

Plenaire lezing vrijdagmiddag 11 december van 14.15 - 14.55 uur

Titel: Marcel Minnaert: Grondlegger van de Natuurkunde van 't Vrije Veld
Door: L. Molenaar

Marcel Minnaert was indertijd een man van vlees en bloed, maar hij belichaamt voor u vooral de drie delen van *De natuurkunde van 't vrije veld*. Die boeken, die hij schreef tussen 1936 en 1940, zijn een blijvende inspiratiebron gebleken.

Marcel Minnaert werd in 1893 in Brugge geboren, en promoveerde in 1914 in Gent, enkele weken voor de Eerste Wereldoorlog uitbrak, op een fotobiologisch onderwerp. Hij maakte deel uit van de Vlaamse Beweging, die vocht tegen de onderdrukking van het Nederlands. Hij was een van de flaminganten van *Jong Vlaanderen*, die met de bezettende Duitsers in zee ging om de Gentse universiteit Nederlandstalig te maken. In België was dat, ook na tientallen jaren van massale beweging, onmogelijk gebleken. Hij vluchtte na 11 november 1918 naar Nederland, en werd bij verstek veroordeeld tot vijftien jaar gevangenisstraf. Nederland verkeerde toen bijna op voet van oorlog met een Belgische staat die Limburg en Brabant wilde annexeren. Minnaert kon aanhaken bij het spectrale onderzoek van de Universiteit van Utrecht, waar zojuist de op twee na grootste zonnekijker ter wereld was aangeschaft. Minnaert verrichtte daarmee baanbrekend werk, en promoveerde in 1925 opnieuw. Rond 1930 stelde hij een methode voor om met behulp van de in Utrecht opgenomen spectra de scheikundige samenstelling van zon en sterren te bepalen. Hij ontving rond 1950 de hoogste onderscheidingen in de astrofysica: de Britse *Gold Medal* en de Amerikaanse *Bruce Medal*.

Leo Molenaar, voormalig leraar scheikunde aan het Rotterdamse Erasmiaans Gymnasium, promoveerde in 1994 als historicus. In 1998 schreef hij, bij de opening van het Minnaertgebouw, *Minnaert; Een leven lang leraar*. Hij voltooide zijn biografie, *De rok van het universum; Marcel Minnaert, astrofysicus, 1893-1970*, in 2003. Die kwam op de *short list* van NWO voor het beste wetenschapsboek van 2004, en strandde op plaats twee: zie www.leomolenaar.nl/Minnaert. Hij zal vooral ingaan op twee vragen over Minnaert, die medeoprichter was van de *Werkgroep-Natuurkunde* van de *Werkgemeenschap voor de Vernieuwing van Opvoeding en Onderwijs*, de voorloper van de *Werkgroep Natuurkunde Didactiek*:

- Welke opvattingen ontwikkelde Minnaert over de didactiek van de natuurkunde?
- Wat is het karakter van *De Natuurkunde van 't Vrije Veld*, en wat inspireerde hem ertoe?

De antwoorden op beide vragen hebben volgens de inleider veel met elkaar te maken.

Parallelezingen ronde 1 vrijdagmiddag 11 december van 16.00 - 16.20 uur

Titel: Een schone sprong aan stukken
Door: P. Uylings
ILO (Universiteit van Amsterdam)

Minnaert onthult in *De natuurkunde van 't vrije veld*, deel III, Rust en Beweging, de geheimen achter een aantal op het oog ingewikkelde sportbewegingen, waaronder het schoonspringen. Gelden daarbij de bekende natuurwetten nog wel, worden er niet 'zomaar vanuit het niets, in de lucht' draaiingen gecreëerd? Uiteraard stelt Minnaert hier orde op zaken.

