

VAK idioot



Studievereniging A-Eskwdraat

Jaargang 12/13 Nummer 4



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A | - | E | s | k | w |
| a | d | r | a | a | t |

Standaard



How do you make a lithography system that goes to the limit of what is physically possible?

At ASML we bring together the most creative minds in science and technology to develop lithography machines that are key to producing cheaper, faster, more energy-efficient microchips.

Per employee we're Europe's second largest private investor in R&D, giving you the freedom to experiment and a culture that will let you get things done.

Join ASML's multidisciplinary teams and help us push the boundaries of what's possible.

www.asml.com/careers

ASML

For students who think ahead

Colofon

datum uitgave: 11 maart 2013
oplage: 1920
deadline volgend nummer:
31 maart 2013

De Vakidoot is een uitgave van:
Studievereniging A-Eskwadraat
Princetonplein 5
3584 CC Utrecht
tel: (030) 253 4499
fax: (030) 253 5787
e-mail: vakid@a-eskwadraat.nl

redactie:

Adinda de Wit
Ans de Nijs
Chun Fei Lung (eindredacteur)
Claudia Wieners
Danny Bergsma
Darius Keijdener
Emile Broeders
Harm Backx
Jacco Krijnen
Lars van den Berg
Marjolein Troost
Tim Coopmans

Met dank aan:
Peter van Capel
Pieter Kouyzer
Remco de Boer

Redactioneel



Alles is relatief, ontdekte Einstein aan de kosmos. In onze wereld is het niet anders. Alles wordt bekeken ten opzichte van standaarden, of het nu gaat om lichaamslengte of inkomen. Bij dat soort dingen zitten we altijd liever wat boven de standaard, maar verder staan Nederlanders erom bekend veel van gemiddelden te houden. We zijn een best welvarend volk met relatief weinig werkloosheid en criminaliteit, maar ook uitschieters omhoog zijn er weinig: op scholen heerst een zesjescultuur, en internationale toponderzoekers en -kunstenaars zijn schaars. De regel is, doe maar gewoon, dan doe je al gek genoeg.

In die uitspraak zit trouwens wel een kern van waarheid, want welke Nederlander is nou standaard? Je bent uniek, net als iedereen. Heb je als vrouw bijvoorbeeld een standaard lengte als je op het gemiddelde zit (170 cm) of als je er een standaardwijking vanaf zit ($176\frac{1}{2}$ of $163\frac{1}{2}$ cm)? En waarom zou je als standaard trouwens niet de gemiddelde lengte van vrouwelijke Nederlandse bètastudentes nemen? Of de gemiddelde volwassen lengte van alle wereldburgers sinds het jaar nul? Dan zou je je meteen een stuk groter voelen.

Wat ik bedoel is dat het goed is om dingen in geografische en historische context te zien. Wij vinden het normaal dat we in een wereld leven waar zo veel kan en zo veel gebeurt, maar in de wereldgeschiedenis is dat uniek. Zo maakt de wetenschap een enorme ontwikkeling door, terwijl anderzijds wij westerlingen dagelijks gemiddeld twee uur slaaf zijn van onze inbox.

Ook de inhoud van deze Vakidoot is naar wens al dan niet standaard, denk bijvoorbeeld aan het standaardmodel, wetenschap in Noord-Korea (de omslagfoto is daar door de auteur gemaakt) en statistiek. Ik hoop dat je dit nummer met bovengemiddeld plezier leest.

Lars van den Berg
voorzitter

In dit nummer

VAKartikelen

idiotartikelen

| | | |
|---|----|---|
| | 1 | Van de voorzitter |
| | 2 | Medezeggenschap |
| | 3 | Kort |
| Higher standards | 4 | |
| <i>Darius Keijdenier</i> | | |
| 4G/LTE: de nieuwe generatie mobiele netwerken..... | 9 | |
| <i>Danny Bergsma</i> | | |
| | 12 | De Naald |
| | 13 | Kirschenplotzer |
| | 14 | Impressies van een week in Noord-Korea |
| | 18 | Anekdoten |
| Willekeurige doolhoven | 19 | |
| <i>Lars van den Berg</i> | | |
| Afwijken van de norm | 22 | |
| <i>Peter van Capel</i> | | |
| | 25 | Diesweek |
| Bosons and fermions..... | 28 | |
| <i>Claudia Wieners</i> | | |
| | 31 | Living the London life |
| Iedereen Babels laten spreken | 32 | |
| <i>Chun Fei Lung</i> | | |
| | 34 | Haiku |
| Where do depressions come from? ... | 35 | |
| <i>Claudia Wieners</i> | | |
| | 38 | Puzzel |

Van de voorzitter

Ons hele leven maken we ons zorgen. Zijn we wel goed genoeg? Voldoen we wel aan de verwachtingen? Of zijn onze eigen verwachtingen juist boven verwachting? De media en de wetenschap staan bol van de statistieken over de mens. Wat is de norm? Want daar gaat het om; wat is die geheimzinnige streep die we door het midden van al onze eigenschappen kunnen zetten? En voldoen wij wel aan de standaard die daarmee wordt gesteld?

Diep van binnen hoopt iedereen te voldoen aan de standaard en het liefst nog ver daarboven te presteren. We zijn allemaal ooit naar de universiteit gegaan met diep in ons hart de verwachting dat wij wel een Nobelprijs, Turing Award of Fields Medal binnen zouden slepen. Sommigen zullen meer teleurgesteld zijn dan anderen, maar eigenlijk laat bijna iedereen deze hoop direct varen. Het is ook niet zo gek als je de zogeheten standaard bekijkt. Circa één persoon per jaar wint een dergelijke prijs, terwijl er duizenden op duizenden studenten afstuderen in datzelfde jaar. Eigenlijk leert de standaard ons dus dat we nooit veel meer dan gemiddeld zullen zijn.

Eigenlijk is deze obsessie om ons te vergelijken met anderen alleen maar negatief. De enige personen die het positief kunnen beschouwen is de bovenste promille in een gebied, of dat nou inkomen, IQ, onderzoek, geluk, sport of iets anders is. Het is dan ook veel belangrijker je succes te vergelijken met jezelf. Net een 7 halen voor een vak waar je moeite mee hebt is een fantastische prestatie. Ook wanneer je buurman een 8 heeft gehaald. Winnen van je tegenstanders in de laagste divisie geeft toch een euforisch gevoel. Het zijn dan ook zulke zaken die uiteindelijk geluk brengen en niet de getallen die ons vertellen dat we binnen de standaarddeviatie vallen.

Een jaar van A-Eskwadraat heeft ook zaken die behoorlijk standaard zijn. Zes edities van de Vakidoot, bijvoorbeeld! Maar ook een studiereis, borrels, symposia, de Batavierenrace en tegenwoordig ook de carrièremaand komen elk jaar terug. Het speciale aan al deze activiteiten is dan ook niet dat ze er zijn, maar hoe ze zijn en wie er zijn. Als bestuur zorg je ervoor dat al deze activiteiten aan bod komen. Van sommigen wordt simpelweg verwacht dat ze er komen, maar dat ontnemt ons niet de kans ze een beetje van ons te maken en natuurlijk van de commissie. Op deze manier is het toch elk jaar anders, elk jaar weer uniek. Dit jaar voelt dus een beetje als ons jaar, maar hopelijk ook als jullie jaar. Dit jaar zal zeker een unieke beleving zijn en vooral niet te standaard!



Net als deze Vakidoot trouwens! Het is niet zo heel standaard een standaard Vakidoot te ontvangen met als thema “Standaard”. Veel leesplezier toegewenst.

Pieter Kouzyer

Medezeggenschap

Afschaffing studiefinanciering, invoering leenstelsel

Voor wie niets heeft meegekregen van de commotie rondom de studiefinanciering sinds de verkiezingen: Het kabinet is van plan de studiefinanciering te vervangen door een sociaal leenstelsel. Dit houdt in dat de basisbeurs komt te vervallen. De aanvullende beurs blijft wel bestaan. Wanneer dit zal gaan gebeuren, is nog niet helemaal duidelijk: momenteel zegt het kabinet dat de maatregel per 1 september 2014 zal ingaan. Ook het gratis reisproduct wordt afgeschaft. Hier staat tegenover dat de regels rondom het terugbetalen van je lening bij DUO soepel zijn: je betaalt terug naar draagkracht (d.w.z. alleen als je genoeg verdient). Je mag er vijftien jaar over doen om af te lossen en terugbetaling ondertussen vijf jaar opschorten. Na die vijftien jaar wordt je schuld kwijtgescholden.

Belangrijk: dit was de stand van zaken bij het ter perse gaan van deze Vakidoot, maar hier komt mogelijk nog verandering in. Zo spreekt het kabinet op het moment van schrijven over het vervangen van de OV-chipkaart door een trajectkaart, een klein lichtpuntje.

Meer informatie over de veranderingen in de studiefinanciering? Ga naar www.iso.nl of www.rijksoverheid.nl en zoek op 'studiefinanciering'.

