicht van de relatieve frequentie van de 3 dimensies voor NIV D

De meeste aandacht ging naar 'begrijpen'. Aan 'hanteren' en 'duiden' werd evenveel belang gehecht op niveau D. Deze verdeling is gelijklopend met niveau C.

De volgende figuur geeft voor niveau D een overzicht van het belang toegekend aan begrijpen, hanteren en duiden t.o.v. de belangrijkheid gehecht aan de 3 dimensies binnen het TOS21-kader.



Figuur 29 Verhouding van de 3 dimensies t.o.v. het TOS21-kader voor NIV D

Op niveau D ging er meer aandacht naar 'begrijpen' en minder naar 'duiden' dan in het TOS21-kader. Hanteren daarentegen kwam wel evenwichtig aan bod.

3.2.2.3 *Begeleiding van de experimenteeropdracht door coaches en EWI-projectcoördinatoren*

De coach van elk onderwijsnet zette een specifieke begeleiding op om de experimenteeropdracht efficiënt te vervullen. Naargelang van het onderwijsnet werd een verschillende werkwijze gevolgd. Waar nodig werd de TOS21-projectmedewerker betrokken in de begeleiding van het TOS21-experiment om de leraren de nodige ondersteuning te bieden.

gemeenschapsonderwijs

- Eenmalig werden door de TOS21-projectmedewerker m.b.v. een powerpointpresentatie voorbeelden van referentiepunten op niveau D toegelicht voor een selectie betrokken leerkrachten van het basis- en het secundair onderwijs.
- De EWI-projectcoördinatoren informeerden en ondersteunden de betrokken leerkrachten over hun project en hielpen de referentiepunten bepalen voor het experiment.

stedelijk / gemeentelijk onderwijs

- Eén tussenkomst van de TOS21-projectmedewerker m.b.v. een geïllustreerde powerpointpresentatie van referentiepunten op niveau D. De EWI-projectcoördinator informeerde en ondersteunde de betrokken leerkrachten over zijn project en hielp bij het bepalen van de referentiepunten (school 1).
- Eén tussenkomst van de TOS21-projectmedewerker ter beoordeling van het door de school ingediende project (school 2).
- Eén tussenkomst van de TOS21-projectmedewerker met toelichting over de experimenteerfase (school 3).

vrij katholiek onderwijs

- De EWI-projectcoördinator informeerde en ondersteunde de betrokken leerkrachten over zijn project en hielp bij het bepalen van de referentiepunten.

3.2.2.4 Reflecties door leraren, coaches en EWI-projectcoördinatoren

het opzet

- De timing mocht ruimer zijn of vroeger op het schooljaar plaatsvinden.
- In de experimenteerperiode doorkruisten allerhande activiteiten het lesgeven.
- Er ging vrij veel tijd verloren tussen de oorspronkelijke en de uiteindelijke afspraken door vakantieperiodes en andere activiteiten, waardoor de toch wel van bij de aanvang krappe deadline in het gedrang kwam.
- De financiële tegemoetkoming was een goede stimulans voor zowel de leerkrachten als de leden van de directie, die hen tot deelname prikkelde.
- Het filmmoment gaf aan de didactische aanpak een extra impuls; men werkte naar een hoogtepunt. Dikwijls stond alles in het teken van dat ene moment.
- Doordat schriftelijk moest worden gerapporteerd over het experiment bleef de verslaggeving over het verloop ervan meestal zeer algemeen. Verslaggeving op basis van een interview had mogelijk meer resultaat opgeleverd.

Het lexicon en de referentiepunten waren voor alle leerkrachten onbekende materie. Het is een theoretisch begrippenoverzicht en kader waar leerkrachten in de klas niet mee bezig zijn en ook geen ervaring mee hebben.

Leerkrachten kunnen de TOS21-referentiepunten toetsen in de klaspraktijk. Onderzoeken waarom dit theoretische kader werkt of niet, is echter een taak waarin ze meestal geen ervaring hebben; deze opdracht is eerder iets voor onderzoekers dan voor leerkrachten.

selectie van projecten

- Sommige scholen kozen voor een EWI-project omdat er onvoldoende voorbereidingstijd was om een eigen project in het experiment in te lassen. Verder werd er naar gestreefd om elk van de EWI-projecten minstens 1 keer in het experiment te betrekken.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De meeste scholen hadden er echter geen probleem mee hun eigen project in te schakelen. ▪ Bij het ontwikkelde materiaal is er het voordeel dat men kan uitgaan van wat is aangeboden, doch men mist ergens het totale ontwikkelingsproces van proberen, uittesten, opnieuw verbeteren, ... Bij ontwikkelde educatieve pakketten stap je er 'midden in' en mist men m.a.w. soms de link met voorkennis om op verder te bouwen. Soms vraagt een werkboek iets meer uitleg over de totaalaanpak. ▪ Bij de eigen projecten ligt dit anders; men stuurt makkelijker bij en ook dit beschouwt men als een proces.
voorbereiding / begeleiding	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De informatiedoorstroming naar de leerkrachten gebeurde soms moeilijk, maar verliep in de meeste gevallen toch vlot en efficiënt. ▪ De leerkrachten van niveau C zijn vertrouwd met het vak technologische opvoeding en haalden hun motivatie om deel te nemen aan het experiment voor een stuk uit een gezonde nieuwsgierigheid naar de nieuwe eindtermen. ▪ De leerkrachten van niveau D hadden het daar moeilijker mee, omdat zij veel meer begaan zijn met de leerstof en de bekommernis voor de resultaten voor het eigen vak. Zij zijn helemaal niet gewoon de standaarden en referentiepunten op niveau D door de bril van technische geletterdheid te bekijken. Hierbij moet worden opgemerkt dat in het experiment op niveau D enkel nijverheidstechnische studierichtingen waren betrokken (soms aan een ASO-school verbonden).
randvoorwaarden	<p>Met randvoorwaarden worden o.a. bedoeld: beschikbare tijd, inschakeling in de planning, beschikbaarheid van materiaal, ...</p> <p>Sommige scholen betreuren dat er niet genoeg tijd beschikbaar was om grondiger uit te testen en stellen vast dat het geen evidentie is om dit experiment uit te voeren binnen het reguliere lessenspakket.</p> <p>In andere scholen leverde de uitvoering van het experiment geen problemen op. Het toetsen van de referentiepunten en aanduiden of deze haalbaar zijn of niet, was voor alle leerkrachten mogelijk.</p> <p>Er moet meer rekening worden gehouden met de stevigheid van het didactische materiaal dat door de leerlingen wordt gebruikt.</p>
resultaten inzake haalbaarheid	<p>Sommige referentiepunten toetsen a.h.v. bepaalde lessen was echt niet eenvoudig. Enkele referentiepunten worden door leerkrachten als moeilijk realiseerbaar beschouwd en lijken hen vrij hoog gegrepen voor bepaalde leerlingengroepen.</p> <p>Algemeen zijn de referentiepunten voor niveaus C en D als haalbaar beoordeeld. Er dient te worden genuanceerd voor de referentiepunten 8, 11 en 18 en in mindere mate ook voor de referentiepunten 15, 17 en 19 op niveau C. Van deze referentiepunten is het lastig vast te stellen of ze aan bod zijn gekomen of werden gerealiseerd.</p>

Misschien moeten ze herbekeken of anders geformuleerd, maar in elk geval beter worden toegelicht.