Met de huidige beschikbare middelen, zoals videoanalyse en modelleren, kan men de schoonsprong moeiteloos en succesvol kwantitatief analyseren: een eenvoudig filmpje van internet is voldoende om de sprong in de horizontale beweging, de verticale beweging en de draaibeweging op te knippen en weer terug samen te stellen. Veel sporten kennen de cyclische beweging en hier hebben we wel twee cycloïden door elkaar! Toch is met de computer alles in een handomdraai te behappen. We volgen het hoofd van de schoonspringer, maar krijgen er gratis het zwaartepunt bij, zijn hoeksnelheid en zijn traagheidsmoment... maar ook voor leerlingen weer begrijpelijke dingen: de bekende parabool, de waarde van de valversnelling g en het fitten van de sinus. Last but not least: een eenvoudig model dat de hele beweging goed beschrijft.

Ik verbaas me graag met u over de mogelijkheden waarmee we de geheimen achter de schoonsprong kunnen ontrefelen!

Titel: Mechanica van het zwemmen (Minnaert III-45)
Door: L. de Putter-Smits en W. Sanders
TU Eindhoven

Het Innosportlab in Eindhoven maakt gebruik van de faciliteiten van het zwemstadion om te meten aan sporters en hun beweging. De sporter kan niet alleen de video van zichzelf bekijken, maar ook gebruik maken van metin-

gen door met apparatuur op het lichaam te zwemmen. Ook zijn er trainingstechnologieën in het bad aangebracht om te kunnen timen met de snelheid. Zwemmers zetten deze filmpjes van zichzelf online... waarvan wij dankbaar gebruik maken. Ten opzichte van de tijd van Minnaert kunnen we nu dus de zwembeweging van dichtbij analyseren. Bijvoorbeeld met Coach. We laten het verschil tussen vroeger en nu zien. Neem een usb-stick mee, dan kun je de Coach-bewerking na afloop meenemen.

Titel: *Geluiden uit de natuur: Het dopplereffect, de zweeps slag en andere geluiden uit de natuur in een modern jasje*
Door: J.A.M.H. van Riswick
 RU Nijmegen

Minnaert schreef over het fluitje van de dieseltreinen: “Bij onze Dieseltreinen hoort men bij het kruisen een eigenaardig kort haaltje, dat insgelijks door de Doppler-sprong ontstaat; maar het geluid klinkt zo merkwaardig omdat het sein kort is en de snelheid aanzienlijk.” Tegenwoordig kunnen we het dopplereffect gemakkelijk in de klas demonstreren met een mobieltje. En bij het knallen van de zweep kan via videometing aangetoond worden dat de snelheid van het uiteinde door de geluidsbarrière gaat. Tot slot worden meerdere *geluiden uit de natuur* samengesmeed tot een (eenvoudig) liedje.

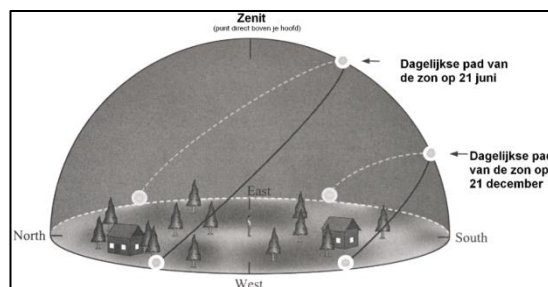
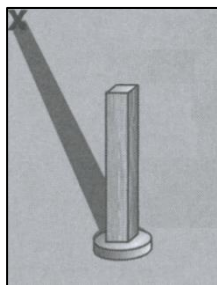
Titel: *Onderzoekend leren met behulp van een zonnwijzer*
Door: L. de Vries
 VU Amsterdam

Minnaert beschrijft in *De natuurkunde van 't vrije veld* een experiment met een zonnwijzer. Naar mijn ervaring is de zonnwijzer voor leerlingen behoorlijk abstract en is het niet direct duidelijk hoe een zonnwijzer werkt. In de lesmethode *Physics by Inquiry* (L.C. McDermott, 1996. New York: John Wiley & Sons) doet de onderzoeksgroep uit Washington een poging leerlingen meer te leren over de zonnwijzer en het schijnbare pad dat de zon elke dag aan de hemel aflegt.