Matching

Leerlingen die komend collegejaar aan de Universiteit Utrecht willen komen studeren, staat iets nieuws te wachten: matching. Dat houdt in dat iedere aankomend student zich vóór 1 mei in moet schrijven en vervolgens een matchings-

formulier moeten invullen met vragen over de motivatie van de student en verwachtingen van de studie. De universiteit mag aankomend studenten alléén weigeren als ze niet aan de matching mee doen, maar het is geen selectie (wie mee doet, mag sowieso deelnemen aan de betreffende studie).

Het idee hierachter is als volgt: in de huidige situatie stopt 25–30% van de studenten universiteitsbreed in het eerste jaar. Dat kost de universiteit een hoop tijd en geld. Verwacht wordt dat komend jaar minder eerstejaars zullen beginnen – de inschrijvingsdeadline van 1 mei valt nog vóór de eindexamens – maar als dit de eerstejaars zijn die hun jaar niet zouden afmaken wanneer ze wél waren begonnen, gaat de universiteit erop vooruit. Minister Bussemaker van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap gaat matching voor alle universiteiten verplicht stellen vanaf 1 september 2014; komend collegejaar is de UU de enige.

Van Roij en Gerritsen Hoogleraar

Bij het departement Natuur- & Sterrenkunde zijn René van Roij en Hans Gerritsen benoemd tot hoogleraar. René van Roij, die onder meer werkt aan energiewinning van zoet rivierwater dat de zoute zee in stroomt, wordt hoogleraar Soft-Matter Theory. Hans Gerritsen, die al bijzonder hoogleraar was, is benoemd tot hoogleraar Nanoscopy and Microscopy of Complex Systems. Gerritsen werkt aan de ontwikkeling en het gebruik van nieuwe methoden op het gebied van confocale microscopie, spectroscopie en elektronenmicroscopie.

Tim Coopmans

Kort

De eerste resultaten van de enquête zijn bekend – en er zijn rectificaties!

Dank u, trouwe lezers en critici

Ik heb hier de eer in een van de meest gelezen delen van de Vakidioot te schrijven. Dit samen met een hoop saaie maar nuttige content is het resultaat van de door jullie in overweldigende getale ingevulde enquête. Dank hiervoor! Opmerkingen over de opmaak, het niveau van de artikelen, het zat er allemaal in. De ene opmerking stak ons ruim tien donzen veren in onze reet, maar anderen trokken ze er net zo hard weer uit. Toegegeven: aan dat laatste hebben we misschien wel meer.

Ook hadden wij beloofd om onder de zenders een taart te verloten. De winnaar ontvangt hierover persoonlijk bericht (en uiteraard taart).

Roddels revisited

Misschien had je op de middelbare school van die typische roddelaars in je vriendengroep, of was je er zelf één – in elk geval is het nog niet voorbij. Een deelnemer van de enquête gaf te kennen graag een rubriek met “roddel over wie met wie zocht” te willen lezen. De meeste leden van de Vakidioot zijn faliekant tegen, omdat roddel nu eens noch bewezen noch opgemeten noch Monte-Carlogesimuleerd is.

Er zijn precies twee redactieleden die bereid zijn om in dit nummer een uitzondering te maken – een ervan is mannelijk, de ander vrouwelijk. *Let the roddels commence!*

Meer kritiek

Ja, we hebben het hier zwaar te verduren. Naast de harde, maar rechtvaardige enquête (de schrijver lijdt momenteel aan Oost-Indische aanstelleritis B)

is er nog meer kritiek over ons heen gekomen. Maar geen onterechte. In de vorige Vakidioot werden veel vakgroepen behandeld om jullie een beeld te geven van waar mensen op onze faculteit zoal aan werken. Maar niet elke vakgroep is behandeld. Excuses als de voor jou interessante vakgroepen juist ontbraken. Zeker voor informatici kan dit het geval zijn; vanwege een reorganisatie daar zijn er misschien vakgroepen buiten de boot gevallen.

Lastige lambda's

In het artikel ‘Lenige lambda’s’ uit de vorige Vakidioot was het voorbeeld op pagina 8 niet helemaal correct. Hierbij de juiste versie:

$$\begin{aligned}
 & \text{fac } 3 \\
 & = \text{fix fac}' 3 \\
 & = \text{fac}' (\text{fix fac}') 3 \\
 & = 3 * (\text{fix fac}' 2) \\
 & = 3 * (\text{fac}' (\text{fix fac}') 2) \\
 & = 3 * (2 * (\text{fix fac}' 1)) \\
 & = 3 * (2 * (\text{fac}' (\text{fix fac}') 1)) \\
 & = 3 * (2 * (1 * (\text{fix fac}' 0))) \\
 & = 3 * (2 * (1 * \text{fac}' (\text{fix fac}') 0)) \\
 & = 3 * (2 * (1 * 1)) \\
 & = 6
 \end{aligned}$$

Nog een kleine verbetering

Voor de oplettende lezers: in de vorige Vakidioot werd in het artikel ‘A-Eskwadrater in het buitenland’ gesproken van ‘gevolgen van de wetenschap’. Natuurlijk mogen we hier op de faculteit hopen dat wetenschap inderdaad gevolgen heeft, maar in dit geval werd ‘gevolgen voor de wetenschap’ bedoeld.

Higher standards

By: Darius Keijdener

With the (probable) discovery of the Higgs boson, some (popular) media presented this as if physics were now complete. We can only hope, on behalf of the 100 freshmen now signing up for physics, that this is not the case. The standard model, however, can be considered ‘finished’ with this additional particle. So with the standard model (nearly) complete, it is now time to look further, and explore what lies beyond. One of these possible ‘next steps’ is supersymmetry (abbreviated to the captivating name SUSY). Many theoretical physicists expect it to be there, yet there is no concrete proof as of now. We will try to go a bit more in depth here: this means that having followed a first course in quantum mechanics and an advanced course in classical mechanics¹ will be helpful for understanding this article.

Basic Idea

Most of you with an interest in popular science have probably heard of the general idea: each elementary particle we know has some supersymmetric partner. SUSY partners of bosons (integer spin particles) are fermions (half-integer spin particles)², but aside from this they should be identical particles. In naming these superpartners, physicists have gone a bit crazy. The rules are:

- the partners of fermions begin with ‘s’
- the partners of bosons end with ‘ino’

This leads to names as: ‘wino’, ‘zino’ (for the W and Z bosons), ‘higgsino’, ‘stop squark’, ‘selectron’, ‘sleptons’ and ‘sneutrinos’.³

Ridiculous names aside, we find a lot of

new particles with the exact same mass and characteristics as their counterpart.

“This means that we could substitute all particles in the universe by their super counterparts”

This means that we could substitute all particles in the universe by their super counterparts, and the energy of this state (as computed by the Lagrangian) would be exactly the same as that of the original. We could even replace each particle in the universe by a superposition of itself and their superpartners, without changing the energy of the universe. Because all physics is determined by the Lagrangian, we find the exact same physics under a

¹or another course in which you’ve encountered the Lagrangian.

²For a ‘standaard’ explanation of bosons and fermions, see article on this topic!

³We strongly advise you to try pronouncing this in a Dutch way...

⁴Yes, it really is called superspace. Studying supersymmetry means that you get to use words like superspace, supermanifold, superfields, superalgebra, superstring, superparticles, supergravity, supergroup, etcetera, which of course makes science way more cooler to the unknowing bystander.



‘rotation’ in *superspace*⁴. This is a symmetry, just as the translational and rotational invariance of space. It wouldn’t matter if we’d observe the universe from a rotated frame of reference, which is the same as rotating all particles in space around a certain axis. Just like that, it does not matter whether we study a space of all particles, or the space of all their corresponding superpartners, or something ‘in between’.

The many newly created particles in this framework can help us to solve several outstanding problems in theoretical physics. SUSY was first proposed to solve the *hierarchy problem*, which has to do with the unification of the four forces of nature. It also saves string theory from an untimely death by tachyons (particles travelling faster than light) – it is not possible to construct a tachyon-free string theory without SUSY.

Broken symmetry

The obvious question right now is why we have never found a bosonic particle of the mass and characteristics of the electron. The answer to this lies in the fact that SUSY is a broken symmetry. This means that, for some unknown reason, there is one energetically favorable state for the particles to be in. This can happen because of either *explicit symmetry breaking* or *spontaneous symmetry breaking*. We will try to explain this with the help of an analogy.

We think of a city where all people wear either yellow or red socks. If all people like yellow and red socks equally, we would have half a city wearing red socks and half a city wearing yellow socks. This is a symmetric situation, for if we would flip the colours of the socks of all the people tomorrow, a foreign observer (who doesn’t know the sock preferences of individual inhabitants today) would see no

difference.