Met de term 'duiden' had men het moeilijk. Deze uitdrukking was nieuw voor de leraar, zeker als men de referentiepunten interpreteerde als een eindterm.

relativering van de resultaten

Het betreft hier de relativering van de conclusies en betekenis van 'haalbaar' en 'niet haalbaar'.

De formulering van de referentiepunten maakt het in sommige gevallen moeilijk ze eenduidig te interpreteren. Daardoor is het lastig ze te verbinden met lesactiviteiten of projecten en een betrouwbare uitspraak over hun haalbaarheid te doen.

De invalshoek, nl. uitgaan van referentiepunten is voor de leraren totaal nieuw, evenals de gebruikte terminologie. Daarom is het onderzoeken en verklaren waarom referentiepunten haalbaar zijn of niet erg moeilijk. Leerkrachten zijn duidelijk meer competent in het lesgeven dan in het onderzoeken.

3.2.3 Besluit van de experimenteerfase

inleiding

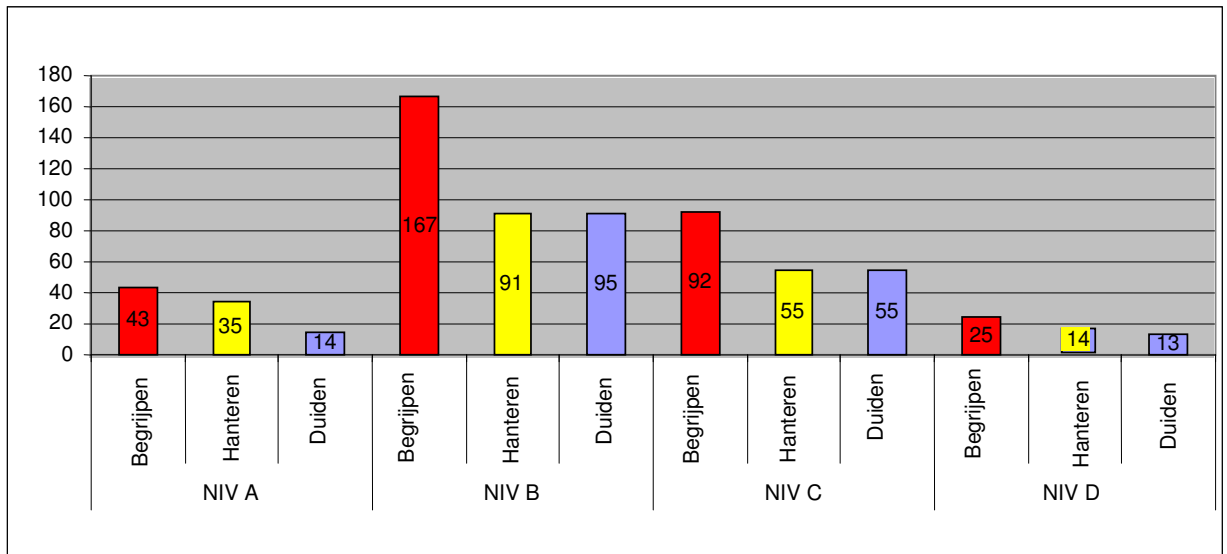
TOS21 toetste de haalbaarheid van de 19 standaarden en 65 referentiepunten in 23 experimenteerscholen uit evenwichtig verdeeld over officieel en vrij onderwijs.

Onder begeleiding van een coach namen zij initiatieven om de referentiepunten voor een bepaald leeftijdsniveau te toetsen.

TOS21 formuleert hier verder een algemeen besluit over de haalbaarheid van de referentiepunten en de representativiteit van het experiment op basis van de verslagen van de coaches en de opmerkingen van de EWI-projectcoördinatoren.

3.2.3.1 De haalbaarheid van de referentiepunten

▪ GETOETSTE REFERENTIEPUNTEN



Figuur 30 Overzicht van het aantal toetsingen van de referentiepunten geclusterd volgens de 3 dimensies over de verschillende niveaus

enkele vaststellingen

- Het grootste aantal toetsingen gebeurde op niveau B; het kleinste aantal op niveau D.
- Op alle niveaus werden de referentiepunten over 'begrijpen' het meest op haalbaarheid getoetst. Behalve op niveau A, kwamen 'hanteren' en 'duiden' overal gelijkelijk aan bod. Het aantal keer dat een dimensie aan bod komt zegt evenwel weinig over de tijd die er in de klas aan besteed werd.

▪ HAALBAARHEID

Uit de coachverslagen werden de indicaties op haalbaarheid van de onderzochte referentiepunten in kaart gebracht.

Daar waar alle coaches die het referentiepunt van de desbetreffende standaard hebben onderzocht geen noemenswaardige problemen zagen, werd het referentiepunt door TOS21 **als haalbaar (H)** aangestipt. Van zodra één coach een probleem detecteerde over één bepaald referentiepunt, werd dat referentiepunt aangeduid **als beperkt haalbaar (BH)**.

TOS21 gebruikte geen enkele keer 'niet haalbaar' omdat het experiment daar geen uitsluitsel over geeft.

Een aantal standaarden hebben geen referentiepunt voor het niveau A. In de tabel wordt dat aangeduid met **niet van toepassing (NVT)**.

Nr	Standaard	NIV A	NIV B	NIV C	NIV D
1	Begrijpen dat in technische systemen de onderdelen op elkaar afgestemd zijn	H	H	H	H
2	Begrijpen dat technische systemen kunnen falen	H	H	H	H
3	Begrijpen dat technische systemen planmatig onderhouden moeten worden om hun levensduur, kwaliteit en werking te waarborgen	H	H	H	H
4	Begrijpen dat technische systemen een kwaliteitscontrole ondergaan	H	H	H	H
5	Begrijpen dat technische systemen worden uitgevonden of worden geoptimaliseerd	H	H	H	H
6	Begrijpen dat het technisch proces cyclisch is	H	H	H	H
7	Begrijpen dat hulpmiddelen alle middelen zijn die nodig zijn om technische systemen te laten functioneren, te verwezenlijken en hun werking te doorgronden	H	H	H	H
8	Begrijpen dat maatschappelijke keuzes bepalend zijn voor het gebruik en de ontwikkeling van technische systemen	H	H	BH	H
9	Technische systemen efficiënt gebruiken	H	H	H	H
10	Onderzoekend omgaan met niet werkende technische systemen	H	H	H	H
11	Technische systemen onderhouden	BH	BH	BH	H
12	Het technisch proces cyclisch doorlopen om een technisch systeem te realiseren	H	H	H	H
13	Hulpmiddelen hanteren in functie van het te bereiken doel	H	BH	H	H
14	Duiden dat aan de basis van technische systemen een behoefte ligt	BH	BH	H	H
15	Duiden dat het gebruik van technische systemen positieve en negatieve effecten kan hebben	BH	BH	BH	H
16	Duiden dat technische systemen evolueren in de tijd	BH	BH	H	H
17	Duiden dat het technisch proces het maatschappelijke leven van mensen beïnvloedt	NVT	BH	BH	H
18	Duiden dat wetenschappelijke inzichten een rol spelen in het technisch proces	NVT	BH	BH	H
19	Duiden dat keuzes noodzakelijk zijn voor de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen	BH	BH	BH	H

