


5. Kennisbasis Techniek

In de kennisbasis techniek wordt de vakinhoudelijke component beschreven volgens het in de Toelichting en verantwoording beschreven format. Het redactieteam benadrukt dat de voorbeelden bedoeld zijn om meer inzicht te verschaffen in de inhoud en diepgang van de opleiding. Soms is er met opzet voor gekozen om veel voorbeelden te geven om de diversiteit van het vakgebied techniek te illustreren. Om het niveau indien nodig meer specifiek te duiden, bevat de kennisbasis per domein of thema verwijzingen naar literatuur. De literatuurlijst is tevens als bijlage bij deze kennisbasis opgenomen.

Domein 1: ontwerpen en maken van producten	88
1.1 Ontwerpmethodologie en strategie	88
1.2 Human Technology Interaction, ergonomie en vormgeving	89
1.3 Technisch schetsen en tekenen,	90
1.4 Materialen bewerken, productiemethoden	91
1.5 Technieklokaal/werkplaats, gereedschappen en machines	92
Domein 2: Technische producten en systemen	93
2.1 Systeemanalyse en systeemontwerp	93
2.2 Krachten en bewegingen	94
2.3 Constructies	96
2.4 Elektriciteit en elektronica	98
2.5 Meet- en regelsystemen, mechatronica	100
2.6 Informatie en communicatie	101
2.7 Huisinstallaties en domotica	102
2.8 Energietechniek	104
2.9 Transportsystemen	105
2.10 Bio-gerelateerde techniek	106
Domein 3: Techniek, natuurwetenschap en samenleving	107
3.1 Ontwikkeling van techniek	107
3.2 Filosofie en ethiek van de techniek	108
3.3 Techniek in beroepen	109
3.4 Techniek, milieu en duurzaamheid	110
Domein 4: leergebied 'mens en natuur' en wiskunde	111
4.1 Wiskunde en techniek	111
4.2 Wiskunde en techniek	111
4.3 Kennis van het leergebied "mens en natuur"	111

Domein 1: ontwerpen en maken van producten

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>1.1 Ontwerpmethodologie en strategie</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door het boek Productontwerpen van Eger, e.a.</p>	
<p>De startbekwame leraar heeft kennis van belangrijke ontwerpmethodieken.</p> <p>Hij (of zij) kan een bepaalde ontwerpmethodiek toepassen om zelf of in teamverband een ontwerp te realiseren als oplossing van een bepaalde technische probleemstelling.</p> <p>Hij is in staat om binnen een ontwerpteam te functioneren. Communicatie en rolverdeling spelen hierbij een belangrijke rol.</p>	<p>Ontwerpmethodieken: Een vereenvoudigde ontwerpcyclus:</p>  <p>De meer complexe modellen van Van den Kroonenberg, Pahl en Beitz, Andreasen en Ullman.</p> <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integraal ontwerpen • Modulair ontwerpen • Het iteratieve karakter van het ontwerp-proces • Het beoordelen van varianten • Fasen in de levensduur van een product (ontwerp, productie, gebruik, afdanken) • De economische levenscyclus van een product en productinnovatie • Duurzaam ontwerpen • Duurzaam produceren, schone technologie • Afdanken, recycling 	<p>Voorbeeld: programma van eisen. Welke aspecten spelen een rol bij het opstellen van een pakket van eisen?</p> <p>Voorbeeld: integraal ontwerpen. Leg uit wat er wordt bedoeld met integraal ontwerpen.</p> <p>Voorbeeld: productinnovatie. Leg de noodzaak uit van productinnovatie; bespreek een voorbeeld van productinnovatie.</p> <p>Voorbeeld: de stoep op. Ontwerp en maak in teamverband een prototype van een 'de stoep op' hulpje voor een rollator.</p> <p>Voorbeeld: overbrenging. Geef drie varianten voor de overbrenging tussen motor en wielas bij een scooter. Beoordeel welke variant het beste is toe te passen. Gebruik hiervoor een wegingmethode.</p> <p>Voorbeeld: cradle to cradle. Bespreek de kerngedachte van het cradle-to-cradle concept en illustreer dit met een concreet voorbeeld. Wat heeft dit concept te maken met processen die zich in de natuur afspeelen?</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>1.2 Human Technology Interaction, ergonomie en vormgeving</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door het "Basisboek Human Technology Interaction" van R. Valkenburg, e.a.</p>	
<p>De startbekwame leraar kan uitleggen wat er met de begrippen ergonomie en vormgeving wordt bedoeld en het belang ervan met voorbeelden illustreren.</p> <p>Hij kan een technisch product onderzoeken op aspecten van ergonomie.</p> <p>Hij kan op basis van Human Technology Interaction een kleinschalig onderzoek opzetten en uitvoeren om de mening van gebruikers over een technisch product in kaart te brengen.</p> <p>Hij kan wensen van de klant vertalen in een productontwerp.</p> <p>Hij kan de vormgevingsgeschiedenis van een product of productcategorie onderzoeken en beschrijven.</p> <p>Hij kan zelf een ontwerp realiseren met inbegrip van ergonomische en vormgevingsaspecten.</p>	<p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gebruikersgroepen: kenmerken, behoeften • Productinnovatie • Productdesign • Marktonderzoek • Productevaluatie • Gebruikskwaliteit • Ergonomie • Vormgeving 	<p>Voorbeeld: evalueren van een product. Leg uit wat er wordt verstaan onder de gebruikskwaliteit van een product; op welke vragen zoekt men een antwoord bij het uitvoeren van een productevaluatie?</p> <p>Voorbeeld: opvouwbare strandstoel. Ontwerp en maak een opvouwbare strandstoel die in een gangbare fietstas past.</p> <p>Voorbeeld: productverpakking. De firma EkoLine wil een nieuwe verpakking voor zijn cosmeticalijn. Ontwerp en maak deze nieuwe lijn op basis van producteigenschappen, logistieke eisen en corporate design.</p>