There are two ways to break the sock symmetry. We could break it *explicitly* by making people like red socks more than yellow socks, which leads to most (if not all) people preferring red socks. This is not a symmetric *prescription*, for red socks are treated in a special way. And it will lead to an asymmetric *situation* as well, for flipping all colours would lead to a yellow-socked city, which is not a red-socked city.

“people like having the same colour of socks as their neighbours have”

The *spontaneous* way to break symmetry is to make people like having the same colour of socks that their neighbours have. This is a symmetric prescription, but it leads to an asymmetric situation. As long as there are as many red socks as yellow socks, this would be a stable situation. But if even one yellow-socked (red-socked) man would ‘accidentally’ don red (yellow) in the morning instead of his normal socks, this would lead more and more people usually wearing yellow (red) socks to wear red (yellow) socks, for they appear more popular. This model does depend on several parameters: for instance how many people a person considers ‘his neighbour’. The tuning of these parameters can lead to several cases: you can have a case where people only know the colour of the socks of one or two other people. This would mean people would still buy their socks pretty random, thus you still have a half-red, half-yellow population. In contrast, should people somehow study all the socks in the city, then we would have a monochrome city within a few days.

In the case of supersymmetry, the *explicit* way corresponds to a case where supersymmetric partners have more mass. This enforces nature to ‘prefer’ creating our ‘normal’ particles above creating their superpartners. But this way of breaking a symmetry actually means there is no symmetry to speak of in our Lagrangian. The *spontaneous* method however, has a symmetric Lagrangian. It prescribes that when ‘a selectron and an electron’ are close, you get an higher energy, but when ‘an electron and an electron’ or ‘a selectron and a selectron’ are close, you don’t get such a spike. This Lagrangian doesn’t have a preference for electrons or selectrons, but it will break symmetry. The ‘parameters’ of our example, are in the real-life case linked to the temperature. At high temperature (when you have many random fluctuations) nature doesn’t have a preference for electrons or selectrons. But at lower temperature clusters of electrons or selectrons will start to pop up.⁵

**“This Lagrangian
doesn’t have a
preference for
electrons or selectrons,
but it will break
symmetry”**

So with the low temperatures of the modern age of the galaxy, the supersymmetry is broken, and we perceive a lot more particles than their super counterparts. Should the temperature of the galaxy increase, we would find a certain point from when on the supersymmetry would be-

come manifested. Then there will be as many electrons as selectrons in the universe (on average). Sadly, particle accelerators are not powerful enough yet to enter this energy range. Furthermore we only have vague theoretical restrictions on these energy ranges, so there is currently no way of knowing when – if ever – we will enter this regime.

Extended supersymmetry

As you might have learned in an advanced quantum mechanics or classical mechanics course, with every symmetry there is a “conserved charge” associated. And when you write this conserved charge as an operator, this is a generator of the symmetry. Take for example the momentum operator $\hat{p} = -i\hbar\partial_x$. The fact that it is a generator means that when you apply the operator $e^{\frac{1}{i\hbar}a\hat{p}}$ to a wave function, you will find that it transforms the wave function $\psi(x)$ to $\psi(x - a)$. So we have translated it over distance a .

For supersymmetry, there is also a conserved charge, called the *supercharge*. It is often denoted by Q , and acts on fields. It is not possible to explain fields in one short article, so we shan’t look at them, but please keep in mind that it is not the same as the wave function in quantum mechanics. If you are interested in conserved charges (and my advice is you should be: it’s fun), you should follow the third-year course Classical Mechanics (another name is “Noether current”). These Q are *fermionic operators*, which means they anticommute with all other fermionic operators⁶. Because spinors (particles with non-zero spin) have 4 degrees of freedom in 4 dimensions, we need 4 supercharges for basic supersymmetry. There is also something called *extended*

⁵The same principle with a different Lagrangian is also why particles get mass: the *Higgs principle*.

⁶two operators a and b anticommute if $ab = -ba$

supersymmetry. You might suspect this means there are even more particles, but this isn't the case. Rather it means that there is more than one supercharge Q , and thus there is more than one way to 'rotate' from the particles to the superparticles. This is also denoted by saying one has $N = 2$ SUSY (in the case of $2 \cdot 4$ supercharges), or $N = 4$ SUSY (with $4 \cdot 4$ supercharges). Currently only models with $N = 1, 2, 4$ and 8 have been constructed. For other N , it is not known how to let the particles which would be needed interact. Higher N will also invariably lead to more restrictions on the degrees of freedom in the particles.

The Minimal Supersymmetric Standard Model

So it is possible to create SUSY models which are as complicated as we want, but physicists like to keep it as simple as possible. This extension of the standard model which adds the least particles and imposes the least restrictions on the standard model, is a $N = 1$ supersymmetric model called the Minimal Supersymmetric Standard Model (MSSM).

“It is possible to create SUSY as complicated as we want, but physicists like to keep it simple.”

This model was introduced to solve the hierarchy problem, one of the main problems on the road to a grand unifying theory. The discovery of the Higgs boson is crucial for this model to work, but dec-

tected particle is believed to have a mass of about 126GeV , which is rather large considering the theoretical upper bound. Were the Higgs mass larger than 130GeV , the MSSM would not even solve the hierarchy problem. In that respect the Higgs particle might be found 'just in time'. But even though its mass is within the theoretically possible range, it is quite high. This means some parameters will take high values, which means that theorists have to abandon their ideal that all dimensionless parameters should be of order 1.⁷ This derogates the credibility of the theory. It does, however, still stand as a possibility.

The future

The Nobel prize-winning physicist Sheldon Lee Glashow joked at the proposition of the MSSM that supersymmetry has strong arguments in favor of it, seeing that 'half of the particles have already been discovered'. He made this remark to point out a valuable argument: why are there no experimental results indicating SUSY? The problem is that there is a vast parameter space⁸ which means that even if the LHC will find no indication of supersymmetry, it still leaves many possibilities for $N = 1$ (or higher) supersymmetric models. Right now the MSSM is nothing more than a possible successor to the standard model.

Nevertheless it is exciting to see if there will be any experimental results in this direction in the coming years, or if it leads to a different theory altogether. But until that day, supersymmetry is just a toy and tool in the theoretical physicist's bag of tricks.

⁷This concept is called naturalness, a rather abstract and contested notion that deserves a separate article.

⁸That is, there is a wide range of theoretically possible masses which the superparticles might have



Wintersport 2013

4G/LTE: de nieuwe generatie mobiele netwerken

Door: Danny Bergsma

Wanneer je via 3G probeert te internetten op Utrecht CS, zul je vaak merken dat je nauwelijks een beetje op je telefoon binnenkrijgt en dat het netwerk ernstig overbelast is. Op steeds meer plaatsen en bij steeds meer gebruiksdoelen lopen we tegen de beperkingen van 3G op. De oplossing 4G wordt langzamerhand in Nederland geïntroduceerd. Binnenkort zou je wachttijd op Utrecht CS daarom weer heel wat aangeneramer moeten zijn.

In 2004 was Vodafone de eerste aanbieder van UMTS voor consumenten in Nederland. UMTS wordt gerekend tot de derde generatie mobiele technologie (3G). De maximale downloadsnelheid ligt op 384kb/s. Aanvankelijk valt de adoptie tegen, terwijl de toenmalige vijf providers tijdens de UMTS-veiling in 2000 wel ruim 2,6 miljard euro hadden neergelegd voor de benodigde frequenties. Hoewel op een veel hogere opbrengst was gehoopt vanwege relatief nog veel hogere opbrengsten in het buitenland, bleek het voor de providers erg moeilijk om dat geld terug te verdienen en balanceerden ze op gegeven moment op het randje van faillissement. Consolidatie was het gevolg: KPN neemt Telfort in 2005 over en in 2007 koopt T-Mobile Orange.

Vanaf 2006 verliep de adoptie beter: onbeperkte internetbundels werden voor een tientje aangeboden en de internetveraring op mobieltjes werd veel aangeneramer door betere browsers op smartphones als de iPhone. Het dataverkeer op de 3G-netwerken explodeerde en providers moesten veel investeren in uitbreiding van de netwerken. Het model van onbeperkte internetbundels bleek niet houdbaar en de gewraakte datalimieten kwamen terug.

Hoewel de 384kb/s van UMTS al veel sneller was dan de 56kb/s van de 2G-datatechnologie GPRS, werd er doorgewerkt aan hogere snelheden via UMTS-netwerken. Dit resulteerde in de HSDPA- (download) en HSUPA-

(upload) protocollen. Hiermee zijn snelheden tot 14,4Mb/s (14400kb/s) respectievelijk 5,8Mb/s (5800kb/s) mogelijk. Ook van deze protocollen is al een verbeterde versie beschikbaar: Evolved HSPA (HSPA+) kan downloadsnelheden van 168Mb/s halen. De Nederlandse providers bieden inmiddels allemaal, in een beperkt, meestal dichtbevolkt gebied, HSPA+ aan: KPN en T-Mobile behalen daarmee een maximale snelheid van 21,6Mb/s, Vodafone zelfs 28,8Mb/s. Kort geleden heeft Vodafone aangegeven dat ze de snelheid van haar netwerk verder wil verhogen naar 42Mb/s door het inzetten van dual carrier-HSPA+. Hierbij worden twee gelijktijdige dataverbindingen met de telefoon onderhouden. Acht gelijktijdige verbindingen zouden zelfs 672Mb/s mogelijk moeten maken.