In *Physics by Inquiry* wordt afgestapt van ‘teaching by telling’ door in het boek geen leestekst met uitleg aan te bieden. In plaats daarvan doen leerlingen zelf experimenten en maken zij opgaven waarin ze worden getraind in wetenschappelijke denkvaardigheden: leerlingen doen een voorspelling en controleren of deze overeenkomt met de uitkomst van een experiment. Ze leren consequent redeneren vanuit hun waarnemingen, waarbij het de bedoeling is dat leerlingen ook een beter beeld krijgen van het wetenschappelijke proces.

Aan het begin van de lessenserie maken leerlingen een zonnwijzer door een flinke spijker rechtop in een plankje te slaan, waarop een A4'tje is geplakt. Op een zonnige schooldag is het nu mogelijk om een schaduwgrafiek te maken. Aan het begin van ieder lesuur rennen de leerlingen naar het dak van de school en zetten een kruisje bij het uiteinde van de schaduw van de spijker. Op deze manier maken de leerlingen zelf een schaduwgrafiek die de basis vormt voor de lessenserie. Voorafgaand aan het experiment hebben de leerlingen een schets gemaakt waarin ze de vorm van de schaduwgrafiek voorspellen (Verandert de schaduw lengte gedurende een dag? Zal de vorm van de schaduwgrafiek anders zijn in de ochtend en de avond? Schets hoe de grafiek er volgende week/op de kortste dag van het jaar uitziet).

Aan de hand van hun schaduwgrafiek formuleren de leerlingen, na een aantal ‘guided discovery’-opgaven met



een zaklamp, zelf operationele definities van de begrippen ‘noord’, ‘zuid’ en ‘het midden van de dag’.

Na de lessenserie kunnen leerlingen het schijnbare pad dat de zon aan de hemel aflegt koppelen aan een schaduwgrafiek (Schets de schaduwgrafiek voor vandaag op de evenaar/het zuidelijk halfrond, of in de zomer/winter).

Tijdens de lezing deel ik mijn ervaringen uit de klas. Mijn verhaal wordt ondersteund door videofragmenten en voorbeelden van leerlingantwoorden. Aan het einde van de sessie krijg je het lesmateriaal mee naar huis en digitaal via de mail.

Titel: Het gebruik van foto's bij opticalessen
Door: P. Doorschot
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen

Als je leerlingen een tijdlang een geschikte foto laat bestuderen, merk je dat ze daar veel contextrijke natuurkunde in ontdekken. Mijn persoonlijke ervaring is dat leerlingen uit mijn vroegere klassen 2hv daarin niet onder deden voor mijn huidige eerstejaars hbo-studenten.

In deze sessie wordt een werkvorm gedemonstreerd waarbij je foto's inzet in opticalessen, onder andere aan de hand van Minnaert onderwerp 20: 'Onregelmatige terugkaatsing op een zacht gerimpeld oppervlak'. Er wordt ook stilgestaan bij wat voor foto's geschikt zijn en hoe je deze werkvorm kunt inzetten in zowel bovenbouw- als onderbouwlessen.

Titel: Energieopslag in water
Door: H. van Harten
Hogeschool Utrecht

Minnaert beschrijft in deel 2 onderwerp 67 dat in de Hongaarse zoutmeren warmte wordt opgeslagen. Hij verbindt daar een temperatuurproef aan met water in een teil dat opwarmt in de zon. De theorie is dat door de convectorie en het vrije bovenoppervlak de temperatuur over de verschillende dieptes in de teil redelijk constant zal zijn. Als er een sterke sodaoplossing van 0,3 kg/liter in de teil gaat en daarbovenop voorzichtig een laag water van 10 cm wordt gegoten, zal door de zoutgradiënt de convectorie beperkt worden en zal de temperatuur dieper in het zoute water kunnen oplopen. De warmte die daar wordt opgeslagen zal namelijk niet door convectorie naar boven worden getransporteerd. Bij de bovenste waterlaag zal dit wel gebeuren en het koudere water koelt ook de bovenste zoutlaag. Ten slotte wordt weer gewoon water in de teil gedaan met een olielaag boven het water. Er treedt nu wel convectorie op in het water, maar die stopt bij de lichtere olielaag. Hierdoor is de temperatuur van het water onder de olielaag hoger dan op grotere diepte. Deze metingen worden uitgevoerd als er voldoende zonnige dagen zijn, en als dat het geval is geweest worden de resultaten gepresenteerd.