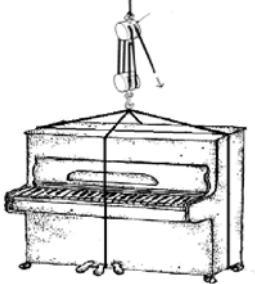
Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>1.3 Technisch schetsen en tekenen, prototyping en simulatie</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door Basisvaardigheden voor de productvormgever van J. Corremans en Vaktekenen Kernboek 1 van M. Evers</p>	
<p>De startbekwame leraar kan uit de vrije hand een 2-dimensionale en een isometrische schets maken van een voorwerp.</p> <p>Hij kan een accurate technische tekening maken van een eigen ontwerp (van een voorwerp, model of systeem) conform de relevante NEN-normen.</p> <p>Hij kan met een 2D en 3D cadpakket een accurate technische tekening maken van een eigen ontwerp (van een voorwerp, model of systeem) conform de relevante NEN-normen.</p> <p>De startbekwame leraar kan uitleggen wat prototyping is en met voorbeelden aangeven hoe dit in de praktijk wordt gebruikt.</p> <p>Hij kan prototypen bouwen als onderdeel van een zelf uit te voeren ontwerpproces.</p> <p>Hij kan met hiervoor bestemde software simulatiemodellen bouwen en het gedrag daarvan onderzoeken.</p>	<p>Kernconcepten en begrippen bij technisch schetsen en tekenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • NEN en ISO-normen • Europese en Amerikaanse projectie • Isometrische tekening • Uitslagen • Solid modelling <p>Het gaat om professionele pakketten, zoals Autocad of Solid Works.</p> <p>Kernconcepten en begrippen bij prototyping:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zichtconcept • Functioneel concept <p>Kernconcepten en begrippen bij simulatie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulatiesoftware • Systeemparameters • Systeemgedrag 	<p>Voorbeeld: presentatietekening. Maak met behulp van een cad-programma een technische tekening van een ontworpen prototype.</p> <p>Voorbeeld: computersimulatie transmissiesysteem van een fiets. Bestudeer met behulp van computersimulatie de overbrenging van krachten in het transmissiesysteem van een fiets met versnellingen: trapper-crank - tandwielenset achterwiel - contactpunt achterwiel met de grond. Bespreek de uitkomsten van deze simulatie en vergelijk deze met de theorie en met de werkelijkheid.</p> <p>Voorbeeld: prototype doseerapparaat. Ontwerp een eenvoudig mechanisch werkend doseerapparaat. Het apparaat werkt met een voorraadmagazijn pillen, korrels of klontjes. Als het apparaat wordt bediend zal er steeds 1 pil, korrel of klontje aan de gebruiker worden aangeboden. Bouw een werkend prototype uit eenvoudige materialen waarover leerlingen kunnen beschikken.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>1.4 Materialen bewerken, productiemethoden</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door Industriële productie van H.J.J. Kals e.a. en Inleiding Logistiek van W. Verwoerd</p>	
<p>De startbekwame leraar heeft brede materialenkennis en is op de hoogte van ontwikkelingen op materiaalgebied.</p> <p>Hij kan tijdens het ontwerpproces de juiste materialen kiezen op basis van materiaal-eigenschappen, bewerkingsmogelijkheden en duurzaamheidsoverwegingen.</p> <p>Hij kan belangrijke bewerkingsmethoden van verschillende categorieën materialen noemen, beschrijven en uitvoeren. Het gaat hierbij om het op accurate, veilige en juiste wijze bewerken van metalen, hout, textiel en kunststoffen (thermoharders en thermoplasten).</p> <p>Hij kan verschillende productiemethoden beschrijven en benoemen.</p> <p>Hij kan aangeven welke economische motieven een rol spelen bij het overschakelen op (flexibel) geautomatiseerde productie.</p> <p>Hij kent het belang van productdocumentatie en standaardisatie.</p> <p>Hij kan een beschrijving geven van de logistieke processen bij een productiemethode.</p> <p>Hij kan op basis van specificatie een eenvoudige productielijn ontwerpen, beschrijven wat men moet weten en kunnen om een product op de markt te zetten (bedrijfssimulatie) en verbanden leggen tussen productie, economie, maatschappij en milieu.</p> <p>Hij kan aangeven wat de functie is van werkvoorbereiding, calculatie en kostenberekening en dat in een eenvoudig voorbeeld uitvoeren.</p> <p>Hij kan een model, dat een onderdeel vormt van een geautomatiseerde productielijn, programmeren of met behulp van geschikte software simuleren.</p>	<p>Kernconcepten en begrippen bij materialenkennis: Mechanische en fysieke eigenschappen van materialen zoals sterkte, spanning, slijtagecoëfficiënt, hardheid, dichtheid, corrosiebestendigheid, elektrische en thermische geleidbaarheid.</p> <p>Het gaat bij het bewerken van materialen onder meer om verspanen, vervormen, scheiden en verbinden met machinale en handgereedschappen.</p> <p>Kernconcepten en begrippen bij productiemethoden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambachtelijke (stuksgewijze) productie • Serie- en massafabricage • Batchgewijze productie • Continue productie • Productiemachines, omsteltijd • Automatisering, robotisering • Flexibele automatisering <p>Het gaat bij productdocumentatie en standaardisatie om normering, kwaliteitszorgsystemen / ISO-certificatie en het kunnen werken met polytechnische handboeken.</p> <p>Logistieke concepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marketing en logistiek • Inkoop, productie en logistiek • Materials handling • Just in time • Voorraadbeheer • Fysieke distributie 	<p>Voorbeeld: spuitgieten. Beschrijf het spuitgietprocédé.</p> <p>Voorbeeld: vacuümvormen. Maak een mal om een product vacuüm te vormen.</p> <p>Voorbeeld: logistiek. Wat is het just in time principe? Noem twee belangrijke voordelen.</p> <p>Voorbeeld: taakverdeling bij een productieproces. Maak voor een bestaand (eenvoudig) product en verdeling in taken per arbeidsstation.</p> <p>Voorbeeld: besturing productieproces. Bij een productieproces worden twee modellen op een productielijn gemaakt. Op een bepaald moment moeten de modellen verder in een eigen traject afgebouwd worden. Schrijf een besturingsprogramma voor het selectieproces op de lopende band.</p> <p>Voorbeeld: kostenberekening. Maak een kostenberekening voor een bestaand (eenvoudig) product en geef de prijsindicatie voor stuks-, serie- en massaproductie.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
1.5 Technieklokaal/werkplaats, gereedschappen en machines		
<p>De startbekwame leraar kan zorgen voor een veilige en functionele inrichting van een technieklokaal.</p> <p>Hij kan zelf de gereedschappen en machines die wettelijk zijn toegestaan in het technieklokaal juist en veilig bedienen. Hij kan ervoor zorgen dat ook leerlingen (en anderen) dit doen.</p> <p>Hij kan een technieklokaal onderhouden en beheren.</p> <p>Hij kan duurzaam werken in het technieklokaal.</p>	<p>Het gaat bij de veilige en functionele inrichting om:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het beschrijven van het technieklokaal door middel van een tekening en een bijbehorende toelichting; • Het kritisch onderzoeken van een bestaande lokaalinrichting en daarvan bondig verslag doen; • Het beschrijven van de gebruikelijke inventaris van een technieklokaal; • Kennis van relevante veiligheidseisen en normen die zijn opgenomen in de Arbo-wet en waaraan de inrichting en arbeidsomstandigheden in het technieklokaal moeten voldoen; • Preventie van geluidsoverlast en gehoorschade. <p>Het gaat bij het juist en veilig bedienen van gereedschappen en machines om:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het kunnen beschrijven en toepassen van het juiste en veilige gebruik van gereedschappen en machines; • Het geven van instructie en demonstratie omtrent het juiste en veilige gebruik van gereedschappen en machines aan leerlingen (en anderen); • Het opstellen en handhaven van veiligheidsvoorschriften conform Arbo-normen; • Het nemen van adequate maatregelen in relatie tot veiligheid en incidenten. <p>Het gaat bij duurzaam werken in het technieklokaal om:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hergebruik en recycling van materialen; • Zuinig gebruik van materialen en grondstoffen; • Verantwoorde afvalverwerking. 	<p>Voorbeeld: gereedschapskast. Geef een voorbeeld van de veilige inrichting van een gereedschapskast.</p> <p>Voorbeeld: gaten boren. Met welke verschillende boren kun je een gat boren in PMMA?</p> <p>Voorbeeld: toerentalbepaling voor een boor. Bepaal het juiste toerental voor een boor Ø15 mm in messing met behulp van een tabel.</p>

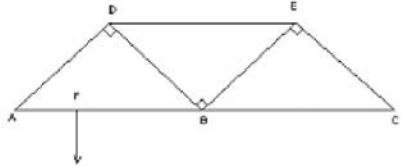
Domein 2: Technische producten en systemen