Hoewel al deze uitbreidingen op UMTS steeds snellere verbindingen mogelijk maken, komen de limieten in zicht. De dual carrier-HSPA+-snelheid van Vodafone lijkt behoorlijk hoog, maar dit is slechts het maximum: als de signaalsterkte minder is, zijn de snelheden in de praktijk al snel minder. Sowieso maken alle mobiele technieken gebruik van een "shared medium": de lucht wordt immers door iedereen gedeeld en de capaciteit wordt dan ook verdeeld over iedereen in een bepaald gebied. Dit verklaart de lage snelheid die op Utrecht Centraal individueel wordt waargenomen. HSPA(+) wordt dan ook als een overgangstechniek

tussen de derde (3G/UMTS) en vierde (4G/LTE) generatie gezien en wordt vaak aangeduid als 3.5G, 3.75G of 3.9G.

LTE

Nadat het concurrerende WiMAX afviel als 4G-standaard, werd Long Term Evolution (LTE) de de facto 4G-standaard. De standaard belooft downloadsnelheden tot 300Mb/s en uploadsnelheden tot 75Mb/s. Eind 2009 werden de eerste LTE-netwerken actief in Noorwegen en Zweden. Grote delen van de wereld volgden even later.

In Nederland liep het niet zo'n vaart: LTE is incompatibel met UMTS en daarom moet een ander frequentiespectrum worden gebruikt. Begin 2010 werden er frequenties in de 2,6GHz-band geveild. Niet alleen de bestaande providers, maar ook nieuwkomers Tele2 en Ziggo/UPC kochten daarbij frequenties. Naderhand volgde echter geen grote uitrol: 2,6GHz is een relatief hoge frequentie en het bereik is daardoor beperkt; signalen worden meer door muren en dergelijke geabsorbeerd vanwege de kortere golflengte en de dekking binnenshuis is daardoor minder goed. Om goede, vrijwel landelijke, dekking aan te bieden zou je dan heel veel zendmasten moeten plaatsen, wat te hoge kosten zou betekenen. Daarom legden de providers alleen een klein LTE-netwerk aan in een van de grote steden, vooral om aan de voorwaarden van de veiling te voldoen.

Pas eind 2012 organiseerde de Nederlandse overheid een veiling waarbij lager frequentiespectrum kon worden gekocht. Viel de opbrengst bij de UMTS-veiling nogal tegen, nu viel die juist mee: de veiling, inclusief de "oude" 3G-frequenties, leverde 3,8 miljard euro op. De Ziggo-UPC-combinatie zag af van het kopen van zendruimte vanwege te hoog opgelopen kosten, Tele2 wist wel twee licenties in de 800MHz-band te bemachtigen. De drie

bestaande providers kochten ook allemaal frequentieruimte, in verschillende spectra: 800, 900, 1800, 2100 en 2600MHz.

In 2013 gaan al deze providers hun LTE-netwerk uitrollen. KPN heeft inmiddels in een gebied rond Amsterdam een netwerk op de 800MHz-band operationeel (zie Figuur 1). T-Mobile en Vodafone beginnen waarschijnlijk deze zomer. Deze drie willen voor het einde van 2014 een vrijwel landelijk dekkend LTE-netwerk operationeel hebben.



Figuur 1: LTE-dekking KPN begin februari 2013.

Helaas zijn er nog niet zoveel telefoons in Nederland te koop die ondersteuning hebben voor LTE, maar de verwachting is dat het aanbod snel groter zal worden; je telefoon moet ook ondersteuning hebben voor de specifieke frequentieband(en) waarop je provider uitzendt. Zo heeft de iPhone 5 van de frequenties die in Nederland voor LTE gebruikt zullen worden, alleen ondersteuning voor de 1800MHz-band en kan zodoende nog niet gebruikt worden op het 800MHz-netwerk van KPN. De 1800MHz-band wordt op dit moment nog gebruikt voor oudere net-

werken. De Nederlandse providers hebben afgesproken om per 1 juli dit jaar dit spectrum (ook) te gaan gebruiken voor LTE. De meeste LTE-netwerken op de wereld werken ook op deze frequentie. Pas vanaf 1 juli kun je dus sneller internetten op je iPhone 5, uiteraard alleen wanneer je provider dan in jouw gebied een 1800MHz-LTE-netwerk operationeel heeft.

Techniek

Een groot pluspunt van LTE ten opzichte van UMTS is dat LTE gebaseerd is op IP, het protocol waarop ook het internet draait. Dit heeft onder andere een lagere 'latency' (vertraging) tot gevolg: bits van jou komen eerder bij de ander aan en vice versa. Dit is onder andere een voordeel bij het spelen van real-time computerspelletjes met anderen. Maar ook webpagina's zullen eerder in je browser verschijnen. Een ander voordeel is dat de capaciteit bij LTE beter verdeeld kan worden: bij UMTS wordt deze simpelweg verdeeld over alle gebruikers, bij LTE kunnen grote downloads minder prioriteit en dus minder snelheid krijgen, waardoor er meer ruimte overblijft voor overige gebruikers. LTE biedt twee verschillende manieren om de downlink (verbinding van zendmast naar telefoon) en uplink (verbinding van telefoon naar zendmast) te scheiden: frequentiegebaseerd (FDD: frequency-division duplexing) en tijdsgebaseerd (TDD: time-division duplexing). Bij de eerste variant worden down- en uplink gescheiden door ze op aparte frequenties te laten opereren. Hiervoor is meer frequentieruimte nodig, maar je bespaart de overhead van het bij TDD om de zoveel tijd moeten switchen tussen down- en uplink. TDD heeft het voordeel dat de totale beschikbare bandbreedte beter verdeeld kan worden tussen down- en uplink: wanneer de downlink veel meer belast wordt dan de uplink, kunnen aan die eerste meer tijdslots worden toegewezen en aan de laatste juist minder.

LTE Advanced

Wat HSPA(+) voor UMTS is, is LTE Advanced voor LTE: een doorontwikkeling, maar wel compatibel. Met LTE Advanced moeten snelheden van 1Gb/s (1000Mb/s) mogelijk worden. Het wordt daarom ook wel 'True 4G' genoemd, omdat deze standaard pas voldoet aan de eisen die de VN-organisatie International Telecommunication Union (ITU) aan 4G stelt. Het eerste LTE Advanced-netwerk is inmiddels in Rusland in de lucht en verwacht wordt dat dit jaar ook in Verenigde Staten enkele van zulke netwerken operationeel zullen zijn. In Nederland zal het waarschijnlijk nog wel even duren: KPN wil de snellere LTE-variant binnen zes tot zeven jaar uitrollen. Wanneer die variant operationeel is, kan het een geduchte concurrent worden voor vaste internetaansluitingen, zeker in afgelegen gebieden.

Voordat het echter zover is, moet eerst LTE zelf nog doorbreken in Nederland. Het zal interessant zijn om te kijken of die adoptie hetzelfde verloopt als UMTS destijds: de eerste periode nog erg prijzig, omdat providers de kosten voor de veiling eruit willen halen, en daarom alleen interessant voor 'early adoptors'; later een uitrol naar de massa door het aanbieden van goedkopere bundels. Het zal ook interessant zijn of LTE zich genoeg kan onderscheiden van 3.5-technieken als (dual carrier-)HSPA+: de snelheid van 3G-netwerken ligt op dit moment gemiddeld op zo'n 5-7Mb/s. Een eerste praktijktest op het onlangs gelanceerde 800MHz-netwerk van KPN laat zien dat de LTE-snelheid meer dan twee keer zo hoog is als de eveneens gemeten snelheid op het 3G-KPN-netwerk: gemiddeld zo'n 9Mb/s ten opzichte van 4Mb/s. Wanneer de capaciteit eenzelfde verbetering laat zien, hoeven we niet meer bang te zijn om op Utrecht Centraal zonder werkende internetverbinding te zitten.

De Naald

Ook dit nummer weer het nieuws dat waar had moeten zijn, had kunnen zijn of had mogen zijn.

Medezeggenschap, bedankt!

Het voltallige team van medezeggenschappers achter Natuurkunde (en nog verscheidene andere mensen) krijgt als dank voor hun dierbare inzet een Samsung Galaxy Tab 2. Na het uitreiken van de prijs voor een ideeënwedstrijd van de universitaire medezeggenschapsraden¹ voor het idee (meer) magnetrons te plaatsen in de universitaire gebouwen, besloot de U-raad dat ze niet achter konden blijven en het SONS (en andere medezeggenschapsraden) te bedanken voor het al drie jaar voorstellen van dit idee. De voorstellen worden nu getoetst op financiële haalbaarheid en bestuurlijke daadkrachtigheid, waarna ze gesorteerd worden tussen de cilindrische papierrecycler en de bodem van de bureau-la.