In deze moderne tijd van duurzaamheid is energieopslag weer een hot item. Er bestaan schuttingen die regenwater opslaan en regentonnen met zoutoplossingen waarin energie wordt opgeslagen. Er wordt contact gelegd met productiebedrijven en de informatie die dit oplevert wordt gedeeld op de WND-conferentie. Het is nog niet bekend of dit leidt tot een nieuwe proef.

Titel: Vallen op de maan: een videometing
Door: H. van Bommel
ICLON Leiden

'Vallende lichamen met weinig luchtweerstand' is één van de onderwerpen in Minnaerts boek. Hij 'telde zo nauwkeurig mogelijk sekunden'.

Tegenwoordig filmen leerlingen valbewegingen en analyseren ze de opname. Een groepje leerlingen filmde Jeremy die de beroemde 'hammer feather drop' van de Apollomissie naspeelde. Zij kregen ook voor elkaar wat mij niet lukte: een videometing doen aan het oorspronkelijke, op de maan opgenomen filmpje. Welke valversnelling vonden zij?

Parallelezingen ronde 2 vrijdagmiddag 11 december van 16.30 - 16.50 uur

Titel: Geluid: van Minnaert en meer
Door: M. Vollebregt en A. Mooldijk
Universiteit Utrecht

In *De natuurkunde van 't vrije veld* deel 2 staat veel over geluid. Er zijn veel mooie observaties te lezen, die je ook in onze tijd vaak nog kunt doen.

Tegenwoordig staan ons wel meer mogelijkheden ter beschikking, bijvoorbeeld om de geluidsnelheid te meten. Tijdens de lezing zullen we demonstreren hoe je op verschillende manieren de geluidsnelheid kunt meten, en ook andere geluid-gerelateerde demonstraties doen. We gaan natuurlijk in op de vakdidactische aspecten van deze demonstraties.

Titel: De wet der terugkaatsing

Door: E. van Caem
Hogeschool Rotterdam

De hoek van inval is gelijk aan de hoek van terugkaatsing of refractie... Het lijkt simpel, maar niet iedere leerling vindt dat.

In de lezing ga ik in op de vraag hoe je deze terugkaatsingswet in het voortgezet onderwijs kunt introduceren, op zo'n manier dat het ook aansluit bij de belevingswereld van de leerlingen. Tot slot nog enkele leuke toepassingen van deze wet.

Titel: Wrijvingsexperimenten op de ijsbaan

Door: P. Neuraj
TU Eindhoven

Lucht- en rolwrijving (schuifwrijving, glijwrijving) zijn bij iedere snelheidssport van belang. Ook bij langebaanschaatsen.

Met enkele relatief eenvoudige experimenten die op iedere ijsbaan zijn uit te voeren, is het mogelijk om een indruk te krijgen van enkele factoren die van invloed zijn op zowel luchtwrijving (stroomlijning, frontaal oppervlak, snelheid) als glijwrijving (kwaliteit ijs en schaats). Alleen de invloed van de luchtdichtheid en de ijs-temperatuur is moeilijk aan te tonen op de ijsbaan. De experimenten die op een ijsbaan worden uitgevoerd passen uitstekend in het nieuwe examenprogramma, omdat er voor de leerlingen sprake is van een duidelijke en herkenbare context.

Titel: Vliegers

Door: H.J. Pol, A. Tibbe, D. van Straalen, H. Steg, L. Schäffer, W. Hendrikson en J. Grijsen
TU Twente

'Ten onrechte denken velen, dat het doek of papier van een vlieger strak gespannen moet zijn. Het tegendeel is waar!' (Marcel Minnaert, 1942).