H = haalbaar – BH = beperkt haalbaar – NVT = niet van toepassing

Figuur 31 Indicaties voor de haalbaarheid van het referentiepunt per niveau voor de standaarden voor technische geletterdheid

▪ INTERPRETATIE

nuancerings i.v.m. haalbaarheid

De haalbaarheid werd overgelaten aan de inschatting van leraren en coaches, gebaseerd op hun ervaring met techniek. Deze is duidelijk verschillend in het basis- en in het secundair onderwijs. Nergens werd het leereffect bij leerlingen systematisch nagegaan. Wat haalbaar lijkt voor de leraar is dat echter niet noodzakelijk voor de leerling.

Verder werden de referentiepunten niet eenduidig geïnterpreteerd waardoor uitspraken over haalbaarheid (of niet haalbaarheid) telkens met een verschillende context zijn verbonden. Het experiment laat niet toe hiertussen een onderscheid te maken.

De referentiepunten werden afzonderlijk getoetst. De continuïteit en progressiviteit binnen eenzelfde leerlijn werden niet onderzocht.

De resultaten voor niveau D moeten extra voorzichtig worden geïnterpreteerd, omdat het hier nijverheidstechnische scholen betreft, in één geval in samenwerking met een algemeen secundaire school. Er is dus geen evenwichtige verdeling over de onderwijsvormen.

3.2.3.2 *Werkwijze van het experiment*

het experimenteerstaal

Het experimenteerstaal is te beperkt om representatief te kunnen zijn voor het ganse Vlaamse Onderwijs. Verder gebeurde de selectie van scholen niet willekeurig maar wel doelbewust en doelgericht.

De looptijd van het experiment was te beperkt voor:

- een goed onderbouwde voorbereiding en begeleiding; hierdoor bleek het onmogelijk om al de experimenteer-scholen op hetzelfde startniveau te brengen en gepaste feedback te verzamelen om het experiment bij te sturen;
- een degelijke voorbereiding van de leraren om zich in te leven in de referentiepunten en het TOS21-kader in het algemeen; hierdoor worden sommige referentiepunten anders begrepen dan bedoeld en door verschillende leraren anders geïnterpreteerd en beoordeeld.

waardering van het experiment

Het TOS21-kader voor technische geletterdheid:

- geeft een eerste indicatie over de kwaliteit van het TOS21-kader, in het bijzonder over de haalbaarheid van de standaarden op de verschillende niveaus en de referentiepunten;
- geeft ook een indicatie over de aandachtspunten waarmee in onderwijs moet worden rekening gehouden om tot technische geletterdheid te komen en onderstreept dat hierbij een beter evenwicht tussen de drie dimensies dient nagestreefd.

Het TOS21-experiment duidt ook aan dat het een grondige voorbereiding vergt om leraren aangaande hun eigen onderwijspraktijk een onderzoekende rol te laten vervullen.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

technische geletterdheid	<p>TOS21 is erin geslaagd de veelheid van meningen over hoe techniek als vormingscomponent voor iedereen moet worden ingevuld te overstijgen en samen te brengen.</p> <p>Hiertoe werden een aantal begrippen en een methode ontwikkeld om techniek en techniek leren op een analytische wijze te beschrijven. Door de 3 dimensies van techniek leren samen te brengen met de 4 kenmerkende aspecten van techniek (kerncomponenten) wordt het mogelijk <i>technische geletterdheid</i> operationeel met behulp van een relatief beperkt aantal standaarden in beeld te brengen.</p>
standaarden	<p>Deze standaarden worden vertaald in aan de leeftijdsniveaus aangepaste referentiepunten. Op deze wijze ontstaan leerlijnen voor het leren van techniek vanaf de start van het basisonderwijs op 2,5 jaar tot het einde van het leerplichtonderwijs op 18 jaar.</p> <p>Een belangrijk kenmerk van standaarden en referentiepunten is hun generiek karakter. Dit betekent dat ze los van enige concrete (technische) context zijn geformuleerd en dus polyvalent en multifunctioneel toepasbaar zijn.</p>
sturing in vrijheid	<p>TOS21 zet <i>techniek voor iedereen</i> en <i>technische geletterdheid</i> op de kaart op een wijze die voldoende scherp is om sturing te geven aan curricula en projecten, maar tegelijk alle actoren genoeg vrijheid laat om er op een eigen wijze concreet gestalte aan te geven.</p> <p>Het kader is tevens bruikbaar als interface naar de industriële wereld toe bij het ontwikkelen van projecten die gericht zijn op het onderwijs.</p>
ontwikkelingsdoelen & eindtermen	<p>Het TOS21-kader fungeerde als een belangrijke inspiratiebron voor de ontwikkelgroepen van de ontwikkelingsdoelen en eindtermen 'technologische opvoeding' voor het basisonderwijs en de eerste graad van het secundair onderwijs. Hierdoor krijgen deze decretale doelen een unieke conceptuele ondersteuning en zijn ze van een groot draagvlak verzekerd.</p>
validering	<p>Het TOS21-kader werd op beperkte schaal gevalideerd in een aantal experimenteerscholen waar referentiepunten op haalbaarheid werden onderzocht met behulp van eigen materiaal of van projecten, die in het kader van het actieplan wetenschapsinformatie en innovatie werden ontwikkeld. De resultaten van dit experiment zijn positief, alhoewel de looptijd en omvang te beperkt zijn om er algemene conclusies uit te kunnen trekken.</p>

draagvlak

Talrijke intermediaire actoren, en in het bijzonder de pedagogische begeleidingsdiensten, werden actief betrokken bij het ontwikkelen van dit kader; talrijke experts werden in de verschillende fasen van het ontwikkelproces geraadpleegd.

Hierdoor kan het TOS21-kader enerzijds rekenen op een groot draagvlak. Anderzijds leverde de ontwikkeling ervan een belangrijke bijdrage tot het vormen van netwerken tussen verschillende groepen van betrokken intermediaire actoren.