Toekomst OV-studentenkaart was snel duidelijk

De OV-kaart wordt met ingang van studiejaar 2016 afgeschaft voor nieuwe studenten, in de plaats komt een trajectkaart...NEWSFLASH. De OV-kaart wordt met ingang van 2016 afgeschaft voor alle studenten, in de plaats komt een trajectkaart...NEWSFLASH. De OV-kaart wordt met ingang van 2015 afgeschaft voor bestaande studenten, in de plaats komt een OV-fietsabonnement...NEWSFLASH. De OV-kaart wordt met ingang van 2014 afgeschaft voor afgestudeerde studenten, in de plaats komt geen OV-fietsabonnement...NEWSFLASH. De OV-kaart wordt met ingang van 2012 afgeschaft voor toekomstige niet-studenten, in de plaats komt een complementair dichtbundeltje...NEWSFLASH. Den Haag weet niet wat ze wil met de OV-kaart voor studenten.

Studenten willen traditionele internetcolleges

De opkomst van colleges via internet leidt tot grote verontwaardiging onder studenten. Zij vrezen dat, met het voortschrijden van technologie, oude academische waarden zullen verdwijnen. De grootste vrees heerst omtrent het academisch kwartiertje. "Het is spijtig dat deze norm-definiërende traditie dreigt te verdwijnen," aldus een voornaam lid van de studentenvertegenwoordiging. "Met de affaire-Stapel is gebleken dat werkdruk op universiteiten veel te hoog oploopt, en het academisch kwartiertje is lange tijd de stoomklep op de ketel geweest. Het staat symbool voor het feit dat wetenschap zijn eigen tempo kent, en niets of niemand deze opmars van de technologie kan vertragen of versnellen. Hierom is het van groot belang dat ook colleges via internet een academisch kwartiertje kennen: een 'rustpunt' in de week van de student." Deze roep tot traditie wordt door het CvB uiterst serieus genomen, en men onderzoekt momenteel de mogelijkheden om ieder opgenomen college een kwartier lang een lege collegezaal te laten tonen.

¹dub.uu.nl/artikel/nieuws/poolse-michal-mist-magnetrons-op-universiteit.html

Kirschenplotzer

Omdat ik moeilijk kon kiezen of ik een recept voor een “echte maaltijd”, een koek of een toetje zou plaatsen, ga ik voor een heel lekkere hybride maaltijd: Kirschenplotzer, Kirschenmichel (of een andere naam, afhankelijk van het dialect...). Mocht je niet zo bekend zijn met Zuid-Duitse dialectwoorden; het gaat om een kersenovenshotel (voor 2–3 personen).

Ingrediënten

- 375 ml melk
- 3 eetlepels vol boter/margarine
- 12 beschuitjes
- 130 g suiker (iets minder als je fruit uit een potje neemt)
- afgeschaafde schil van één citroen
- 4 eieren
- 250 g kersen of kwetsen (soort pruim), vers of uit een potje
- 1 theelepel kaneel
- 150 g amandelstukjes
- een klein beetje zout



Figuur 1: Kirschenplotzer volgens www.chefkoch.de – hun recept mist volgens mij de amandelstukjes, maar verder is het plaatje vrij realistisch...

Instructies

Verwarm de melk en de boter samen in een pan, voeg de kleingebrokkelde beschuitjes toe en daarna 100 g van de suiker, de vier eidooiers en een beetje zout. De vier eiwitten goed stijfkloppen en het eiwitschuim met het deeg in de pan vermengen (voorzichtig en niet te lang roeren, want anders gaat het schuim kapot).

Doe de helft van het deeg in een ovenshotel, verdeel het fruit en de resterende 30 g van de suiker erop en strooi de kaneel erover. Doe nu de rest van het deeg in de shotel, strooi de amandelstukken erover en bak je fruitovenshotel 30 minuten bij 200°C in de oven.

Eet smakelijk!

Claudia Wieners

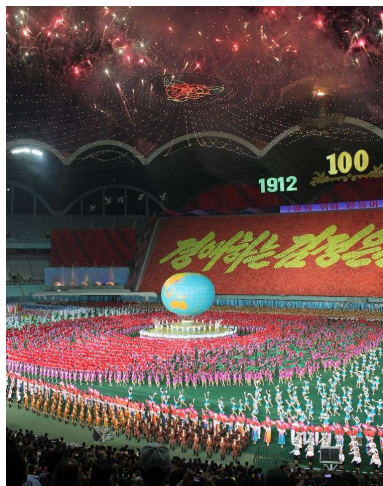
Impressies van een week in Noord-Korea

27 september, 2012. De schemering zet in wanneer de ronkende motoren van de Tupolev van Air Koryo langzamer beginnen te draaien. Mannen in grijze pakken uit de jaren '70 met daarop een pronkend rood loyaliteitspeldje halen zwijgend formulieren tevoorschijn om in te vullen, terwijl een heldhaftig koor op de tv-schermen een opgewekt operalied inzet. Beneden in de duisternis zijn verlaten snelwegen te zien te midden van onverlichte groepen flatgebouwen. Het vliegtuig begint met een verontrustend kleine invalshoek zijn landing in te zetten. "Ladies and gentlemen, we are starting our descent to Pyongyang."

Een week eerder was ik nog in Taipei. Een studie in deze regio heeft als voordeel dat je eenvoudig omringende landen kunt bezoeken. Daarom ging ik op zoek naar mogelijke bestemmingen voor dat semester. China is vanuit Taiwan een goede optie, zeker als je wilt zien wat voor invloed een "communistische" staatsinrichting heeft op een cultuur met dezelfde oorsprong. Toch is het communisme van China niet dat van de Sovjet-Unie in de jaren '50.

Er is nog één land, een nalatenschap van de Koude Oorlog, waar je dit wel kunt vinden: Noord-Korea. Toen ik een mailtje stuurde naar de officiële Korea International Travel Company, kreeg ik tot mijn verbazing een uitgebreid voorstel terug met studentenkorting en zelfs een bezoek aan de Kim Il-sung University. Over een week kon ik het Koreaanse visum in Beijing ophalen.

Eén probleem: in Taiwan kun je geen visum voor China krijgen. Dat kon in Hongkong, waarvandaan ik de tweeduizend kilometer naar Beijing nog moest zien te overbruggen. Maar na een chaotische reis door China, met ongereserveerde treinen, langs slangenmarkten in Guangzhou, met een bezoek aan de Fudan-universiteit in Shanghai en uiteindelijk gebruikmakend van de snelste trein ter wereld, lukte het toch op tijd op de afgesproken plaats te arriveren en van een Koreaan met een aktetas een blauw visumpapiertje en een vliegticket in ontvangst te nemen.



Pyongyang

Ondanks de stortregen is het druk op straat. Overvolle trams uit de jaren '60 rijden af en aan en bij de bushaltes staan lange rijen Koreanen te wachten met een wonderlijke mix kleding uit verschillende decennia. We volgen een mensenstroom die via een roltrap onder de grond verdwijnt. Dit is de ingang tot de diepste metro ter wereld, die tevens dient als schuilkelder voor het geval dat de Amerikanen aanvalen.

Het belooft een absurde week te worden in een wereld uit het verleden. Al direct na aankomst begon een reeks onwerkelijke gebeurte-

nissen. Volgens reglement waren mij twee gidsen en een busje met chauffeur toegevoegd. Zij verwelkomden mij op het kleine vliegveld, waarna we over een donkere landweg naar het Rŭngrado-stadion reden, langs lange colonnes voetgangers en militairen.

Waarom het zo druk was, werd later duidelijk: al bij binnenkomst was een overdonderend spektakel te zien. Aan de overkant op de tribunes zaten 20.000 studenten met gekleurde platen. Een ritmisch gedreun klonk door het stadion toen de studenten stampend op de tribunes hun borden synchroon omdraaiden. Ze fungeerden als pixels in een reusachtig scherm waarop plotseling de glimlachende gezichten van de twee wijlen leiders Kim te zien waren. Een tel later veranderde dit in een golvende Noord-Koreaanse vlag.

Het bleek maar een warming-up te zijn: de studenten slaakten in koor een kreet die als een zucht door het stadion galmde, waarna in de diepte beneden grote colonnes militairen, kinderen met vaandels, acrobaten en danseressen het veld kwamen opmarcheren. De dagelijkse Arirang Mass Games waren geopend.

Het dagelijks leven

Mijn gids steekt met trillende handen een sigaret op. "They sent an agent. He will be here in one hour." Hij heeft zojuist zijn woedende baas aan de lijn gehad. De geheime dienst heeft een klacht bij KITC ingediend. Een boer in Sariwon heeft een westerling foto's zien nemen uit onze bus en is met het nummer van de bus naar de politie gestapt. "We have to check the photos before he arrives."