De ouderwetse vlieger gebruiken in je nieuwerwetse digitale les? Tijdens deze demonstratie laten wij u zien dat de natuurkunde achter dit eeuwenoude principe niet is veranderd, enkel de manier waarop je haar kunt integreren in het klaslokaal. Op laagdrempelige manier bereiken we zo een interessante natuurkundeles, geschikt voor de onderbouw havo en vwo. Aan de hand van een demonstratie en een stukje digitale quiz-techniek nemen wij u mee in de wonderse wereld van de krachten en de basis van de aerodynamica.

Titel: De schommel

Door: M. Zandbergen
NHL Leeuwarden

In deel 3 van *De natuurkunde van 't vrije veld* van Marcel Minnaert wordt beschreven hoe het fysisch gezien verklaard kan worden dat de schommelaar door bepaalde schommelbewegingen in staat is om steeds hoger te komen. Een studente van de NHL was geïntrigeerd door dit verschijnsel en heeft zich er in verdiept. Daarbij zijn tussen ons meerdere discussies gevoerd en is er de nodige twijfel ontstaan over de juistheid van de beschouwingen die ze had gevonden, ook bij Minnaert. In de lezing wordt die twijfel verwoord en verbeeld, en kan er wellicht op zijn minst ruimte ontstaan voor een andere en misschien ook wel fundamenteelere benadering van dit fenomeen.

Titel: Ontstaan van de regenboog

Door: W. Spaan
Hogeschool van Amsterdam

Minnaert beschrijft in zijn boek een eenvoudige demonstratie om visueel duidelijk te maken hoe de regenboog ontstaat. Vooral de rol van de druppels en het virtuele karakter van de regenboog worden daarmee duidelijk. Deze demonstratie biedt enkele goede ingangen om interessante fysica te bespreken in de klas. Een paar daarvan komen aan bod in deze lezing.

Quiz vrijdagavond 11 december, 1^e ronde vanaf 21.15 uur en 2^e ronde vanaf 21.45 uur

Titel: De grote WND-quiz
Door: P.K.J. van Aarle en E. Quant

Ondanks alle aandacht voor vaardigheden blijft ook parate kennis een pre. Van leerlingen, maar zeker ook van docenten! Reden om dat op de proef te stellen door middel van een quiz. Wat weet u over de geschiedenis van de natuurkunde? Kunt u apparaten herkennen van een foto? En kent u de helden van uw leerlingen? Kortom allerlei trivia en feitenkennis zullen op vrijdagavond de revue passeren!

Plenaire lezing zaterdagmorgen 12 december van 09.00 - 09.50 uur

Titel: Van Buys Ballot tot supercomputers: 150 jaar meteorologie
Door: J. Oerlemans
Universiteit Utrecht

Buys Ballot richtte in 1854 het KNMI op, en was de grote voorvechter van internationale samenwerking op het gebied van de meteorologie. Hij is vooral bekend geworden door de wet van Buys Ballot (1857), waarmee voor het eerst een zinvol verband kon worden gelegd tussen wind en drukpatronen. Buys Ballot was er ook van overtuigd dat er nuttige weersverwachtingen gemaakt konden worden als er voldoende waarnemingen zouden worden gedaan. Lang niet alle geleerden waren dat in die tijd met hem eens!

Een grote stap in de meteorologie werd gezet door het waarnemen van de stroming in de hogere luchtlagen (met behulp van bemande, en later van onbemande ballonnen). Het werd duidelijk dat deze stroming de verplaatsing van weersystemen voor een groot deel aanstuurt.

De opkomst van de 'Noorse school' (fronten en druksystemen), de eerste (mislukte) numerieke weersverwachtingen, de theorie van de vorming van depressies, de komst van de weersatellieten, en tot slot de inzet van supercomputers, zijn de markante ontwikkelingen die in deze lezing de revue passeren.

Een blik op de toekomst kan niet achterwege blijven. Kunnen nog grotere computers en meer satellietwaarnemingen de verwachtingen verder verbeteren? Of zitten we al zo ongeveer aan de grens van de voorspelbaarheid?