4.2 Aanbevelingen

implementatie

In een volgende fase zullen deze actoren het TOS21-kader naar de klas en de jongeren toe moeten (helpen) vertalen. Hierbij zal de rijkdom ervan blijken, maar zal het tegelijkertijd ook worden fijn gesteld. De reikwijdte van technische geletterdheid voor verschillende leeftijds- en doelgroepen zal door confrontatie met de praktijk nauwkeuriger kunnen worden afgelijnd; de ontwikkelde *good practices* zullen – zoals dat voor andere vormingscomponenten al eerder gebeurde – ook voor techniek op school tot een door alle actoren gedragen *common practice* leiden.

De implementatie van het TOS21-kader vergt een gestructureerde aanpak waarbij de intermediaire actoren hun specifieke rol opnemen, hierbij gestimuleerd en ondersteund door de bevoegde overheid.

vanuit onderwijs & vorming

- De pedagogische begeleidingsdiensten:
 - communiceren over het TOS21-kader naar;
 - ◆ leerplanontwikkelaars
 - ◆ scholen en leerkrachten
 - ◆ centra voor nascholing
 - begeleiden leerkrachten bij de implementatie van het TOS21-kader via leerplannen;
 - stimuleren de vorming van netwerken tussen leerkrachten.
- Centra voor nascholing richten specifieke nascholing in.
- Lerarenopleidingen basis- en secundair onderwijs leren leerkrachten de visie achter en de standaarden voor technische geletterdheid implementeren.
- Scholen en schoolbesturen stimuleren actief techniek op school.
- De overheid:
 - brengt een gesprek op gang over techniek voor iedereen tot 18 jaar;
 - brengt de modaliteiten aan om technische geletterdheid te integreren in de noodzakelijke vorming;
 - geeft scholen vrijheid om te experimenteren met techniek;
 - stimuleert de vorming van netwerken voor techniek op school;
- voorziet in financiële incentives voor schoolgebon-

- den initiatieven rond techniek voor iedereen;
bewaakt de synergie tussen initiatieven die gericht zijn op de implementatie van de TOS21-visie.

vanuit economie, wetenschap en innovatie

De overheid:

- communiceert over het TOS21kader naar haar structurele partners;
- brengt op basis van het TOS21-kader het belang van technische geletterdheid onder de aandacht via de media;
- doet doelgericht oproepen naar projecten, gericht op de implementatie van het TOS21-kader;
- evalueert de effecten van projecten en andere acties;
- bewaakt de synergie tussen initiatieven die gericht zijn op de implementatie van de TOS21-visie.

Dankwoord

TOS21 heeft een lange en soms moeilijke weg afgelegd. Maar als we de begintoestand in 2004 vergelijken met waar we nu in 2008 staan, denk ik toch dat het resultaat er mag zijn. Er is een visie op 'Techniek op school voor iedereen'; er is een kader voor technische geletterdheid waarover een brede consensus is opgebouwd.

Visie en kader zullen er, zo hoop ik, toe bijdragen dat er gelijkgericht aan 'burgertechniek' binnen en buiten onderwijs kan worden gewerkt.

Dit resultaat was niet mogelijk geweest zonder de inzet en de volharding van velen. Ik denk dan natuurlijk in de eerste plaats aan de projectmedewerkers zelf. Zonder hun engagement en zonder hun vastberadenheid bij het verdedigen van de eigen visie was de TOS21-reis ongetwijfeld veel minder boeiend geweest.

Ik denk ook aan de stuurgroepleden die zich zeer hebben ingespannen om ons op het 'rechte' pad te houden en daar ook wonderwel in zijn geslaagd.

Tenslotte denk ik aan de velen die geholpen hebben om de experimenteerfase in een dodelijk tempo zonder ongelukken te doorlopen en aan de werkelijk zeer velen die ons tijdens onze tocht met raad en daad hebben bijgestaan.

Ik dank al dezen zeer oprecht.

Gaston Moens
Voorzitter TOS21

5 Bijlagen

Bijlage 1 Lexicon TOS21

Alle begrippen van dit lexicon zijn gedefinieerd in functie van het TOS21-concept.

Technische geletterde

De technische geletterde is een competente en verantwoordelijke gebruiker van techniek, die techniek begrijpt, hanteert en duidt vanuit een waarderend kritische houding in gebruikerssituaties. Hij kan omgaan met technische realisaties om optimaal te functioneren en te participeren aan de samenleving.

Techniek

Techniek is het geheel van ingrepen waarmee de mens, om aan zijn menselijke noden en behoeften te voldoen, zijn omgeving probeert te beheersen en te veranderen.

Kerncomponenten van techniek

De kerncomponenten van techniek zijn de gemeenschappelijk voorkomende elementen die door ze samen te nemen het mogelijk maken techniek te karakteriseren en te onderscheiden van andere vakdomeinen. De kerncomponenten van techniek zijn: technisch systeem, technisch proces, hulpmiddelen en keuzes. Elke technische realisatie kan vanuit elk van de kerncomponenten worden benaderd en beschreven.

- **Technisch systeem**

Een technisch systeem is een geheel van elkaar wederzijds beïnvloedende elementen en onderdelen die gericht zijn op het bereiken van (een) bepaald(e) doel(en).

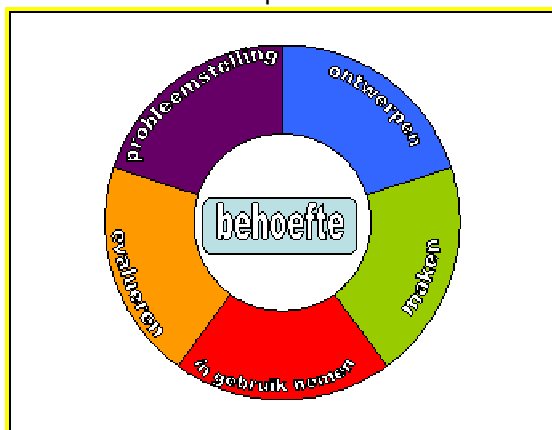
In een technische systeem kunnen zich natuurkundige, scheikundige of biologische fenomenen voordoen.

- **Technisch proces**

Een proces kent een geleidelijk verloop van een reeks acties om een technisch systeem¹ in te zetten, te ontwikkelen of te verbeteren.

Kenmerkend voor techniek is het technisch proces.

Het technisch proces vertrekt vanuit een behoefte en verloopt volgens 5 stappen:



(zie p. 18)

- **Hulpmiddelen**

De kerncomponent ‘hulpmiddelen’ omvat alles wat nodig is om technische systemen (als technische realisaties beschouwd) efficiënter te laten functioneren, te verwezenlijken en hun werking te doorgronden. Daarmee worden onder andere bedoeld: materialen en grondstoffen, energie, machines en gereedschappen, meetinstrumenten, mensen, kapitaal, tijd, ...

- **Keuzes**

Keuzes zijn afhankelijk van criteria waaraan technische systemen (als technische realisaties beschouwd) moeten voldoen.