In de drukte op de straten van Pyongyang voelde het als een filmset over Oost-Berlijn, maar vanaf de kolossale Juche-toren leek de hoofdstad opvallend modern. De stalinistische bouwwerken deden zelfs futuristisch aan, met het reusachtige Ryugyong-hotel dat hoog boven de smog van de stad uittorende. Van de bekende schrikverhalen over het land was tot nu toe nog weinig te merken, afgezien van een aantal jeeps van het World Food Programme.

Maar toen we de stad verlieten, was hier een glimp van het dagelijks leven te zien zoals ik dat verwachtte. Grote groepen arbeiders bewerkten het land met de hand en er waren opvallend veel militairen. Daardoorheen liep een verlaten zesbaansweg met gaten die werd gerepareerd door vrouwtjes met stoffer en blik. Op het land stonden enorme plakkaats met rode leuzen en heldhaftige posters. In de dorpen waren dag en nacht strijdbare liederen en opgewekte nieuwsberichten uit de megafoons op de straathoeken te horen. Hier was de totalitaire staat te voelen.

Die avond werd mij iets van de kracht van het regime duidelijk. Het zijn niet zozeer de militairen die de bevolking in de hand houden, het zijn de burgers zelf die elkaar, maar ook de toeristen, verraden als iets niet volgens de regels gaat.



De Leider en zijn Volk

We mogen gerust foto's nemen. Toch kijken de militairen ons gespannen aan en klappen in hun handen zodra een van ons zijn camera op de Noord-Koreaanse fortificaties richt. Amerikaanse toeristen kijken elkaar gelaten aan wanneer de gidsen een lang verhaal over de gruweldaden van de imperialisten beginnen. Aan de overkant kijken militairen in Amerikaans uniform door grote verrekijkers naar de strak in de houding staande Noord-Koreanen. En als een eeuwige leidraad in het programma volgt ook hier bij de grens met Zuid-Korea bij Panmunjom een lang verhaal over de heldendaden van de Leider en de toewijding van het volk.

Waar mijn gidsen de energie en overtuiging vandaan haalden, was mij een raadsel. Het ene moment legden we, na een moeizame klimtocht, eerbiedig buigend bloemen bij een goudkleurig standbeeld van Kim Il-sung die vanaf een hoge heuvel naar Kaesŏng zwaait, op een ander moment zaten we eenzaam als vorsten in een grote zaal naar een opbeurende documentaire over de bouw van de Westzee-kering te kijken, waarna we snel doorreden naar een kinderopvang waar kinderen met uiterste precisie een overweldigende show opvoerden. Zelfs toen we de universiteit ineens niet meer mochten bezoeken – de zoveelste wijziging in het programma – brachten zij me naar de zalen van het Grand People's Study House waar studenten, onder toezienend oog van de twee lachende Leiders-portretten, aan lange rijen tafels ijverig met hun neus in de boeken zaten.

Uiteraard was het programma geheel gericht op het comfort van de toerist. Met een wat dubbel gevoel at ik de omvangrijke diners die mij driemaal daags in de verlaten zalen van onmuurde hotels werden opgediend. Voor de toerist was het 'beste van het land' weggelegd – het slechtste werd met mysterieuze omwegen over hobbelige landwegen vermeden. Ook de gidsen deden hun uiterste best: de toerist is koning. Zelfs als fotograferen verboden was, werd dit voorzichtig en eerbiedig duidelijk gemaakt. Toch leverde die voorkeursbehandeling een enorm voordeel op: de gidsen stelden zich belangstellend op. 's Avonds luisterden ze geïnteresseerd naar mijn verhalen over actualiteiten waarover zij nog nooit hadden gehoord – de Arabische lente, de financiële crisis en de ontdekking van het higgsboson – en vertelden zij over hun jeugd en het dagelijks leven in hun land.



Kosten en baten

Uitgestrekte landerijen trekken voorbij. Kinderen rennen met rode vlaggen over het veld. Mannen en vrouwen bewerken met ossenkarren het land, maar het land is verdord en de kanaaltjes staan droog. Ik schrik wanneer een conducteur langs de coupé loopt en stop snel mijn camera weg, maar hij let er niet op. De trein is Chinees en wat de Koreanen voor regels hebben, maakt hen niet uit.

Eén week in Noord-Korea heeft een aardige duit gekost. Daar heeft de Staat weer heel wat aan verdiend. Terwijl wij de grens met China naderen, vraag ik mij af wie hier nu werkelijk baat bij heeft gehad.

Buiten zwaaien kinderen naar de wagons. In oudere reisverslagen lees je nog dat kinderen angstig wegstaren als een westerling passeert. Maar zelfs op het platteland keken kinderen toch vaak voorzichtig op en glimlachten dan terug. Het lukte bovendien kleine gesprekken te voeren, via mijn gidsen of zelfs in het Engels. Hoe zeer de Staat dit ook wil tegengaan, de Koreanen zien dat buitenlanders zo gevaarlijk niet zijn: de bevolking ziet en hoort dat er meer in de wereld is dan hun Leider.

Daarbij viel het mij dat er op straat een aantal mensen zonder loyaliteitsspeld op liepen: Chinezen. China ziet zijn kans schoon en zet steeds meer bedrijven op. Korea begint steeds meer afhankelijk te worden van een land dat zelf niet veel op heeft met het vaak onvoorspelbare gedrag van de Kims.

Het zijn sprankjes hoop, maar het zijn de eerste tekenen. Het eens zo mysterieuze land, het grijze vlak op de kaart, opent zich voorzichtig naar de wereld.

*Een link naar foto's van de reis is op verzoek beschikbaar.
(Mail dan naar [r. e. deboer@students.wu.nl](mailto:r.e.deboer@students.wu.nl))*

Remco de Boer

Anekdoten

Wetenschappers zijn soms rare snuiters; voor iedereen die dit niet wist, hebben we hier een paar mooie verhalen:

Geen melk, geen suiker

Alessandro Volta – degene naar wie de eenheid van de spanning is vernoemd – was een hartstochtelijke koffiedrinker, maar hij nam nooit melk of suiker. Waarom? ‘Dan past er meer koffie in het kopje!’

Groot, groter, grootst

Richard Feynman, enthousiast over de ontdekking van een supernova, begon een college eens zo: ‘Er bestaan 10^{11} sterren in onze Melkweg. Vroeger was dat een heel groot getal. Maar nu niet meer. Het is slechts honderd miljard, minder dan het Amerikaanse begrotingstekort. We spraken altijd van astronomische getallen, maar voortaan van economische getallen...’

Scheikundehaat

Ernest Rutherford – de ontdekker van atoomkernen – had nogal iets tegen scheikundigen. Misschien omdat zijn vrouw er met een scheikundige vandoor was gegaan. Dat kon hij niet begrijpen: ‘Als het nou een bokskampioen was geweest... maar een gewone scheikundige...’. Toen Rutherford echter de Nobelprijs ontving, was het voor scheikunde! (Onderzoek naar kleine deeltjes werd toen voor scheikunde aangezien.) Rutherford zei in zijn Nobel-toespraak: ‘Ik kreeg voor mijn werk veel snelle overgangen te zien, maar nooit zo’n snelle als die van mezelf: van fysicus naar scheikundige!’

Boerenverstand

Albert Einstein hield eens een klein college over relativiteit. Een man onderbrak hem: ‘Maar, meneer Einstein, mijn boerenverstand zegt me dat ik alleen in dingen moet geloven die ik zelf zie!’ – ‘Goed’, zei Einstein, ‘komt u dan alstublieft even hier en leg uw boerenverstand goed zichtbaar op deze tafel!’

Aardige meisjes

Paul Dirac – de man die het positron had voorspeld – voer met een collega naar Amerika. ’s Avonds werd er gedanst op het schip, maar Dirac deed nooit mee. ‘Waarom niet?’, vroeg de collega, ‘het is toch leuk, dansen met een aardig meisje!’ Na lang nadenken vroeg hij: ‘Hoor eens, hoe weet jij van tevoren of de meisjes aardig zijn?’

Bijgeloof

Niels Bohr had een oud hoefijzer (geluksbrenger) boven zijn deur hangen. Een collega sprak hem hierop aan: ‘Dat is toch puur bijgeloof... Jij, als natuurkundige, gelooft er toch niet echt in?’, waarop Bohr glimlachte: ‘Nee hoor, maar ik heb van horen zeggen dat het desondanks helpt...’