Parallellezingen zaterdagmorgen 12 december van 11.45 - 12.35 uur

Titel: Unificatie: hoe ver weg is de 'theorie van alles'?
Door: M. Vonk
Universiteit van Amsterdam

De natuurkunde zoekt naar orde en structuur in de wereld om ons heen. De ultieme vorm van orde en structuur – één theorie die alle natuurverschijnselen beschrijft – wordt dan ook door velen gezien als de heilige graal van de natuurkunde. Zo'n 'theorie van alles' zou alle deeltjes en krachten in de natuur in zich moeten verenigen.

Het standaardmodel van de elementaire deeltjes vormt een goede eerste stap op weg naar een dergelijke theorie. In dit model hebben drie van de natuurkrachten, de elektromagnetische kracht en de sterke en zwakke kernkrachten, echter drie heel verschillende beschrijvingen. De vierde kracht, de zwaartekracht, ontbreekt in het standaardmodel bovendien geheel. In deze lezing wordt uitgelegd wat we in de afgelopen 50 jaar over deze problemen hebben geleerd. Het idee van supersymmetrie blijkt de drie eerstgenoemde krachten veel dichterbij elkaar te brengen, en over het verenigen van die drie krachten met de zwaartekracht hebben we door theorieën als de snaartheorie veel geleerd. Daarmee lijkt een theorie van alles dichtbij, maar we zullen zien dat er ook nog veel problemen zijn die opgelost moeten worden.

Titel: De magische wereld van het Standaardmodel en de zoektocht naar nieuwe fenomenen op CERN
Door: I. van Vulpen
Nikhef

De speurtocht naar de fundamentele bouwstenen van de natuur en de structuur van de natuurkrachten is een fantastische reis die keer op keer de fundamenten van onze kennis heeft veranderd. Met behulp van deeltjesversnellers zijn we steeds dieper doorgedrongen in de wereld van het allerkleinste, met als laatste hoogtepunt de ontdekking van het Higgs-boson in 2012, het deeltje dat zorgt voor de massa van alle andere deeltjes in het heelal. Hoewel het zogenaamde Standaardmodel daarmee compleet leek, is niets minder waar. We zien dat het Stan-

daardmodel op een aantal vragen geen antwoord geeft. Er moet dus iets verborgen liggen onder de structuren die we nu zien. Maar wat? En hoe leggen we die nieuwe fysica bloot?

In de lezing laat ik zien hoe je met behulp van een deeltjesversneller en detectoren zowel kleine structuren kan bestuderen als nieuwe materie kan creëren. Na een korte introductie over de quantummechanica en de formulering van het Standaardmodel ga ik in op hoe we bij CERN hebben aangetoond dat er in het vacuüm ook echt iets als het Higgs-veld verborgen ligt. Wetenschap gaat uiteindelijk om grenzen verleggen en het spannendst zijn dan ook de vragen waarop we geen antwoord hebben. We zullen de grote problemen op tafel leggen, zoals de oorsprong van donkere materie, en bekijken welke oplossingen we hebben bedacht. Bestaat er een spiegelwereld van supersymmetrische deeltjes, zijn er extra ruimte-dimensies waardoor het heelal veel groter is dan we nu denken? Op dit moment is de Large Hadron Collider op CERN de krachtigste deeltjesversneller op aarde en daarmee het apparaat waarmee we de komende drie jaar antwoorden proberen te vinden op die vragen. Spannend!

Titel: Supergeleiding wordt steeds “hotter”

Door: A. de Visser
Universiteit van Amsterdam

Een stroom die oneindig lang door een materiaal kan blijven lopen, zonder energieverlies. Deze fascinerende eigenschap, in Nederland ontdekt in 1911, noemen we *supergeleiding*, en treedt op in metalen wanneer deze gekoeld worden tot ver beneden kamertemperatuur. Nu, meer dan honderd jaar later, spreekt supergeleiding nog steeds tot de verbeelding, ook vanwege belangrijke toepassingen. Geen krachtige MRI-scanners in ziekenhuizen en geen deeltjesversneller bij CERN zonder supergeleiding. Nog bijna dagelijks worden er nieuwe supergeleidende materialen ontdekt, sommige met nieuwe, grillige eigenschappen die wetenschappers voor een mysterie stellen.