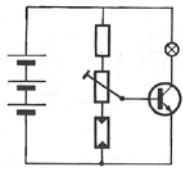
Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
2.1 Systemanalyse en systeemontwerp	Een indicatie van het niveau wordt gegeven door de boeken <i>Methodisch ontwerpen</i> volgens Van den Kroonenberg van F. Siers en <i>Human Technology Interaction</i> van R. Valkenburg.	
<p>De startbekwame leraar kan methoden van systemanalyse noemen, beschrijven en toepassen op alledaagse gebruiksvorwerpen en technische systemen.</p> <p>Hij kan via de methodiek van reverse engineering een alledaags gebruiksuparaat analyseren.</p> <p>Hij kan op grond van deze analyse voorstellen doen voor het verbeteren van een ontwerp in een concrete situatie.</p> <p>Hij kan de keuze voor het gebruik van bepaalde materialen in een concreet ontwerp in verband brengen met fysische of chemische eigenschappen.</p>	<p>Kennisaspecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het bepalen van de functies en deelfuncties van een systeem (functieanalyse) • Het gebruiken van morfologische schema's voor het genereren van varianten. • Het opzetten en gebruiken van keuzetabellen • Het opstellen van een input-output schema <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systeem, systeemgrens, subsysteem, component • Systeemconfiguratie • Functieblokschema • Principeschets • Energieblokschema • Morfologisch schema • Reverse engineering 	<p>Voorbeeld: hr-ketel. Maak een functieanalyse en een blokschema of principeschets van een hr-ketel.</p> <p>Voorbeeld: koffie zetten. Onderzoek een koffiezetmachine die werkt met behulp van koffie pads (bijv. Senseo).</p> <ol style="list-style-type: none"> Maak een functieboom van het apparaat op basis van hoofd- en deelfuncties. Ga na welke eisen aan het onderzochte product werden gesteld. Beschrijf de werking van het apparaat. Geef een gefundeerde theoretische (natuurkundige) onderbouwing. Maak een principeschets van het apparaat. Teken het stroomkringschema. Teken het energieblokschema <p>Voorbeeld: systemanalyse van de auto. Het systeem auto kent de volgende subsystemen: motor (met in- en uitlaatsysteem) / brandstofsysteem / koelsysteem / aandrijfsysteem / besturingssysteem en wielophanging / remsysteem / elektrisch systeem. Kies een van de bovenstaande subsystemen en onderzoek uit welke componenten en elementen dit subsysteem is opgebouwd door middel van een systemanalyse. Maak van het gekozen subsysteem tekeningen/schetsen en verklaar de werking van het subsysteem door het toepassen van natuurkundige wetten. Geef een PowerPoint presentatie van het geheel, waarin ook de relatie van het subsysteem tot het gehele systeem wordt belicht.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>2.2 Krachten en bewegingen</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door een natuurkundemethode op vwo bovenbouw niveau.</p>	
<p>De startbekwame leraar kan de technische principes van het overbrengen van krachten en bewegingen uitleggen aan de hand van concrete alledaagse gebruiksvoorwerpen, apparaten en machines.</p> <p>Hij kan deze principes toepassen in een zelf te bouwen mechanisch (didactisch) model of apparaat.</p> <p>Hij kan berekeningen uitvoeren voor deze overbrengingen.</p> <p>Hij kan voortstuwingsprincipes van voertuigen uitleggen en deze toepassen in een zelf te bouwen mechanisch (didactisch) model of apparaat.</p>	<p>Kennisaspecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soorten krachten en hun toepassing in alledaagse gebruiksvoorwerpen, apparaten en machines; • Soorten bewegingen van (onderdelen van) apparaten en machines; • Mechanische, hydraulische en pneumatische (kracht)werktuigen. • Transmissiesystemen voor kracht en beweging (overbrenging via tandwielen, ketting, snaar); • Het voortstuwingsprincipe en systeem van een voertuig of transportmiddel (fiets, auto, boot, vliegtuig, raket); • Methoden voor het minimaliseren of maximaliseren van wrijvingskrachten (bij schuiven, rollen of beweging door lucht of vloeistof) al naargelang de toepassing. <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soorten kracht • Kracht, krachtmoment, koppel • De drie wetten van Newton • Evenwichtsvoorwaarden • Kinematica en dynamica van translatie en rotatie • As en wiel, tandwielen, overbrengingen • katrollen, hefbomen • Wig, schroefdraad • Hydraulische en pneumatische systemen • Materiaaleigenschappen van belang voor het gedrag van mechanisch werkende systemen 	<p>Voorbeeld: zuigerpomp. Beschrijf de werking van een eenvoudige zuigerpomp zoals die in derde wereld gebruikt wordt. Maak een principeschets en geef een verklaring voor de maximale opvoerhoogte van deze pomp.</p> <p>Voorbeeld: hijswerktuig. We hijsen een piano naar de 1^e verdieping van een woning.</p>  <p>a. Hoe heet het hier gebruikte hijsapparaat? b. De massa van de piano is 210 kg. Hoeveel spierkracht is nodig om hem op te hijsen? c. Hoeveel meter touw moet je inhalen om de piano 5 meter op te hijsen? d. Laat zien dat je met dit apparaat niet kunt besparen op de hoeveelheid arbeid die moet worden verricht om het blok 2 meter op te tillen.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
2.2 Krachten en bewegingen	Een indicatie van het niveau wordt gegeven door een natuurkundemethode op vwo bovenbouw niveau.	
		<p>Voorbeeld: tillift. In de gezondheidszorg worden tilliften gebruikt om het werk van verpleegkundigen te verlichten.</p> <p>Formuleer het programma van eisen voor zo'n tillift en bouw met geschikt constructiemateriaal een model.</p> <p>Voorbeeld: mountainbike. Een mountainbike heeft veel versnellingen om allerlei soorten terrein te kunnen berijden. Op de trapas zijn drie tandwielen gemonteerd en op de achteras negen.</p> <p>a. We willen een steil heuveltje bedwingen. Met welke combinatie van tandwielen voor en achter gaat dat met de minste spierkracht?</p> <p>b. Leg dit uit en maak in je antwoord gebruik van de momentenstelling.</p> <p>c. Bereken de snelheid van de fiets als de pedalen 40 x per minuut rondgaan. Het voorste tandwiel heeft 32 tanden en het achterste 21. De diameter van de wielen bedraagt 0,85m.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>2.3 Constructies</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door het boek Constructieleer van I. Nortier.</p>	
<p>De startbekwame leraar kan de maatschappelijke betekenis van constructies vanuit technisch perspectief bespreken. Het gaat om constructies op kleine en op grote schaal en om de problemen en de (technische) oplossingen om bepaalde constructies te realiseren.</p> <p>Hij kan uitleggen via welke fasen de bouw van een woning of gebouw verloopt.</p> <p>Hij kan globaal uitleggen welke constructieprincipes hierbij worden toegepast.</p> <p>Hij kan maatregelen beschrijven waarmee een woning energiezuiniger kan worden gemaakt.</p> <p>Hij kan de krachten berekenen en tekenen die optreden in een constructie in een bepaalde belastingssituatie.</p> <p>Hij kan typen constructies noemen en beschrijven. Hij kan de optredende krachten in een constructie onder invloed van een mechanische belasting kwalitatief beschrijven. Hij kan dit krachtenspel demonstreren met een zelf te bouwen model.</p> <p>Hij kan belangrijke materiaaleigenschappen noemen en deze in verband brengen met hun toepassing in constructies. Hij kan eenvoudige berekeningen uitvoeren aan het mechanische gedrag van materialen.</p> <p>Hij kan met behulp van computersimulatie een constructie modelleren en evalueren.</p>	<p>Kennisaspecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Constructieve eigenschappen van materialen die bij alledaagse constructies worden gebruikt; • Manieren om componenten van een constructie met elkaar te verbinden; • Krachten in constructies als gevolg van bepaalde typen belastingen en de daardoor veroorzaakte spanningen en vervormingen in (onderdelen van) de constructie; • Toepassing van de evenwichtsvoorwaarden bij het doorrekenen van een eenvoudige constructie; • Stijfheid van balken en constructies; • Thermische eigenschappen van constructies (materiaaldikte, spouwmuur, dubbel glas); • Geluidsisolerende eigenschappen van constructies; • Het globale bouwproces van een woonhuis (van idee tot oplevering) en de rol die de hierbij betrokken specialisten en vaklieden vervullen. <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kracht en krachtmoment • Wetten van Newton, evenwichtsvoorwaarden • Mechanische spanning en rek • Mechanisch gedrag van materialen bij verschillende soorten mechanische belasting (druk, trek, afschuiving, torsie) • Doorbuiging van een constructie • Warmtetransport en thermische eigenschappen van materialen en constructies • Transport van geluid door constructies, transmissie en absorptie van geluid <p>Denk hierbij aan computersoftware als West Point Bridge Design en Interactive Physics.</p>	<p>Voorbeeld: bruggen bouwen.</p> <p>Aan bruggen worden tegenwoordig naast functionele eisen ook hoge esthetische eisen gesteld.</p> <ol style="list-style-type: none"> Onderzoek hoe men tegenwoordig te werk gaat bij de aanbesteding van een groot project zoals de bouw van een nieuwe brug. Verzamel hedendaagse voorbeelden van innovatieve bruggen. Maak een overzicht van de eisen die tegenwoordig aan nieuw te bouwen bruggen worden gesteld. Geef met voorbeelden aan hoe de hedendaagse vormgeving van bruggen is beïnvloed door de ontwikkeling van nieuwe constructiematerialen. <p>Voorbeeld: energielabel voor woonhuizen.</p> <p>In Nederland is onlangs een energielabel voor woonhuizen ingevoerd. Ga na wat dit systeem precies inhoudt en welke categorieën woonhuizen er worden onderscheiden. Bespreek de technische maatregelen die genomen kunnen worden om een woonhuis op te waarderen naar een hogere categorie.</p> <p>Voorbeeld: isoleren.</p> <p>Verzamel 3 soorten isolatiematerialen en voer een onderzoek uit waarbij je de R-waarde van het materiaal bepaalt.</p> <p>Vooroorlogse huizen hebben vaak een isolatieprobleem en daardoor hoge kosten voor verwarming. Aan het oorspronkelijke ontwerp van deze woningen valt dus wel wat te verbeteren. Doe tenminste 4 verbetervoorstellen en maak daarbij globale berekeningen omtrent de mogelijke energiebesparing.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