Die criteria kunnen door de maatschappij of vanuit de techniek worden bepaald.

Criteria kunnen norm worden en normen kunnen wet worden.

Dimensies van techniek leren

Techniek leren is alle kerncomponenten vanuit drie verschillende dimensies leren. Die dimensies zijn: begrijpen, hanteren en duiden.

- **Begrijpen:** inzicht verwerven in het gebruik, de werking en de ontwikkeling van technische systemen (als technische realisaties beschouwd).
- **Hanteren:** technische systemen (als technische realisaties beschouwd) gebruiken of maken.
- **Duiden:** de werking, de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen (als technische realisaties beschouwd) verbinden met een context buiten de techniek zelf zoals ethische, esthetische, economische, ecologische, sociale, historische, politieke, ... context.

Leeftijdsniveaus

leeftijdsniveau	onderwijsniveau	leeftijdsgroep
A	kleuteronderwijs	van 2,5 tot 6 jaar
B	lager onderwijs	van 6 tot 12 jaar
C	eerste graad secundair onderwijs	van 12 tot 14 jaar
D	tweede en derde graad secundair onderwijs	van 14 tot 18 jaar

Referentiepunt

Een referentiepunt geeft aan waaraan binnen een standaard het best kan worden gewerkt voor een bepaald leeftijdsniveau.

Leerlijn

Een leerlijn is een opeenvolging van referentiepunten.

Standaard

Een standaard is een hoofdgedachte van referentiepunten voor opeenvolgende leeftijdsniveaus.

Bijlage 2 Kader voor technische geletterdheid

Techniek begrijpen

Begrijpen van technische systemen

	A	B	C	D
1	Begrijpen dat in technische systemen de onderdelen op elkaar afgestemd zijn			
BS	Begrijpen dat technische systemen uit verschillende onderdelen bestaan die in relatie tot elkaar een vooropgesteld doel bereiken	Begrijpen dat alle onderdelen van technische systemen een specifieke functie hebben	Begrijpen dat men bij systeemdenken de onderlinge relatie onderzoekt van de onderdelen in technische systemen	

	A	B	C	D
2	Begrijpen dat technische systemen kunnen falen			
BS	Begrijpen dat technische systemen kunnen falen	Begrijpen dat de oorzaak van het falen van technische systemen kan worden achterhaald	Begrijpen dat falende technische systemen informatie voor verbetering leveren	

	A	B	C	D
3	Begrijpen dat technische systemen planmatig onderhouden moeten worden om hun levensduur, kwaliteit en werking te waarborgen			
BS	Begrijpen dat technische systemen moeten worden onderhouden	Begrijpen dat technische systemen geregeld en planmatig moeten worden onderhouden	Begrijpen dat bij het onderhoudsproces op regelmatige basis een check-up gebeurt van technische systemen zodat deze correct kunnen blijven werken en op die manier de levensduur verlengd of de kwaliteit van de werking gewaarborgd wordt	Begrijpen dat het onderhoudsproces van technische systemen een aanzet kan zijn voor verdere optimalisatie ervan

	A	B	C	D
4	Begrijpen dat technische systemen een kwaliteitscontrole ondergaan			
BS	Begrijpen dat technische systemen worden gecontroleerd vooraleer ze worden gebruikt	Begrijpen dat technische systemen worden gecontroleerd op vooraf bepaalde kwaliteitseisen	Begrijpen dat tijdens de productie technische systemen planmatig op vooraf bepaalde punten worden gecontroleerd	Begrijpen dat kwaliteitscontrole een planmatig proces is om te verzekeren dat technische systemen voldoen aan vastgestelde normen en wetten; bij massaproductie gebeurt deze controle aan de hand van steekproeven

	A	B	C	D
5	Begrijpen dat technische systemen worden uitgevonden of worden geoptimaliseerd			
BS	Begrijpen dat alle technische systemen uitvindingen zijn van de mens	Begrijpen dat technische systemen ontstaan door uitvinden, innoveren en/of optimaliseren	Begrijpen dat nadenken over technische systemen en het uitproberen ervan kunnen leiden tot uitvinden, innoveren en /of optimaliseren ervan	

Begrijpen van processen

	A	B	C	D
6	Begrijpen dat het technisch proces cyclisch is			
BP	Begrijpen dat het nuttig is om een aantal stappen te volgen bij het realiseren van technische systemen	Begrijpen dat het technisch proces de volgende stappen omvat:		
		Probleemstelling een behoefte herkennen	Probleemstelling een technisch probleem definiëren vanuit een behoefte	Probleemstelling een technisch probleem definiëren vanuit een behoefte
		Ontwerpen oplossingen ontwikkelen	Ontwerpen ideeën genereren door experimenteren en visualiseren een oplossing selecteren en ontwikkelen oplossingen delen met anderen, een keuze maken, criteria en normen bepalen	Ontwerpen ideeën genereren door wetenschappelijk onderzoek een oplossing selecteren en ontwikkelen criteria en normen identificeren beperkingen specificeren, mogelijkheden exploreren en een keuze maken
		Maken het ontwerp maken	Maken het ontwerp maken volgens afgesproken criteria en normen	Maken een model of prototype maken volgens de afgesproken criteria en normen
		In gebruik nemen	In gebruik nemen de oplossing testen	In gebruik nemen het model of prototype testen
		Evalueren Begrijpen dat één of meerdere stappen van het technisch proces worden hernomen, indien nodig	Evalueren resultaten evalueren en voorstellen Begrijpen dat het technisch proces wordt hernomen, indien nodig	Evalueren de ontwerpspecificaties van het model of prototype evalueren in functie van in productiename Begrijpen dat het technisch proces wordt hernomen, indien nodig

Begrijpen van hulpmiddelen

	A	B	C	D
7	Begrijpen dat hulpmiddelen alle middelen zijn die nodig zijn om technische systemen te laten functioneren, te verwezenlijken en hun werking te doorgronden			
BH	Begrijpen dat hulpmiddelen de technische mogelijkheden van de mens vergroten		Begrijpen dat hulpmiddelen worden ontwikkeld om problemen op te lossen of om taken uit te voeren	Begrijpen dat nieuwe inzichten in de wetenschap aanleiding geven tot het ontwikkelen van andere hulpmiddelen

Begrijpen van keuzes

	A	B	C	D
8	Begrijpen dat maatschappelijke keuzes bepalend zijn voor het gebruik en de ontwikkeling van technische systemen			
BK	Begrijpen dat voor de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen keuzes worden gemaakt	Begrijpen dat voor de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen maatschappelijke keuzes worden gemaakt	Begrijpen dat voor ontwikkeling en gebruik van technische systemen keuzes worden gemaakt op basis van normen en wetten	Begrijpen dat voor ontwikkeling en gebruik van technische systemen een kosten-batenanalyse dient gemaakt, die rekening houdt met normen en wetten