In de lezing leg ik uit waarom supergeleiders zo bijzonder zijn en ga ik in op opwindende ontwikkelingen wat betreft nieuwe materialen en supergeleiding bij steeds hogere temperatuur.

Titel: 50 jaar miniaturisatie in de elektronica

Door: J. Vreeker
ASML

In 1965 formuleerde Gordon Moore zijn inmiddels beroemde ‘Moore’s Law’. Wat is deze wet, wat heeft dat ons de afgelopen 50 jaar gebracht en, nog belangrijker, wat zijn de oplossingen voor de toekomst.

De lezing gaat in op de technologie die de miniaturisering mogelijk maakt en de technische obstakels die de komende jaren nog overwonnen moeten worden.

Titel: Duurzaam bouwen in de afgelopen 50 jaar

Door: W. Borsboom
TNO

TNO innovation
for life

Woningen hebben zich de afgelopen 50 jaar sterk ontwikkeld. We hebben grote sprongen gemaakt om ze daadwerkelijk energiezuiniger te maken. Er worden zelfs al volledig energieneutrale woningen gerealiseerd die gunstig zijn voor iedere portemonnee. Maar naast deze vooruitgang zien we veel voorbeelden waar de theoretische prestaties niet overeenkomen met de praktijk, niet alleen op gebied van energie maar ook rondom het binnenklimaat in de woning. Waar zou dit in zitten?



- Over ventileren wordt veel gezegd. Met welke processen beïnvloeden we de binnenlucht zelf en wat is de invloed van fijn stof van verkeer? Wat betekent dat voor je gezondheid, en kunnen we daar zelf invloed op hebben?
- Luchtdicht bouwen is van belang om een energiezuinige woning te bouwen. Kunnen we dat nu beter dan vroeger?
- Kunnen we onze woning koel krijgen zonder airconditioning? Welke principes werden er vroeger en nu ge-

bruikt om woningen koel te houden en wat kunnen we zelf doen in onze eigen woning?

- We zien op veel huizen zonnepanelen verschijnen. Hoeveel gebruiken de woningen nu zelf? Welke trucs kunnen we toepassen om het eigen gebruik van die zelf geproduceerde energie te vergroten en wat kan opslag in bijvoorbeeld een accu hierin spelen? Er wordt nu zelfs gewerkt aan warmtebatterijen om het hele jaar door gebruik te kunnen maken van zelf geproduceerde energie. Wat zijn de natuurkundige principes die leidend zijn voor deze ontwikkeling?

Aan de hand van verschillende voorbeelden uit de praktijk zullen deze vragen beantwoord worden. Als afsluiter komt de vraag aan de orde of we door anders te bouwen de buitentemperatuur direct kunnen beïnvloeden.

Afsluiting door Johan Goossens, zaterdagmiddag 12 december van 15.15 - 15.45 uur

Johan Goossens (Sprang-Capelle, 17 november 1982) is een Nederlands cabaretier, schrijver en docent. In zijn werk komen anekdotes voor over zijn ervaringen voor de klas. Hij won in 2006 het Groninger Studenten Cabaret Festival en maakte een show over Ghana, waar hij vrijwilligerswerk deed. Goossens schreef columns voor *Trouw* en *Het Parool*. Columns uit *Het Parool* werden in 2014 gebundeld onder de titel *Wie heeft er wél een boek bij zich?* Tevens was hij lid van Het Nieuwe Lied en speelde hij rollen in *Jules de Corte? Zo kende ik hem niet!*, *Sinterklaas & Pakjesboot 13* en *Onderweg naar morgen*. Hij werd genomineerd voor de Neerlands Hoop prijs voor meest veelbelovende cabaretier en in seizoen 2015 schrijft en acteert hij voor Koefnoen. Hij geeft les op een ROC in Amsterdam. (Wikipedia®)