2.3 Constructies	Een indicatie van het niveau wordt gegeven door het boek Constructieleer van I. Nortier.	<p data-bbox="1040 443 1528 712">Voorbeeld: krachterspel in een vakwerkbrug. Een brug is opgebouwd uit een eenvoudige vakwerkconstructie (zie onderstaande tekening). Elke staaf heeft een massa van 300 kg. Alle scherpe hoeken in deze constructie zijn 45 graden. De rechte hoeken zijn aangegeven. De lengte van staaf AD is 5,0 meter. In punt F werkt een extra belastende kracht van 20 kN. De afstand AF bedraagt 2,3 meter</p>  <p data-bbox="1040 963 1528 1205">a. Maak een schetsje en teken de werklijn van de netto zwaartekracht die op de constructie werkt. b. Bepaal de reactiekrachten in de oplegpunten A en C. c. Bepaal de staafkrachten AB, DB en DE in de vakwerkconstructie. Geef bij elke staaf aan of het een druk- of een trekstaaf is.</p> <p data-bbox="1040 1236 1528 1680">Voorbeeld: het spanning-rek diagram. a. Teken het globale verloop van het spanning-rek diagram van een materiaal met een vloeigrens. Geef in het diagram aan waar de vloeigrens en de breukgrens zich bevinden. b. Hoe luidt de wet van Hooke? Leg uit welke grootheden hierin voorkomen, hoe ze gedefinieerd zijn en wat de bijbehorende eenheden zijn. c. Wat verstaat men onder plastische vervorming? Schets wat er gebeurt in het spanning-rek diagram als er eerst een hele grote kracht op een proefstaaf werkt (waarbij dus plastische vervorming optreedt) en deze kracht vervolgens wordt weggenomen.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
2.4 Elektriciteit en elektronica	Een indicatie van het niveau wordt gegeven door een natuurkundemethode op vwo bovenbouw niveau en het boek Elektronica echt niet moeilijk van A. Schommers.	
<p>De startbekwame leraar kan de technische principes en werking van de belangrijkste elektrische onderdelen van alledaagse apparaten uitleggen en demonstreren.</p> <p>Hij kan berekeningen uitvoeren over de werking van deze onderdelen.</p> <p>Hij kan de werking van een analoge of digitale elektronische schakeling uitleggen.</p> <p>Hij kan een dergelijke schakeling bouwen en testen op de juiste werking ervan.</p>	<p>Kennisaspecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gelijkstroommotor • Wisselstroommotor • Dynamo • Transformator • Adapter • Toerentalregeling • Relais <p>Kennisaspecten van werking en toepassing:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische basiscomponenten (weerstand, spoel, condensator, diode) • Elektronische basiscomponenten (de diode, led, transistor) • Logische poorten (not, and, nand, or, nor) • Sensoren <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stroom, spanning, vermogen • Impedantie, reactantie, inductie, zelfinductie, capaciteit (condensator) • Elektromagnetische verschijnselen en de technische toepassingsmogelijkheden • Analooq en digitaal • Binaire codering • Materiaaleigenschappen van belang voor het gedrag van elektrisch werkende systemen. <p>Het gaat hier om:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het bouwen van toepassingen met kant-en-klare basiscomponenten, zoals logische poorten en actuatoren. • Het gebruiken van kennis van elektriciteit en elektronica bij het bouwen van domotica-toepassingen. 	<p>Voorbeeld: maak een onderwijsleermodel van een serierecollectormotor waarin ook de fysische achtergronden duidelijk worden gemaakt</p> <p>Voorbeeld: kan een stofzuigermotor (230V wissel) ook op een gelijkspanning lopen? Geef daarvoor een verklaring.</p> <p>Voorbeeld: zelfbouw elektrische fiets. Je denkt erover om je fiets om te bouwen tot fiets met elektrisch aangedreven hulpmotor. Vraag technische documentatie aan bij verschillende fabrikanten van eventueel geschikte elektromotoren. Schrijf een rapport waarin je de opgegeven prestaties en eigenschappen van de verschillende motoren met elkaar vergelijkt en maak op basis daarvan een beredeneerde keuze.</p> <p>Voorbeeld: maak een foutzoekboom van een föhn.</p> <p>Voorbeeld: sensorschakeling. Bekijk onderstaande schakeling.</p>  <p>a. Neem de schakeling over en schrijf bij elke component de bijbehorende naam.</p> <p>b. Geef aan hoe de stroom in het circuit loopt.</p> <p>c. Beschrijf de werking van de schakeling.</p> <p>d. Wat is bij deze schakeling de basisspanning op de transistor?</p> <p>e. Verklaar deze werking op basis van het gedrag van de afzonderlijke componenten.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
2.4 Elektricititeit en elektronica	Een indicatie van het niveau wordt gegeven door een natuurkundemethode op vwo bovenbouw niveau en het boek Elektronica echt niet moeilijk van A. Schommers.	
		<p>Voorbeeld: pillenalarm.</p> <p>Ontwerp en bouw een prototype van eenvoudig pillenalarm: een systeem dat iemand eraan herinnert om op tijd een pil in te nemen.</p> <p>Neem als voorbeeld een persoon die dagelijks 8 pillen moet slikken: bij het opstaan twee pillen tegelijkertijd, 1 pil bij het ontbijt, 2 pillen tegelijkertijd bij de warme maaltijd op het middaguur, 1 pil bij de avondmaaltijd en 2 pillen voor het slapen gaan.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
2.5 Meet- en regelsystemen, mechatronica	Een indicatie van het niveau wordt gegeven door een natuurkundemethode op vwo bovenbouw niveau.	
De startbekwame leraar kan op basis van het universele model gebaseerd op de begrippen input, proces, output, open en gesloten meet- en regelsystemen beschrijven, ontwikkelen en toepassen.	<p>Kennisaspecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In het onderwijs gebruikte hard- en software (zoals Coach, het systeembord, RCX / NXT-eenheid) • De functie en werking van logische poorten • De koppeling van sensoren, logische poorten en actuatoren om een bepaald functioneel systeemgedrag te bereiken • De functie en werking van bepaalde algoritmen voor computerprogramma's (als...dan...; als...dan...anders...; herhaal, herhaal...totdat..., herhaal zolang...) • Het programmeren van de computer met geschikte software om een bepaald functioneel systeemgedrag te bereiken <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Input, proces, output • Meten, sturen, regelen • Open en gesloten regelsysteem, • Programmeren en algoritmen • Programmeeromgeving • Logische poorten • Geheugenelement • Sensor en actuator 	<p>Voorbeeld: besturingsprobleem. Bedenk en maak een model waarmee leerlingen een programmeeropdracht kunnen uitvoeren, waarbij een computer het model automatisch bestuurt. De leerling moet dus een besturingsprobleem oplossen door de computer een aantal handelingen uit te laten voeren. De leerling moet daarbij nadenken over:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de logische volgorde van de uit te voeren handelingen; • het realiseren van een repeteeropdracht (herhaal, als enz.); • de noodzakelijke variabele. <p>Bij de oplossing van het besturingsprobleem moet gebruik worden gemaakt van:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. procedures met variabelen; 2. functies (gebruik sensoren die de leerlingen kunnen testen); 3. een gestructureerd menu met conditionele (lus)opdrachten. <p>Voorbeeld: de logica van een combiketel. Ontwerp logische schakelingen die de gasklep en de driewegklep bedienen van een combiketel. Doorloop daarbij de onderstaande deelvragen.</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Geef de voorwaarde op waaronder de twee verschillende aansluitingen a en b (van de kamer en boilerthermostaat) wel spanning (1) of geen spanning (0) voeren. b) Beschrijf onder welke voorwaarde de driewegklep bediend moet worden en onder welke voorwaarde de gasklep. c) Maak naar aanleiding van bovenstaande twee waarheidstabellen. Een waarin de aansluitingen a en b en de gasklep voorkomt en een waarin de aansluitingen a en b en de driewegklep voorkomt. d) Haal uit de waarheidstabel de schakelformule en vereenvoudig deze indien nodig. e) Teken het logische schema (ofwel de logische structuur). <p>Voorbeeld: slim voertuigje. Bouw met behulp van constructiemateriaal, sensoren en actuatoren een voertuig dat een zwarte lijn op een vlakke vloer volgt.</p>


Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>2.6 Informatie en communicatie</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door het boek Datacommunicatie / Telecommunicatie 4MK-DK3402 (kernboek) van J. Stieger.</p>	
<p>De startbekwame leraar kan de technische ontwikkelingen inzake (massa)communicatiemiddelen benoemen en de maatschappelijke gevolgen ervan met voorbeelden toelichten.</p> <p>Hij kan de basiscomponenten van een communicatiesysteem vaststellen en beschrijven.</p> <p>Hij kan belangrijke concepten voor de werking van communicatiemiddelen en systemen benoemen, uitleggen en hanteren.</p> <p>Hij kan de verschillende aspecten van communicatie systemen met elkaar vergelijken.</p>	<p>Kennisaspecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vormen van communicatie, communicatiemiddelen, toepassings- en gebruiksmogelijkheden en maatschappelijk belang (GSM, telefoon, -draadloze verbindingen, radio/tv, satelliet, internet/e-mail en GPS • Informatiesignalen • Transportmedia • Modulatiemethoden • Draadloze informatieoverdracht • Satellietcommunicatie • Datacommunicatienetwerken • OSI-model • Seriële interfacing <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informatie, informatie-inhoud, informatiestroom • Analoge en digitale signalen • Coderen van informatie • Radiogolven • Bandbreedte • Modulatie • Transmissiesnelheid • Informatiesnelheid • Netwerken • OSI model en protocollen 	<p>Voorbeeld: altijd en overal bereikbaar? Wil je altijd en overal bereikbaar zijn, 24 uur per dag, voor vriend en vijand? Wat zijn de voor- en de nadelen? Schrijf op hoe jij hiermee omgaat. Stel met een medestudent een enquête samen om de meningen van mensen over de voor- en nadelen van de moderne communicatiemiddelen en hun invloed op het persoonlijke leven te onderzoeken. Bespreek de enquête eerst met medestudenten en pas deze zo nodig aan. Formuleer jullie verwachtingen over de uitkomsten van de enquête en voer de enquête uit bij verschillende leeftijdsgroepen. Trek conclusies uit de uitkomsten en leg die naast jullie verwachtingen. Waar zitten de grote verschillen?</p> <p>Voorbeeld: communiceren met behulp van de computer. Maak een indeling van de communicatiemogelijkheden die de computer biedt en maak daarbij onderscheid in asynchrone en synchrone communicatie. Geef bij elke mogelijkheid minstens drie voorbeelden die laten zien hoe men er tegenwoordig gebruik van maakt en welke invloed dit heeft op onze samenleving. Maak hiervan een (digitale) presentatie.</p> <p>Voorbeeld: universeel communicatiemodel. Geef een weergave van het universele communicatiemodel en noem drie voorbeelden van gecodeerde transmissie.</p> <p>Voorbeeld: kapotte radio. Ontwerp en bouw een eenvoudige radio. Verklaar kwalitatief de werking. Je krijgt een defecte zelfgebouwde radio. Beschrijf hoe je het defect kunt opsporen en voer de reparatie uit.</p> <p>Voorbeeld: resonantiekring. Bestudeer het wisselstroomgedrag van een parallel geschakelde spoel en condensator. Bij welke frequentie is de kring in resonantie? Hoe zit het met de impedantie bij die resonantiefrequentie? Hoe maken we daar gebruik van in de afstemkring van een AM radio?</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>2.7 Huisinstallaties en domotica</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door een natuurkundemethode op vwo bovenbouw niveau.</p>	
<p>De startbekwame leraar kan de opbouw van een elektrische huisinstallatie bespreken evenals de werking en functie van de verschillende componenten.</p> <p>Hij kan de opbouw en werking van (onderdelen van) belangrijke huishoudelijke installaties uitleggen en demonstreren.</p> <p>Hij kan beschrijven wat er met het begrip domotica wordt bedoeld en kan daarvan voorbeelden noemen.</p> <p>Hij kan in een concrete situatie van een dergelijk systeem een globale beschrijving (de opbouw in componenten) geven en de functionaliteit(en) ervan beschrijven.</p>	<p>Kennisaspecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opbouw en werking van de elektrische huisinstallatie en belangrijke veiligheids-eisen conform NEN 1010 • (Warm)water- en sanitaire voorzieningen in het woonhuis • Verwarmingsystemen voor het woonhuis • Domotica: systemen en toepassingen met speciale aandacht voor het zelfstandig wonen van ouderen en minder validen. <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centraaldoos en normaaldoos systeem • Aarding • Stroomkringschema • Faseverschuiving • Stromingleer en analogie elektrische stroom en gas/waterstroom • Afvalproducten zoals afvoergassen en afvalwater • Energiebalans 	<p>Voorbeeld: aardlekschakelaar. Tekenen de onderdelen van een aardlekschakelaar en bespreek de werking ervan. Wat is de specifieke functie van de aardlekschakelaar?</p> <p>Voorbeeld: pompen. Maak een inventarisatie van pompen die in en om huis gebruikt worden. Bedenk hierbij dat pompen vaak een essentieel onderdeel zijn van apparaten en machines. Geef aan wat de functie van de pomp is en om welk soort pomp het gaat. Kies een bepaalde pomp en onderzoek de opbouw en de werking ervan. Leg vervolgens de constructie en de werking uit en maak hierbij gebruik van zelfgemaakte foto's, exploded view afbeeldingen, schematische tekeningen en/of doorsnede tekeningen. Bij de beschrijving van de werking van de pomp mag een passende natuurkundige verklaring natuurlijk niet ontbreken.</p> <p>Voorbeeld: het zonnetje in huis. Een 'intelligent' huis zorgt voor een aangenaam binnenklimaat. In de zomer worden daarom automatisch de zonneschermen bij de woonkamer neergelaten als er te veel zonlicht binnenvalt of als de temperatuur in deze kamer te hoog oploopt. Natuurlijk moet je de automatische regeling kunnen uitschakelen en handmatig de zonneschermen kunnen bedienen. Ontwerp een zo eenvoudig mogelijke schakeling met het computerprogramma Systeembord, door gebruik te maken van de juiste sensoren, logische poorten en 2 relais als actuator. We gaan ervan uit dat de zonneschermen worden neergelaten als een relais is bekrachtigd en weer worden opgehaald als het andere relais wordt bekrachtigd.</p> <p>Als het half bewolkt is en er regelmatig een wolkje voor de zon schuift gaan de schermen te vaak omhoog en omlaag. Verbeter de schakeling door een tijdsinterval in te stellen: alleen als de zon langer dan x seconden onafgebroken heeft geschinen, worden de schermen neergelaten. Hetzelfde geldt voor het weer ophalen van de schermen.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
2.7 Huisinstallaties en domotica	Een indicatie van het niveau wordt gegeven door een natuurkundemethode op vwo bovenbouw niveau.	
		<p>Voorbeeld: domotica en zelfstandig blijven wonen van ouderen.</p> <p>Maak een schriftelijk verslag van 3000 woorden over de betekenis van domotica voor het zo lang mogelijk zelfstandig blijven wonen van ouderen. Besteed aandacht aan de ervaringen die tot nu toe zijn opgedaan. Breng zo volledig mogelijk in beeld welke systemen en oplossingen er nu zijn ontwikkeld en wat er in de nabije toekomst te verwachten valt.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
2.8 Energietechniek	Een indicatie van het niveau wordt gegeven door het boek Toegepaste energietechniek, deel 2: duurzame energie van J. Ouwehand, e.a.	
<p>De startbekwame leraar kan een aantal voorbeelden noemen van energiebronnen en daarbij aangeven hoe de energie wordt gewonnen, (eventueel) opgeslagen en gedistribueerd.</p> <p>Hij kan concrete voorbeelden geven van energieomzettingen en toepassingen daarvan.</p> <p>Hij kan aangeven of en in welke mate bepaalde energiebronnen duurzaam zijn.</p> <p>Hij kan berekeningen maken over het winnen van energie en energieomzettingen in concrete situaties.</p> <p>Hij kan op verschillende terreinen energiebesparende maatregelen en technieken noemen.</p> <p>Hij kan globaal de innovaties noemen en bespreken.</p>	<p>Kennisaspecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bronnen en methoden voor de winning van conventionele en duurzame energie • De werking van conventionele en duurzame energiecentrales <p>Kennis van methoden en systemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Omzetten van energie • Opslaan van energie • Transport van energie • Distribueren van energie • Verbeteren van het rendement van een energie-installatie • Thermisch isoleren van een constructie <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energie, arbeid en vermogen • Soorten energie • Duurzame energiebronnen • Energieverliezen, rendement en prestatiecoëfficiënt • pV-diagram en Carnot cyclus • Mogelijkheden voor energiebesparing • Warmte-kracht koppeling • Warmteweerstand en warmtegeleidingscoëfficiënt • Warmtepomp • Brandstofcel • Zonnecel • Windturbine • Stirlingmotor • Hybride aandrijving 	<p>Voorbeeld: brandstofcel. Beschrijf de werking van een brandstofcel. Bouw een werkend model van een voertuig dat rijdt met behulp van een brandstofcel.</p> <p>Voorbeeld: de muizenvalwagen. Gegeven een bestaande (of zelf te bouwen) muizenvalwagen. Analyseer (meet) krachten, aandrijfkoppel, energie-inhoud enz. Breng op grond van deze analyses verbeteringen aan. De cyclus moet twee keer worden doorlopen.</p> <p>Voorbeeld: de warmtepomp.</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Beschrijf de werking van een warmtepomp. b. Wat is het rendement (COP) van een warmtepomp? c. Geef een aantal overwegingen om een warmtepomp in de civiele woningbouw toe te passen. Geef behalve technische en milieutechnische ook economische overwegingen. <p>Voorbeeld: de windturbine.</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Leg uit hoe een (twee- of driebladige) windturbine energie haalt uit de langsstromende lucht. b. Noem drie ontwerpfactoren die van grote invloed zijn op het theoretische vermogen van een windturbine. c. Natuurlijk waait het niet altijd even hard. Maak duidelijk welke gegevens nodig zijn om het over een jaar gemiddelde opgewekte vermogen van een windturbine te bepalen. Leg uit hoe deze berekening uitgevoerd moet worden.