Techniek hanteren

Hanteren van systemen

	A	B	C	D
9	Technische systemen efficiënt gebruiken			
HS	Technische systemen met zorg gebruiken om een bepaald doel te bereiken	Technische systemen in hun geëigende context gebruiken	Technische systemen doelgericht gebruiken	Door het opzoeken van informatie technische systemen optimaal gebruiken

	A	B	C	D
10	Onderzoekend omgaan met niet werkende technische systemen			
HS	Vaststellen dat technische systemen niet werken	Nagaan waarom technische systemen niet werken	Informatie verzamelen over mogelijke instructies om het niet werken van technische systemen op te lossen	Door onderzoek gegevens verzamelen over mogelijke acties om het niet werken van technische systemen op te lossen

	A	B	C	D
11	Technische systemen onderhouden			
HS	Technische systemen na gebruik ordelijk en schoongemaakt opbergen	Onderhoudsvoorschriften voor technische systemen naleven	Technische systemen onderhouden conform de onderhoudsvoorschriften	

Hanteren van processen

	A	B	C	D
12	Het technisch proces cyclisch doorlopen om een technisch systeem te realiseren			
HP	Een probleem detecteren dat het realiseren van een technisch systeem vereist			
	Zich bewust worden van een behoefte		Een probleem definiëren	
	Een technisch systeem ontwerpen			
	Uiten welk technisch systeem men wil maken om aan die behoefte te voldoen		Modellen, tests en evaluaties gebruiken om een technisch systeem te ontwerpen in functie van het gedefinieerde probleem en rekening houdend met vooropgestelde normen en criteria	
	Een technisch systeem maken			
	Dat technisch systeem maken		Dat ontwerp uitvoeren	
	Een technisch systeem in gebruik nemen			
	Dat technisch systeem in gebruik nemen		Dat technisch systeem in gebruik nemen	
	Een technisch systeem evalueren			
	Vaststellen of het gemaakte technisch systeem werkt.		Nagaan of dat technisch systeem aan de vooropgestelde behoefte voldoet en het eventueel bijsturen	

Hanteren van hulpmiddelen

	A	B	C	D
13	Hulpmiddelen hanteren in functie van het te bereiken doel			
HH	Op een veilige manier materiaal en gereedschap gebruiken	Materiaal en gereedschap kiezen en efficiënt gebruiken	Meetinstrumenten en machines als hulpmiddel kiezen en inzetten	Meetinstrumenten als hulpmiddel kiezen en inzetten om de werking van technische systemen wetenschappelijk te beschrijven

Techniek duiden

Duiden van systemen

	A	B	C	D
14	Duiden dat aan de basis van technische systemen een behoefte ligt			
DS	Duiden dat technische systemen worden gemaakt om aan individuele behoeften en wensen te voldoen	Duiden dat technische systemen worden ontwikkeld om aan maatschappelijke behoeften te voldoen	Duiden dat de drijvende krachten achter de ontwikkeling, de aanvaarding en het gebruik van technische systemen van maatschappelijke aard zijn	Duiden dat de overdracht van technische systemen van de ene naar de andere samenleving maatschappelijke veranderingen veroorzaakt

	A	B	C	D
15	Duiden dat het gebruik van technische systemen positieve en negatieve effecten kan hebben			
DS	Duiden dat het gebruik van technische systemen nuttig, gevaarlijk of schadelijk kan zijn voor de mens	Duiden dat het gebruik van technische systemen nuttig, gevaarlijk of schadelijk kan zijn voor de maatschappij	Duiden dat het gebruik van technische systemen positieve en negatieve invloeden op het maatschappelijke leven heeft	Duiden dat vanuit een maatschappelijke bekommernis technische systemen worden ontwikkeld en gebruikt om de negatieve gevolgen van andere technische systemen te verminderen

	A	B	C	D
16	Duiden dat technische systemen evolueren in de tijd			
DS	Duiden dat technische systemen evolueren	Duiden dat technische systemen een eigen geschiedenis hebben	Duiden dat technische systemen evolueren in de tijd onder meer dank zij de ontwikkeling van nieuwe wetenschappelijke kennis	Duiden dat technische systemen evolueren in de tijd door maatschappelijke veranderingen

Duiden van processen

	A	B	C	D
17	Duiden dat het technisch proces het maatschappelijke leven van mensen beïnvloedt			
DP	nihil	Duiden dat de manier waarop het technisch proces wordt uitgevoerd het leven van mensen beïnvloedt	Duiden dat de manier waarop het technisch proces wordt uitgevoerd de maatschappij op diverse wijzen beïnvloedt	

	A	B	C	D
18	Duiden dat wetenschappelijke inzichten een rol spelen in het technisch proces			
DP	nihil	Duiden dat inzichten in natuurlijke verschijnselen de keuzes binnen het technisch proces mee bepalen	Duiden dat inzichten in natuurwetenschappen de keuzes binnen het technisch proces mee bepalen	

Duiden van keuzes

	A	B	C	D
19	Duiden dat keuzes noodzakelijk zijn voor de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen			
DK	Duiden dat keuzes voor de ontwikkeling en voor het gebruik van technische systemen mee worden bepaald door ervaringen binnen de eigen leefwereld	Duiden dat keuzes voor de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen mee worden bepaald door het comfort voor mensen	Duiden dat normen en wetten de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen in functie van de maatschappelijke verwachtingen sturen	Duiden dat normen en wetten ontstaan en veranderen als gevolg van een afweging van maatschappelijke invloeden bij de ontwikkeling en het gebruik van technische systemen

Bijlage 3 Regionale spreiding van de experimenteerscholen



Bijlage 4 Participanten experimenteerfase – Basisonderwijs

VSKO – coach: Pazmany Jef – Backx Sonja – Bielen Reinhilde

1. Vrije basisschool – Grotesteeweg 489 – 2600 **Berchem** – directeur: Vercammen Luk
Ibens Kim
Swinnen Gert
2. Vrije basisschool – Dokter H. Hyleboslaan 1 – 9220 **Hamme** – directeur: Vercauteren Vera
Van der Cruyssen Paul
Van Cleemput Carolien
3. Vrije lagere school voor buitengewoon onderwijs Mariadal – Klein Overlaar 3 – 3320 **Hoegaarden** – directeur: Vandevenne Andre
Adams Steven
Dermine Brigitte
Pierlet Koen
Piot Ria
4. Vrije basisschool – Kerkstraat 126 – 3850 **Nieuwerkerken** – directeur: Vandezande Kris
Vanmechelen Maria
5. Vrije Basisschool – Koolskampstraat 4 – 8740 **Pittem** – directeur: Braekevelt Bart
Allemeersch Peter
Delacauw Dominique
Deras Franky
Naert Katrien
Vergrote Hilde
6. Vrije Basisschool – Patronagestraat 52 – 9060 **Zelzate** – directeur: Merchiers Ann
Geerinckx Evy
Van Poucke Ann