Claudia Wieners

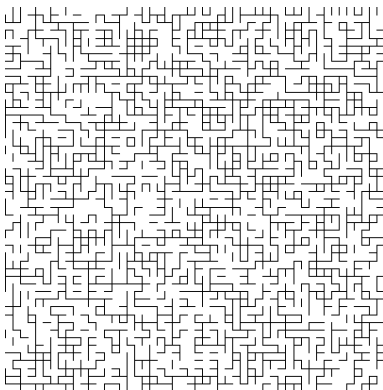
Willekeurige doolhoven

Door: Lars van den Berg

Kansrekening is makkelijk en saai, hoor ik vaak zeggen. Met dit artikel hoop ik het tegendeel te laten zien: een van de meest vruchtbare deelgebieden van de kansrekening is de percolatietheorie, waarin willekeurige doolhoven worden bestudeerd. Welkom in de eerste oneindige speeltuin ter wereld.

Percolatietheorie neemt een bijzondere plaats in de wiskunde in, omdat het zowel heel dicht bij de praktische wereld staat als bij de meest zuivere wortels van de wiskunde. De resultaten zijn bijvoorbeeld van groot belang in de statistische fysica, terwijl de laatste jaren steeds meer connecties worden gevonden met complexe functietheorie.

Laat ik de theorie introduceren vanuit een praktisch standpunt. Stel dat we een bunker maken van poreuze steen. Wat is de kans dat water door de steen naar binnen kan sijpelen? Dat hangt natuurlijk af van de manier waarop de steen poreus is, maar we beschouwen een heel simpel model. We nemen een vierkant rooster waarbij elk verbindingsslijntje met kans p zwart is gekleurd, p kun je zien als poreusheidsfactor. In onderstaand vierkant is bijvoorbeeld $p = 0.51$ genomen:



De zwarte lijntjes stellen de poriën voor, er kan dus water binnendringen als er een zwart pad van boven naar beneden is. Met een steen als in dit plaatje zullen we inderdaad natte voeten krijgen.

In praktijkgevallen kunnen we natuurlijk de poriën niet precies in kaart brengen, dus het is handig om voor gegeven dichtheid p de kans P op een verticale doorgang te kunnen berekenen. We concentreren ons in dit artikel op vierkante roosters. P hangt natuurlijk ook af van de lengte n van het vierkant. Een voor de hand liggende gedachte is dat hoe groter n , hoe kleiner de kans dat er een verticale doorgang is. De grootte van het vierkant blijkt echter nauwelijks invloed te hebben. Er moet dan wel een langer pad te vinden zijn, maar omdat het vierkant ook in de breedte groeit, is er ook meer ruimte voor zo'n pad om zich te ontwikkelen. Het is zelfs zo dat hoe groter n , hoe 'netter' ∞ zich gedraagt, en het limietgeval $n = \infty$ voldoet met oneindige precisie aan mooie mathematische wetten. Ik zal proberen uit te leggen hoe ik dat beoel.

Laten we in ons hoofd een grafiek schetsen van de kans P op een doorgang tegen de poriedichtheid p . Uiteraard is $P = 0$ bij $p = 0$, en $P = 1$ bij $p = 1$. Daartussen verloopt de grafiek vloeiend, maar niet bepaald geleidelijk. Als we p vanaf nul laten groeien, blijft P heel dicht bij nul, totdat p vlakbij $\frac{1}{2}$ komt. Daar schiet de grafiek omhoog naar bijna 1, en blijft langzaam doorgroeien tot hij helemaal 1 is.

De waarde $p = \frac{1}{2}$ noemen we de kritieke kans, het globale gedrag van het doolhof klapt daar om.

Dit omklappen wordt steeds hardnekkiger als we n laten groeien, de grafiek wordt steeds scherper, en als $n = \infty$ is de grafiek zelfs oneindig scherp: de kans op een oneindig verticaal pad is precies 0 als $p \leq \frac{1}{2}$, en precies 1 als $p > \frac{1}{2}$.¹ Vergelijk het met het smelten en bevriezen van water: lokaal bewegen de watermoleculen met willekeurige snelheden, maar als de gemiddelde snelheid het kritieke punt bij 0°C passeert, verandert plotseling het globale gedrag van de watermassa.

Dit soort kritische fenomenen staan centraal in de percolatietheorie, en zijn een bron van interessante wiskunde. Dat $p = \frac{1}{2}$ een kritieke kans is, werd al vermoed in de begindagen van de percolatietheorie, eind jaren vijftig. Het eerste rigoureuze bewijs werd echter pas in 1980 geleverd door Harry Kesten, de technieken in het bewijs zijn erg moeilijk, maar wel belangrijk. Gelukkig kunnen we wel eenvoudig inzien waarom $\frac{1}{2}$ de kritieke kans moet zijn, als we tenminste aannemen dat er überhaupt een kritieke kans is; laten we die p_1 noemen.

Kijk nog eens naar bovenstaande figuur. Ik stel even een blikwisseling voor: de zwarte lijntjes zijn nu juist barrières, het water kan door de witte gangen stromen. Om de analogie met de situatie van zwarte buizen te onderstrepen, doen we alsof het water tussen de middelpunten van de vierkantjes stroomt. Die middelpunten vormen samen weer een vierkant rooster, maar verschoven over $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ ten opzichte van de vorige. Water kan direct tussen twee naburige punten stromen precies dan als er geen zwart lijnstukje tussen zit: die kans is steeds $1-p$. We hebben dus eigenlijk weer precies hetzelfde kansmodel als daarnet, maar dan met kans $1-p$ in

plaats van kans p . Hier is dus ook een kritieke kans op een verticale oversteek, laten we die p_2 noemen; omdat we hetzelfde kansmodel hebben als net, maar dan met parameter $1-p$ in plaats van p , is natuurlijk ook

$$p_2 = 1 - p_1.$$

Aan de andere kant is wegens rotatiesymmetrie p_2 gelijk aan de kans op een horizontale witte oversteek. Het mooie is nu dat er een horizontale witte oversteek is, precies dan als er geen verticale zwarte oversteek is. Immers, een verticale zwarte oversteek zou een globale barrière vormen voor een horizontale witte oversteek, terwijl omgekeerd intuïtief duidelijk is dat als er geen verticaal zwart pad is, er tussen het zwart door van links naar rechts te laveren is door het witte gebied. De kritieke kansen moeten dus overeenkomen: $p_2 = p_1$. We concluderen dat $p_1 = 1 - p_1$, dus $p_1 = \frac{1}{2}$ zoals gewent.

Het argument dat we hebben gebruikt, komt in de percolatietheorie in vele gedaantes terug. In essentie hebben we gebruik gemaakt van de *duale* van \mathbb{Z}^2 , dat is het rooster dat je krijgt door over te gaan op witte doorgangen in plaats van zwarte. Het bijzondere van \mathbb{Z}^2 is dat het zelf-duaal is, een eigenschap die vaak extreem handig is: het is een van de redenen dat \mathbb{Z}^2 het meest bestudeerde rooster is in de percolatietheorie. Bij elk rooster in het vlak blijkt er een kritieke kans te zijn, en als we die van het rooster en zijn duale weer met p_1 en p_2 aanduiden, blijkt dat als het rooster symmetrisch genoeg is, ook hier de relatie $p_1 + p_2 = 1$ geldt. In de meeste gevallen is echter de kritieke kans alleen numeriek te benaderen en is het niet uit te drukken in een formule. Er zijn echter naast \mathbb{Z}^2 een paar uitzonderingen, zoals bijvoorbeeld het rooster van regelmatige zeshoeken, deze heeft zoals je

¹Een kans van nul betekent niet dat het onmogelijk is, maar dat de kans kleiner is dan welk positief getal dan ook.

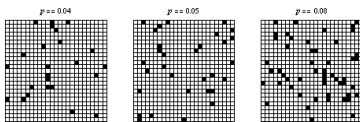
kunt nagaan een rooster van regelmatige driehoeken als duale. De kritieke kans is hier

$$p_1 = 2 \sin(\pi/18) \approx 0.35,$$

wat vrij raadselachtig lijkt gezien het rooster niks met analyse of cirkels te maken lijkt te hebben. Een nog mysterieuzer geval is het rooster dat je krijgt als je aan het vierkante rooster de diagonalen $y = -x + 2n$ toevoegt. De kritieke kans is hier de unieke oplossing in $[0, 1]$ van de vergelijking $p^5 - 6p^3 + 6p^2 + p - 1 = 0$, dat is ongeveer 0.40, maar zoals gewoonlijk bij vijfdegraads vergelijkingen is de oplossing alleen numeriek te benaderen.

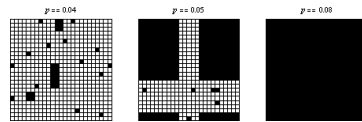
Wat er gebeurt als p exact gelijk is aan de kritieke kans, verschilt per rooster. In \mathbb{Z}^2 is er bij $p = \frac{1}{2}$ geen oneindig cluster, maar er komen wel willekeurig grote clusters voor.