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>2.9 Transportsystemen</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door een natuurkundemethode op vwo bovenbouw niveau, het boek Technology, engineering & design van Brusic, Fales & Kuetemeyer en het tijdschrift De ingenieur.</p>	
<p>De startbekwame leraar kan de maatschappelijke betekenis van transport voor de samenleving vanuit een technisch perspectief bespreken.</p> <p>Hij kan modellen van vervoerssystemen bedenken, berekenen, ontwikkelen, maken en beoordelen.</p> <p>Hij kan de toepassing van energiebronnen, energieomzettingen en energietransport binnen de diverse aandrijvingsystemen beschrijven. Hij heeft inzicht in de constructie, de vormgeving en het materiaalgebruik in relatie tot de prestaties van transportsystemen ter land, te water, in de lucht en in de ruimte.</p> <p>Hij heeft kennis van het logistieke concept bij productieprocessen, zoals materials handling en fysieke distributie en kan de daarbij benodigde transportmiddelen benoemen en beoordelen.</p>	<p>Kennisaspecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De verbrandingsmotor, aandrijvings- en besturingsprincipes van (hybride)voertuigen • De mobiliteit van mensen en goederen op kleine en op grote schaal en de hiermee samenhangende bedrijvigheid • De problemen en de (technische) oplossingen rondom het handhaven of vergroten van de mobiliteit • Systemen voor transport van bagage • Transportsystemen als onderdeel van industriële productprocessen • Systemen voor vrachtafhandeling <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mobiliteit • Infrastructuur voor transport • Logistiek • Materials handling • Just in Time principe • Globalisering en wereldhandel • Assemblage • Vervoerscapaciteit • Verbrandingsmotor • Hybride systeem • Efficiëntie en brandstofverbruik 	<p>Voorbeeld: de verbrandingsmotor. Bespreek de werking van de verbrandingsmotor volgens de 4-takt cyclus. Maak er 4 tekeningen bij. Geef de juiste benaming van elke fase in deze cyclus. Teken het energieblokschema. Wat wordt er verstaan onder het rendement van een dergelijke motor? Hoe groot is dat rendement ongeveer en waarom is het zo laag?</p> <p>Voorbeeld: in de file. De auto is een succesvol technisch product: voor veel mensen is het bezit van een eigen auto bijzonder belangrijk. Nu dreigt de auto slachtoffer te worden van zijn eigen succes. Er zijn tegenwoordig zoveel voertuigen op de weg dat de mobiliteit juist afneemt als gevolg van de toenemende fileproblematiek. Werk zelf minstens 4 mogelijke oplossingen voor het fileprobleem uit en beschrijf de rol van techniek bij het realiseren van elke variant. Onderzoek welke maatregelen de overheid heeft genomen (of onderzoekt) om het fileprobleem te verminderen en welke rol techniek in deze maatregelen speelt. Je verhandeling telt 2500 tot 3000 woorden.</p> <p>Voorbeeld: goederenstromen over de hele wereld. Veel goederen reizen tegenwoordig de hele wereld over. Zo worden Hollandse garnalen in Tanger (Marokko) gepeld en daarna teruggedreden naar Nederland. Geef vijf andere voorbeelden van dit soort goederenstromen over de wereld en breng dat in beeld. Geef bij elk voorbeeld aan van welk(e) transportmiddel(en) er gebruik wordt gemaakt. Geef ook bij elk voorbeeld aan welke technische eisen er worden gesteld aan het transport en hoe daarin wordt voorzien? Wat zijn de maatschappelijke voor- en nadelen van dit soort transporten?</p> <p>Voorbeeld: kies de juiste vervoersmodaliteit. Congestie is een groot probleem op Europese snelwegen. Goederen die over zee aankomen in Rotterdam moeten tegen lage kosten en vaak snel afgeleverd worden op diverse plekken in Europa. Maak een overzicht van type goederen en adviseer daarbij welk transportmiddel je in zou willen zetten. Werk het uit voor de volgende transporten: Kleding voor Berlijn Steenkool voor Essen Elektronica voor Parijs Auto's voor Luxemburg</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>2.10 Bio-gerelateerde techniek</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door een natuurkundemethode op vwo bovenbouw niveau, het boek "Technology, engineering & design" van Brusic, Fales & Kuetemeyer en het tijdschrift "de ingenieur".</p>	
<p>De startbekwame leraar kan uitleggen wat er wordt bedoeld met bio-gerelateerde techniek en biotechnologie en hij kan de ontwikkelingen op deze gebieden globaal beschrijven.</p> <p>Hij kan met voorbeelden aangeven welke rol techniek speelt in bio-gerelateerde techniek en de biotechnologische sector, zoals de land- en tuinbouw en visserijsector, de industriële voedselbereiding, bereiding van biobrandstoffen.</p>	<p>Belangrijke kernconcepten en begrippen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotechnologie • Bionica • Biometrie • Ontwerpen naar analogie van levende organismen 	<p>Voorbeeld: biotechnologie en ons voedsel. Beschrijf het gebruik en de invloed van biotechnologie in de voedingsindustrie. Draagt dit bij aan de continuïteit en de veiligheid van onze voedselvoorziening en aan onze gezondheid? Onderzoek en bespreek het gebruik van micro-organismen bij het maken van voedsel.</p> <p>Voorbeeld: ontwerpen naar de natuur, het lotusblad.</p>  <p>Bekijk de video Lotus uit de serie Dat willen wij ook. Beschrijf het onderzoek van prof. W. Bartlott van de universiteit van Bonn naar de eigenschappen van het lotusblad. Geef aan welke producten hij heeft ontwikkeld en welke toepassingsmogelijkheden hij ziet. Doe aanvullend onderzoek via internet.</p> <p>Voorbeeld: onderzoek naar manieren van lopen. Voer een onderzoek uit naar looppatronen van mensen door middel van een zelf te bouwen drukschakelaar. Met deze drukschakelaar in combinatie met een computer als meet-systeem doe je metingen aan de staptijd en voetafwikkeling tijdens het lopen. Maak de resultaten grafisch zichtbaar.</p>