OVSG – coach: Janssens Henri – Michel Vanhee

1. Gemeentelijke basisschool – Kerkomsesteenweg 45 – 3370 **Boutersem** – directeur: Hermans Johan
Deputter Michel
2. Gemeentelijke kleuterschool – Vinnestraat 45 – 3440 **Halle-Booienhoven** – directeur: Swinnen Greta
3. Gemeentelijke basisschool De Oogappel – Nieuwe Baan 8 – 9120 **Vrasene** – coördinerend directeur: Deckers Kris
Van Boxelaer Kim
Van Goethem Ellen

GO! – coach: Clits Alain – Taverniers Chris

1. Basisschool Groenheuvel – Groenweg 12 – 8510 **Bellegem** – directeur: Vanmassenhove Sharon

Bossuyt Nancy

Mestdag Els

Vanhoutte Rita

Wybaillie Leen

2. Basisschool School van Morgen – Stropstraat 21 – 9810 **Nazareth** – directeur: Vercaigne Danny

Delarue Katelijne

Desmet Vicky

Deventer Dolores

Heugens Valerie

Staelens Eveline

Vande Cavey Kathleen

Vanderhaeghen Sabine

Verpraet Eveline

3. Basisschool Dr. Ovide Decroly – Koningin Astridplein 1 – 9600 **Ronse** – directeur: De Smet Eddy

+ autonome kleuterschool – Geraardsbergenstraat 221 – 9600 **Ronse** – directeur: Vanhoecke Katty

Dekens Isabelle

Kanters Francisca

Langie Tessa

Theunissen Lindsay

Vanden Eynde Veerle

Participanten experimenteerfase – Secundair onderwijs

VSKO – coach: Lemmens Rik – Lambrecht Johan – Standaert Luc – Van Dingenen Jan

1. Sint-Aloysiuscollege – Wilgendijk 30 – 8800 **Diksmuide** – directeur: Pareyn Jean-Pierre

Spruytte Dirk

Verhelst Cecile

2. St-Martinusscholen – Diestsesteenweg 5 – 3540 **Herk-de-Stad** – directeur: Diriks Marc

Goorts Davy

Hegge David

Pennemans Tom

3. Instit. St-Martinus – Ichtegemstraat 14/2 – 8680 **Koekelare** – directeur: Van de Sompele Luc
Verhelst Cecile
Van Hevel Johan
 4. Technisch Instituut St-Jansberg – Sint-Jansberg 39 – 3600 **Maaseik** – directeur: Rutten Eric
Bollen Peter
Coolen Jos
Janssen Karin
Janssen Lindy
Mulders Eddy
Tiesters Jean
Vanoppen Benny
 5. SG Sint-Nicolaas – Plezantstraat 135 – 9100 **Sint-Niklaas** – coördinerend directeur: Vercauteren Magda
De Belie Wim
De Vos Ingrid
Van Puyvelde François
 6. Techn. Instit. St-Laurens – Maria Middelaars – Patronagestraat 51 – 9060 **Zelzate** – directeur: Desmet Dirk
Carnoy Dirk
De Caluwé Dirk
De Groote Martine
Detand Katelijn
- OVSG – coach: Segers Luk** – Verheyen Jan
1. Gemeentelijk Technisch Instituut – Europalaan 1 – 9120 **Beveren-Waas** – directeur: De Ridder Erwin
Smeulders Jean-Pierre
Van Goethem Rudi
Waem Patrick
 2. Gemeentelijk Technisch Instituut Sint-Jozef – Kapellensteenweg 112 – 2920 **Kalmthout** – directeur: Cornelis Jan
Van Boxel Jaak
 3. Gemeentelijk Instituut voor Technisch Onderwijs – Heuvelstraat 59-65 – 3090 **Overijse** – directeur: Crommelinck Hilde
Joly Gunter
Vanhoovels Marc

GO! – coach: Van Hootegem Valentijn – Byl Hugo – Devriendt Daniël – Van Renterghem Martine

1. Middenschool – Pastoor Dergentlaan 47 – 3200 **Aarschot** – directeur: Vanermen Yves

Goddé Nico

Heyens Kelly

2. Middenschool – Technische Schoolstraat 15 – 2440 **Geel** – directeur: Van de Poel Ludo / Veters IIs

Cavens Kevin

De Bruyne Tinne

Van Hoof Theo

Van Doninck Bea

Verstralen Inge

3. KTA II – Ensorinstituut – Generaal Jungbluthlaan 4 – 8400 **Oostende** – adjunct-directeur: Vanderstraeten Ronny – directeur: Bentein Luc

Decorte Nadine

Foquet Ella

Matton Eva

Bijlage 5: Projectmedewerkers – Stuurgroepleden – Geraadpleegde experts

Projectmedewerkers

Moens Gaston	voorzitter
Pieters Franz	secretaris (07/06 – 08/08)
De Bie Leen	projectmedewerker BaO – [kleuteronderwijs] (01/06 – 06/07)
Demeurisse Pol	projectmedewerker BaO – [lager onderwijs] (09/04 – 08/08)
Pansar Pierre	projectmedewerker SO – 1 ^{ste} graad SO (09/04 – 08/07)
Maertens Eric	projectmedewerker SO – 2 ^{de} & 3 ^{de} graad SO (04/06 – 08/08)

Stuurgroepleden

Moens Gaston	Vrije Universiteit Brussel, voorzitter
Pieters Franz	secretaris (07/06 – 08/08)
Beckers Ann	kabinetsraadgever minister Fientje Moerman
Nijs Ilse	kabinetsraadgever minister Fientje Moerman
Yperman Krispijn	kabinetsraadgever minister Fientje Moerman
Reynaert Ingrid	kabinetsraadgever minister Patricia Ceysens
Verdoodt Pierre	afdelingshoofd – dep. Economie, Wetenschap & Innovatie – Strategie en coördinatie (09/04 – 03/07)
Borrey Sabine	navorser – dep. Economie, Wetenschap & Innovatie – Strategie en coördinatie (09/04 – 03/07)
Moeremans Liliane	adjunct v/d directeur – dep. Economie, Wetenschap & Innovatie – Sensibilisering en samenleving
Schelstraete Geert	adjunct-kabinetschef van minister Frank Vandenbroucke
Standaert Roger	directeur – Entiteit Curriculum
Wouters Marleen	adviseur BaO – Entiteit Curriculum
Vanotterdijk Rene	coördinerend inspecteur ontwikkelingscel (09/04 – 09/06)
Piqueur Dirk	inspecteur BaO (12/06 – 08/08)
Droessaert Marina	inspecteur SO (12/06 – 08/08)
Desmet Dominiek	stafmedewerker dienst leren en onderwijzen [VSKO]
Janssens Henri	begeleidingscoördinator BaO [OVSG]
Van Hootegem Valentijn	hoofdadviseur SO [GO!]
Van Hyfte Geert	pedagogisch begeleider BaO en SO [POV]
Verhaegen Ann	afdelingshoofd – ondersteuningsbeleid dep. Onderwijs

Geraadpleegde experts

Aelbrecht Eddy	opleidingscoördinator technische vakken – HS Antwerpen
Balck Christel	lector TTO & wetenschappen – HS Sint-Lieven Oost-Vlaanderen
Batsleer Claudine	docent CVV Gent / product line manager – ALCATEL-LUCENT
Bellen Jos	purchasing manager fruitsappensegment – LOOZA/PEPSICOLA
Bulckens Bart	lector TTO – Karel de Grote HS Antwerpen
Buyse Dany	project manager – AGORIA ICT
Byl Hugo	pedagogisch begeleider GO!
Claeys Emile	stafmedewerker VVKSO
Cools Ronald	hoogleraar & afdelingsvoorzitter computerwetenschappen – K.U.Leuven
Coppens Lien	lector BAKO – HS Gent
Courtin Christophe	hoofddocent dep. microbiële en moleculaire systemen – K.U.Leuven
De Keukeleere Dirk	afdelingshoofd energietechnologie – Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO)
De Ridder Ingrid	lector TTO – Plantijn HS Antwerpen
De Sadeleer Jos	research manager / vice-vz KVCV sectie onderwijs & opleidingen – CARGILL R&D
De Visscher Halinka	projectverantwoordelijke wetenschapsinformatie – Technopolis Mechelen
De Visscher Monique	pedagogisch begeleider VSKO
De Vuyst Luc	gewoon hoogleraar / verantwoordelijke onderzoekseenheid industriële microbiologie – VUB
De Wit Vic	pedagogisch begeleider GO!
Deboes Omer	educatief medewerker BaO – RVO-Society Leuven
Decuyper Jo	directeur – RVO-Society Leuven
Dedeene Johan	adviseur Vlaamse staalplaatverwerker – CLUSTA
Denys Elke	projectcoördinator / wetenschapscommunicator – Howest
Dermine Brigitte	proeftuincoördinator 'Handen uit de mouwen' – SLO Mariadal Hoegaarden
Desmet Marleen	pedagogisch begeleider VSKO
Doutrepont Manou	directeur sociale zaken – Federatie Voedingsindustrie (FEVIA)
Duyvejonck Gaby	voormalig projectleider TOBO-netwerk
Eeckhout Mia	hoogleraar & vakgroepvoorzitter levensmiddelenwetenschappen en -technologie – HS Gent
Engels Marc	algemeen directeur – Flanders' Mechatronics Technology Centre (FMTC)
Falony Gwen	onderzoeker microbiologie & biotechnologische wetenschappen – VUB
Goddé Nico	educatief medewerker SO – RVO-Society Leuven
Govaert Marc	wetenschapsanimator – vzw WiNaDoe
Groffils Carlo	designer industriële microgolf – Microwave Energy Applications Company (MEAC)
Hackelbracht Lies	proeftuincoördinator 'Pet af voor Technische Vorming' – RTC West-Vlaanderen
Hantson Peter	lector TTO / projectcoördinator Alimento/Toleon – Artevelde HS Gent

Hellemans Jacky	prof. natuurkunde – K.U.Leuven
Hugelier Karel	pedagogisch begeleider OVSG
Hulsen Kris	lector techniek & natuur / stagecoördinator BALO - katholieke HS West-Vlaanderen
Jacobs An	proeftuincoördinator 'Techniek=overall' – Resoc Kempen
Janssen Jan	lector TTO – katholieke HS Limburg
Laevers Ferre	hoogleraar fac. psychologie en pedagogische wetenschappen – CEGO Leuven
Langers Jacky	pedagogisch adviseur GO!
Louwyck Antoon	docent / trainer onderwijskunde – Tilburg (NL)
Machiels Lieve	hoofdbegeleider BaO – VSKO
Matton Mike	doctoraatstudent spraaktechnologie – K.U.Leuven
Mestdagh Nele	afdelingscoördinator BAKO – katholieke HS West-Vlaanderen
Mouton Luc	account manager – Tussengemeentelijke Maatschappij der Vlaanderen voor Watervoorziening (TMVW)
Nelissen Suzanne	pedagogisch begeleider VSKO
Neven Jean-Marie	diensthofd onderwijsbeleid OVSG
Pazmany Jef	pedagogisch begeleider VSKO
Peeters Ben	projectleider 'Droomfabriek' – Vlaamse Jonge Ondernemers (VLAJO)
Peeters Wim	pedagogisch begeleider VSKO – projectleider UAntwerpen – afgevaardigd bestuurder vzw PONTON
Pierlet Koen	proeftuincoördinator 'Handen uit de mouwen' – SLO Mariadal Hoegaarden
Pools Katrijn	lector TTO / wetenschapscommunicator – Artevelde HS Gent
Quanten Elly	opleidingshoofd BALO – XIOS HS Limburg
Sebrechts Dré	docent techniek – katholieke HS Kempen
Segers Luk	pedagogisch adviseur OVSG
Simonet Bart	packaging manager – INBEV Belgium
Standaert Luc	pedagogisch begeleider TO / leerplanvoorzitter VSKO
Strubbe Bart	ICTS project manager – TWEDDLE LITHO EUROPE
Tiesters Jean	pedagogisch begeleider VSKO
Union Nele	quality assurance manager – VANDEMOORTELE
Van Assche Kristien	lector informatica – katholieke HS Sint-Lieven Oost-Vlaanderen
Van Belleghem Leo	coördinator BaO-SO – SG Sint-Nicolaas Sint-Niklaas
Van Broeck Wim	projectcoördinator Stimulus – VUB
Van de Keere Kristof	lector WO / opleidingscoördinator BALO – katholieke HS Zuid/West-Vlaanderen
Van de Velde Didier	lector TTO – Artevelde HS Gent
Van den Broeck Peter	docent – vakgroepvoorzitter – dep. ing. bouwkunde/landmeten – katholieke HS Sint-Lieven
Van Deun Rob	lector ingenieur en biotechniek – katholieke HS Limburg
Van Houte Hilde	lector BAKO / onderzoeksmedewerker – Artevelde HS Gent

Van Lembergen Lieven	account manager – TEXAS INSTRUMENTS
Van Renterghem Martine	pedagogisch adviseur GO!
Van Steenberghe Josée	pedagogisch begeleider VSKO
Van Woensel Chris	adviseur SO – Entiteit Curriculum
Van Zeebroeck Jozef	campuscoördinator – HS Antwerpen
Vankerschaver Dirk	pedagoog – ex-XIOS HS Limburg
Verhelst Cecile	lector TTO – katholieke HS Zuid/West-Vlaanderen
Verwaest Dirk	quality assurance manager – UNIFROST
Wijenberg Astrid	klinisch voedingscoördinator – Gasthuisberg UZ – K.U.Leuven
Wirix Evelyne	lector biotechniek – Provinciale HS Limburg