Domein 3: Techniek, natuurwetenschap en samenleving

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>3.1 Ontwikkeling van techniek</p> <p>De startbekwame leraar kan met voorbeelden aangeven langs welke lijnen belangrijke hedendaagse technische ontwikkelingen zijn verlopen.</p> <p>Hij kan de wisselwerking tussen techniek en natuurwetenschap en tussen techniek en samenleving beschrijven en toelichten aan de hand van concrete voorbeelden.</p> <p>Hij kan aan de hand van concrete voorbeelden laten zien welke rol techniek speelt in het dagelijkse leven van mensen.</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door het boek "Made in Holland" van H. Lintsen.</p> <p>Kennisaspecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Het proces van industrialisatie; • De ontwikkelingsgeschiedenis van belangrijke technische producten of vindingen; • De ontwikkelingen in belangrijke maatschappelijke sectoren: gezondheidszorg, verkeer en vervoer, voedselproductie, communicatie en energievoorziening; • De betekenis van techniek voor het dagelijks leven van mensen (wonen, werken, vrije tijd); • Maatschappelijke effecten als gevolg van technologische ontwikkelingen. <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Industrialisatie • Technology Assessment • Technische innovatie • Infrastructuur • Consumer lifestyle • Emancipatie & techniek • Biotechnologie 	<p>Voorbeeld: groenteteelt in Nederland. Onderzoek de geschiedenis van de groenteteelt in Nederland. Welke overeenkomsten en verschillen zijn er met de huidige derdewereldlanden? Wat is de rol van de Landbouwuniversiteit in Wageningen in deze sector?</p> <p>Voorbeeld: vrije tijd en techniek. We beschikken tegenwoordig over veel vrije tijd en we besteden deze vrije tijd steeds intensiever. Maak een overzicht van 10 vormen van vrijetijdsbesteding, geef bij iedere vorm aan welke rol techniek hierbij speelt. Zoek zelf geschikt bronmateriaal en vermeld de gebruikte bronnen.</p> <p>Voorbeeld: sportattributen. Bij veel sporten spelen sportattributen een belangrijke rol. Technisch specialisten en onderzoekers zorgen er in samenspraak met atleten voor dat sportattributen verbeteren. Opdracht: kies een sport en onderzoek hoe het bijbehorende attribuut in de loop der jaren is ontwikkeld en hoe het de geleverde sportprestaties heeft verbeterd. Besteed aandacht aan de rol die de wetenschap en de techniek hierbij hebben gespeeld en aan de wijze waarop toegepast onderzoek plaatsvond.</p> <p>Voorbeeld: lifestyle en techniek. Lifestyle producten zoals de nieuwste iPod, een geavanceerde mobiele telefoon, een laptop en modetrends in kleding, schoeisel, accessoires en cosmetica zijn voor veel mensen erg belangrijk. Onderzoek aan de hand van deze voorbeelden het verband tussen de levensstijl van (groepen) mensen en het gebruik van technologie. Je bevindingen presenteer je met behulp van multimedia.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
3.2 Filosofie en ethiek van de techniek	Een indicatie van het niveau wordt gegeven door de boeken <i>Made in Holland</i> van H. Lintsen en <i>Denken, ontwerpen, maken: basisboek techniekfilosofie</i> van Verkerk, e.a.	
<p>De startbekwame leraar kan de weerslag van de technische ontwikkelingen op de individuele mens en de huidige maatschappij bespreken en aan de hand van concrete voorbeelden toelichten.</p> <p>Hij kan met voorbeelden onze afhankelijkheid van techniek illustreren. Hij kan een keuze verantwoorden en een standpunt innemen en verdedigen.</p> <p>Hij kan met voorbeelden aangeven dat er verschillende visies op techniek bestaan.</p>	<p>Het gaat hierbij om:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ethische vragen bij het ontwerpen van technische producten en systemen; • De relatie tussen de mens en de door hem geschapen artefacten (zoals robots, kunstmatige intelligentie, virtuele werelden) en de invloed daarvan op de menselijke psyche en zijn werkelijkheidsbeleving; • Techniek als cultureel verschijnsel; • Het duale karakter van techniek: zegen versus zorg; het maken van afwegingen; • Grenzen van de technologische samenleving; • Sociale en politieke dimensies van techniek. <p>Belangrijke kernconcepten en begrippen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welvaart en welzijn • Consumptiemaatschappij • Cybernetica, artificial intelligence, robotisering, nanotechnologie • Virtual reality 	<p>Voorbeeld: maakt techniek gelukkig? Ons technisch kunnen lijkt onbegrensd: als we iets willen kunnen we dat met onze technische kennis meestal realiseren. Nu echter komt steeds meer de vraag aan de orde of wij wel moeten willen wat er allemaal kan. Geef jouw mening over de stelling dat techniek gelukkig maakt. Onderbouw je betoog met 5 gezaghebbende literatuurbronnen waarin de pro's en contra's van techniek worden besproken.</p> <p>Voorbeeld: lang zullen we leven? Met technologie zijn we in staat mensen in leven te houden. Onderzoek om welke technologie dat gaat. Waar ligt wat jou betreft de grens?</p> <p>Voorbeeld: cameratoezicht. Op straten en pleinen hangen steeds meer camera's. De wetgever vindt dit noodzakelijk voor handhaving van de openbare orde. Tegenstanders zeggen dat hiermee inbreuk wordt gemaakt op de privacy. Schrijf een opstel over deze kwestie en neem hierin een genuanceerd persoonlijk standpunt in.</p> <p>Voorbeeld: cyborg. Bespreek het thema van de film "A.I." van Steven Spielberg en Stanley Kubrick. Doe hiervoor onderzoek naar de ideeën van beide regisseurs die ten grondslag hebben gelegen aan deze film. Schrijf ook een persoonlijke recensie en probeer daarbij de vraag te beantwoorden "wat een mens tot mens maakt".</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
<p>3.3 Techniek in beroepen</p>	<p>Een indicatie van het niveau wordt gegeven door publicatie 63 van de Stichting toekomstverkenningen over techniek en samenleving: Reflectie op economie, technologie en arbeid van R.M. Weehuizen.</p>	
<p>De startbekwame leraar kan aangeven welke rol techniek in het verleden, nu en in de nabije toekomst speelt in beroepen, bedrijven en arbeidssituaties in de verschillende maatschappelijke en industriële sectoren. Opmerking: het gaat hierbij niet alleen om de technische beroepen. Techniek speelt vrijwel altijd een belangrijke rol, ook bij ogenschijnlijk niet technische beroepen, bedrijven en arbeidssituaties.</p> <p>Hij kan aan de hand van voorbeelden aangeven in welke mate en in welke sectoren er sprake is van industriële productie in Nederland.</p> <p>Hij kan aan de hand van voorbeelden de relatie van industriële productie en globalisering (designed in Holland, made in China) beschrijven.</p>	<p>Kennisaspecten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De aard van de werkzaamheden die samenhangen met een bepaald technisch beroep of discipline; • Veranderingen in arbeidsprocessen (bijvoorbeeld als gevolg van globalisering en automatisering); • Loopbaanperspectieven van hoger, middelbaar en lager technisch geschoold personeel; • De vakinhouden in de bovenbouw vmbo: metalectro, voertuigtechniek, bouw, installatietechniek en grafimedia. <p>Kernconcepten en begrippen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organigram van een bedrijf • Technische disciplines en beroepen • Factoren die het loopbaanperspectief bepalen • Projectorganisatie • Loopbaanoriëntatie van middelbare scholieren • Beroepsbeeld van jongeren • Assemblage-industrie • Globalisering 	<p>Voorbeeld: de beroepenbeurs voor jongeren. Bezoek een beroepenbeurs voor jongeren. Schrijf hierover een verslag waarbij je ingaat op de kwaliteit van de beurs als het gaat om beroepenoriëntatie. Geef daarbij goede en minder goede voorbeelden. Interview tenminste drie bezoekende jongeren en verwerk dat in je verslag.</p> <p>Voorbeeld: werken in de bouwsector. Doe onderzoek naar de verschillende beroepen en functies in de bouwsector. Zoek uit welke werkzaamheden samenhangen met een bepaalde functie of beroep. Zoek ook uit op welke wijze en in welke fase deze mensen bij een bouwproject betrokken zijn.</p> <p>Voorbeeld: bedrijfsbezoek. Bezoek een bedrijf en vorm je een beeld van de organisatiestructuur, de bedrijfsprocessen en de (technische) disciplines die er een rol spelen. Besteed ook aandacht aan de beroeps-kwalificaties van de (groepen) mensen die er werken. Doe hiervan schriftelijk verslag. Maak hierbij een overzichtelijk organigram van het bedrijf en duidelijke schema's om de volgorde van - en relaties tussen - de verschillende bedrijfsprocessen in beeld te brengen.</p>

Domeinen/thema's	Kernconcept/Omschrijving	Voorbeelden
3.4 Techniek, milieu en duurzaamheid	Een indicatie van het niveau wordt gegeven door de boeken: Human Technology interaction van Valkenburg e.a.; Wederzijdse beïnvloeding van technologie en maatschappij van Smit, e.a. en Denken, ontwerpen, maken: basisboek techniekfilosofie van Verkerk, e.a.	
De startbekwame leraar heeft kennis van de relatie tussen techniek, milieu en duurzaamheid en kan dit met concrete voorbeelden toelichten.	<p>Het gaat hierbij om kennis van:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De relatie tussen techniek, milieu en gezondheid van mens, plant en dier • Bronnen en oorzaken van milieuvuiling • Duurzame productietechnieken • Schoonmaaktechnologieën <p>Belangrijke kernconcepten en begrippen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecologische voetafdruk • Milieuvuiling • Duurzaamheid • Recycling 	<p>Voorbeeld: je ecologische voetafdruk.</p> <p>Techniek speelt een grote rol in ons leven en is van invloed op onze levensstijl. Geef de aspecten die een belangrijke rol spelen in de relaties tussen jouw levensstijl, techniek en jouw ecologische voetafdruk weer in een mind map.</p> <p>Voorbeeld: schoner produceren van kleding.</p> <p>Zoek uit waarom de productie van katoen zeer belastend voor het milieu is. Maak een vergelijking met de productieprocessen van biologisch afbreekbare stoffen en kleding.</p>

Domein 4: leergebied 'mens en natuur' en wiskunde

4.1 Wiskunde en techniek

Wiskunde speelt een rol bij het beoefenen van techniek: bij sommige probleemstellingen moeten immers berekeningen worden gemaakt en/of moet er met gegevensverzamelingen worden gewerkt. Het uitgangspunt is dat de startbekwame leraar techniek het vak wiskunde op Havo-niveau kan gebruiken bij het oplossen van technische problemen, het uitvoeren van ontwerp opdrachten, het uitleggen van technische principes en processen en het uitvoeren van kwaliteitsanalyses en analyseren van enquêtes. Het gaat om de volgende kennis en vaardigheden:

- Rekenen, meten, schatten, gebruik rekenmachine, uitkomsten controleren op orde van grootte; rekenen met verhoudingen, met schaal, vergroten of verkleinen;
- Het lezen van vlakke afbeeldingen van ruimtelijke figuren, ruimtelijke afbeeldingen in perspectief, het uitvoeren van transformaties, het aangeven en gebruiken van congruentie, symmetrie, berekeningen kunnen uitvoeren aan meetkundige en stereometrische figuren, hoekberekeningen kunnen uitvoeren met behulp van goniometrische betrekkingen;
- Het gebruik van tabellen, grafieken en andere visualiseringen van informatie, het gebruik van functies en vergelijkingen bij wiskundige modelberekeningen aan technische problemen;
- Statistiek, steekproef, frequentieverdeling, normaalverdeling, gemiddelde, spreiding en standaardafwijking.

4.2 Wiskunde en techniek

Natuurkunde is een belangrijk steunvak voor techniek, het vak scheikunde speelt een veel bescheidener rol. Zoals blijkt uit de beschrijving van domein 2 komt de voor techniek relevante natuurkunde aan bod op vwo-bovenbouw niveau. Dit kennisniveau is voor de leraar techniek ruimschoots voldoende om binnen het leergebied 'mens en natuur' te kunnen samenwerken met zijn collega's voor de vakgebieden natuur- en scheikunde. De startbekwame leraar kan kennis van natuurkunde en scheikunde gebruiken bij het oplossen van technische problemen en het uitvoeren van technische activiteiten. Het gaat vooral om de onderwerpen:

- Stoffen en materialen in het dagelijks leven: bouw van de materie, anorganische stoffen en materialen, organische stoffen en materialen;
- Elektriciteit, magnetisme en elektronica (gelijk en wisselstroom, opwekking en transport van elektriciteit, werking van elektromotoren, werking van elektrische en elektronische schakelingen, gebruik van materiaaleigenschappen);
- Opwekken en omzetten van energie en warmte (motoren, warmtetransport, koelsystemen);
- Geluid (akoestiek, geluidsbron, voortplanting van geluid in lucht, frequentie, amplitude, geluidsterkte, gehoorgrens, decibelmeter);
- Licht (optica, lenzen, optische apparaten);
- Mechanica: sterkteleer, statica, translatie en rotatiebewegingen;
- Hydrostatica, stromingsleer (gassen en vloeistoffen);
- Fysische en chemische methoden voor het winnen van grondstoffen;
- Fysische en chemische eigenschappen van metaal, hout, kunststoffen, lijmsorten, afwerkings- en onderhoudsmiddelen.

4.3 Kennis van het leergebied "mens en natuur"

De startbekwame leraar techniek moet kunnen samenwerken met zijn collega's van de andere vakken binnen het leergebied "mens en natuur". Hij moet samen met zijn collega's vorm kunnen geven aan het onderwijs in dit leergebied volgens de verschillende scenario's die scholen kunnen kiezen.

De hierboven beschreven kennis van de vakken natuur- en scheikunde is ruim voldoende voor het functioneren van de leraar techniek binnen het leergebied "mens en natuur" op dit terrein. Voor de vakken biologie en verzorging gaat het om de kennisaspecten:

- Mensen, dieren en planten in wisselwerking met elkaar en hun omgeving (milieu);
- Bouw en functie van het menselijk lichaam, verbanden met het bevorderen van lichamelijke en psychische gezondheid en de eigen verantwoordelijkheid van het individu;
- Zorg en de toepassing daarvan op het individu, anderen en de omgeving. Hoe is de veiligheid van het individu en anderen in verschillende leefsituaties (wonen, leren, werken, uitgaan, verkeer) positief te beïnvloeden?

Bijlage: literatuurverwijzingen bij kennisbasis techniek

Domein 1: ontwerpen en maken van producten

Titel	Auteur	Uitgeverij	ISBN	jaar
Productontwerpen	Eger, e.a.	Lemma	9789059312493 3 ^e druk	2008
Basisboek Human Technology Interaction	R. Valkenburg, e.a.	Noordhoff	9789001702519	2008
Basisvaardigheden voor de productvormgever	J. Corremans	Lemma	9789059310568	2008
Vaktekenen Kernboek 1	M. Evers	Nijgh Versluys	9789042503205	1998
Industriële productie, het voortbrengen van mechanische producten	H.J.J. Kals e.a.	Academic Service	9789039525296	2007
Inleiding Logistiek	W. Verwoerd	Boom Onderwijs	9789085062981	2006

Domein 1: ontwerpen en maken van producten

Titel	Auteur	Uitgeverij	ISBN	jaar
Methodisch Ontwerpen, volgens van den Kroonenberg	F. Siers	Noordhoff	9789001509019	2004
Basisboek Human Technology Interaction	R. Valkenburg, e.a.	Noordhoff	9789001702519	2008
Algemene constructie voor bouw- en waterbouwkundigen	I. Nortier	Educaboek, Stam technische boeken		1978
Elektronica echt niet moeilijk	A. Schommers	Elektuur	9789053810286	2003
Datacommunicatie / telecommunicatie deel 4MK-DK3402 (kernboek)	J. Stieger	Nijgh Versluys B.V.	9789042511729	1999
Toegepaste energietechniek, deel 2: duurzame energie" van	J. Ouwehand, e.a.	Sdu Uitgevers	9789039523049 3 ^e editie	2005
Technology, engineering & design	Brusic, Fales & Kuetemeyer	McGraw-Hill	9780078768095	2007
Tijdschrift "de ingenieur"		Veen Magazines BV & KIVI NIRIA.		

Domein 3: Techniek, natuurwetenschap en samenleving

Titel	Auteur	Uitgeverij	ISBN	jaar
Made in Holland	H. Lintsen	Walburg	9789057303494	2005
Denken, ontwerpen, maken: basisboek techniekfilosofie	M.J. Verkerk, e.a.	Boom	9789085063957	2007
Reflectie op economie, technologie en arbeid (samenvatting van publicatie 63)	R.M. Weehuizen	Stichting toekomstbeeld der techniek	Samenvatting te downloaden op: http://www.stt.nl	
Basisboek Human Technology Interaction	R. Valkenburg, e.a.	Noordhoff	9789001702519	2008
Wederzijdse beïnvloeding van technologie en maatschappij, een Technology Assessment-benadering	W.A. Smit, e.a.	Coutinho	9062831699	1999

Samenstelling redactie en legitimeringspanel

Vakredactie:

Jos Smits (Fontys lerarenopleiding Sittard)
Willem Buil (Hogeschool Utrecht)
Frank Rosema (Hogeschool Rotterdam)
Pieter Gruntjens (Fontys lerarenopleiding Tilburg)
Theo Last (Christelijke Hogeschool Windesheim)

Legitimeringspanel:

Dr. M. de Vries (TU Delft)
Drs. I. Frederik (vakdidacticus natuurkunde en techniek, TU Delft)
Dr. H. Huijs (voorzitter vakvereniging VeDoTech)
N. Freericks (secretaris vakvereniging VeDoTech)
Monique Noorbergen (tweedegraads docent)
Ben Uffen (tweedegraads docent)
Anita Janssen (tweedegraads docent)
Gijs Rolloos (tweedegraads docent)