De percolatietheorie is breder dan alleen de bestudering van willekeurige doolhoven. Een interessante zijtak is bijvoorbeeld de *bootstrap-percolatie*: daar wordt iets bestudeerd wat te interpreteren is als een heel eenvoudig model voor de verspreiding van een epidemie of bosbrand. We beginnen met een vierkant deel van \mathbb{Z}^2 . De punten hierin zijn met kans p zwart gekleurd (of geïnfecteerd, in brand gezet, ...). Hier zijn een paar voorbeelden met $p = 0.04, 0.05$ en 0.08 :



Punten die eenmaal zwart zijn, blijven zwart, en bij elke tijdstap worden ook de punten zwart die twee of meer zwarte burens hebben.² In deze plaat-

jes is te zien hoe bovenstaande vierkanten er uiteindelijk uit komen te zien:



Het ligt voor de hand om te vragen wat de kans P is dat uiteindelijk heel het vierkant zwart wordt. Die kans hangt natuurlijk van de begindichtheid p af en van de vierkantgrootte n , en opnieuw lijkt er een soort faseovergang te zijn: de grafiek van P als functie van p schiet rond een zekere kritieke kans vrij plotseling omhoog van ongeveer 0 naar ongeveer 1, en deze knik, al blijft hij steeds vloeiend, wordt scherper naarmate n groter wordt. De kritieke kans lijkt nauwelijks af te hangen van n , en op het eerste gezicht zou je verwachten dat zijn waarde convergeert en dat in het limietgeval van het 'oneindige vierkant' \mathbb{Z}^2 weer een 'echte' faseovergang zit waarin P verspringt van 0 naar 1. Dat blijkt echter niet zo te zijn: de kritieke kans convergeert, hoe langzaam ook, naar 0, en het zou niet erg zinvol zijn om van een omslagpunt bij $p = 0$ te spreken. Toch blijkt dit limietproces interessant en voor allerlei toepassingen belangrijk te zijn, want er kan veel worden afgeleid aan de manier waarop de kritieke kans p_c zich als functie van n gedraagt. Het blijkt dat

$$p_c(n) \approx \frac{\pi^2}{18 \log(n)},$$

in de zin dat deze formule steeds beter de werkelijkheid benadert naarmate n groeit.

²Met de burens van een punt bedoelen we de punten op afstand 1, daar zijn er dus vier van.

Afwijken van de norm

Door: Peter van Capel

In een themanummer over standaarden is een verhaal over de standaardafwijking eigenlijk een vreemde eend in de bijt. De standaardafwijking of standaarddeviatie is een maat voor de spreiding van een set getallen rondom een gemiddelde waarde en zegt dus juist iets over de beperkte zeggenschap van het gemiddelde (de “standaard”). Nu woon ik zelf in Woerden, onder marktonderzoekers bekend als “de meest gemiddelde stad van Nederland”, iets waar de ‘gemiddelde’ Woerdenaar overigens best trots op is. Het is dus de vraag of ik de geschikte persoon ben om iets te vertellen over afwijkingen van de norm, maar laat ik toch een poging wagen. In mijn duiding heb ik ervoor gekozen om naast de voor mij gebruikelijke natuurkundige context te kijken naar de maatschappelijke verschijningsvorm van het begrip spreiding.

Hoewel kansrekening en statistiek al sinds de 17^e eeuw als wiskundige technieken werden gebruikt, duurde het tot rond 1800 voordat statistiek werd toegepast in de natuurkunde. De eerste was de alomtegenwoordige Carl Friedrich Gauss die, gegeven waarnemingen met een beperkte nauwkeurigheid aan de baan van een hemellichaam, de meest waarschijnlijke baan kon voorspellen. En passant leidde hij de uitdrukking van de normale verdeling af [1].

Sociale spreiding

In eerste instantie was statistiek echter vooral een sociale wetenschap. Vanaf ongeveer 1830 startten her en der in Europa bevolkingsmetingen aan onder andere lichaams eigenschappen, inkomen, onderwijs, criminaliteit, leefomstandigheden en hun onderlinge correlaties. In zeer veel gevallen vond men normaal verdeeld ‘gemiddeld’ gedrag, met daaromheen een spreiding. Een bekende naam in dit kader is die van Adolphe Quetelet, nu vooral bekend van de naar hem genoemde maat voor een gezond gewicht. Hij stond het positivistische idee voor dat samenlevingen, net als fysische systemen, aan eigen wetten vol-

doen. De ontwikkeling van “het gemiddelde” zou de samenleving zelf wel voor haar rekening nemen – een houding die erg veel lijkt op neoliberalisme.

De spreiding zorgde in zijn opinie voor sociale onrust, verspilling en negatieve effecten als misdaad en ziekte. Dit idee bevatte dus ook een sterk normatieve component. Verstandig overheidsbeleid zou moeten streven naar een beperking van de spreiding, zodat men uiteindelijk zou uitkomen bij de perfecte, gemiddelde mens: l’homme moyen. Misschien is hierdoor de spreidingsmaat standaard *afwijking* (of *standard error* in het Engels) genoemd; een term met een sterk negatieve connotatie.

Het denken in termen van “standaardmensen” en “afwijkingen” heeft in later tijden in totalitaire samenlevingen tot grote ontsporingen geleid, maar in de 19^e eeuw leidde de statistische analyse van samenlevingen tot veel gerichte, succesvolle interventies op het gebied van bijvoorbeeld hygiëne, onderwijs en stadsplanning.

De sociaal-maatschappelijke observaties van individuele gedragingen die gezamenlijk tot gemiddeld, bijna wetmatig gedrag leiden, hebben James Clerk Max-

well geïnspireerd tot zijn bijdrage aan de kinetische gastheorie. Hier ontstaan voor gassen macroscopische waarden voor thermodynamische variabelen als druk en temperatuur uit microscopisch deeltjesgedrag, waarvan de individuele eigenschappen niet waar te nemen zijn. Voor een almachtig wezen (dat later door anderen “Maxwell’s demon” werd genoemd) zou het echter mogelijk kunnen zijn om op microscopisch niveau in te grijpen en macroscopische wetmatigheden (in het bijzonder de Tweede Hoofdwet) ongedaan te maken.

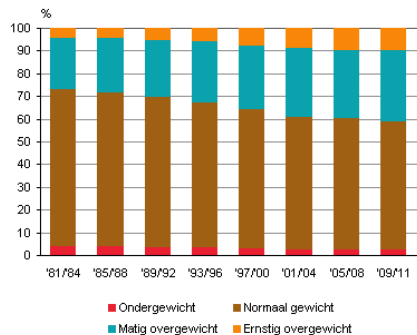
Een fysische blik op de samenleving als een systeem van individuen met een gedrag dat macroscopisch te karakteriseren is door een gemiddelde en een (standaard)afwijking kan soms goed werken. Een voorbeeld van het begrip spreiding in een maatschappelijke context is de jaarlijkse rituele discussie rondom de “koopkrachtplaatjes” die worden opgesteld door het Centraal Planbureau (CPB) op basis van het voorgesteld regeringsbeleid [2].

Gewichtige koopkrachtplaatjes

Groot was recent de verontwaardiging dat “sommige groepen” er op basis van de regeringsmaatregelen de komende periode wel 20% op achteruit zouden gaan. Goed beschouwd is dit niet onverwacht. Met beperkte knoppen om aan te draaien (een paar belastingen, een handjevol subsidies en wat uitkeringen) probeert de Nederlandse overheid de Nederlandse bevolking in al zijn diversiteit met een min of meer evenredige bijdrage een gat in de begroting te laten dichten.

Een aantal relevante vragen werd niet gesteld. Zoals: zou de procentuele verandering de maat moeten zijn waarlangs we de veranderingen meten? Zijn de startwaarden ten opzichte waarvan de procentuele verandering wordt bekeken wel rechtvaardig als uitgangspunt? Hoe ziet het

verhaal eruit als mensen zich niet statisch gedragen (bijvoorbeeld een salarisverhoging krijgen, hun uitgavenpatroon aanpassen, van student ineens werkende worden)? Deze laatste beperking bij de berekeningen geeft het CPB zelf al aan. Vooral is echter van belang dat men zich realiseert dat het zonder beleid op micro-niveau onmogelijk is om alle afwijkingen van de standaard gelijk te beïnvloeden. Ook in deze tijd kun je in sommige gevallen constateren dat niet het gemiddelde gedrag maar de afwijkingen ervan voor praktische problemen zorgen. Een voorbeeld is het gewicht van de Nederlandse bevolking [3]. Zie ook Figuur 1.



Bron: CBS

Figuur 1: Categorisering van het gewicht van de Nederlandse bevolking. Bron: CBS [3].

Hoewel het gemiddelde gewicht is toegenomen, laten de gegevens vooral zien dat de standaarddeviatie is toegenomen; de laatste jaren worden naast extreem overgewicht ook meer gevallen van ernstig ondergewicht gerapporteerd. Het zijn vooral de extremen naar boven en naar beneden die voor hoge maatschappelijke lasten en grote persoonlijke problemen zorgen.

Beperkte knoppen

Nog veel meer dan in de 19^e eeuw heeft de overheid (bijvoorbeeld door centralisatie en koppeling van databases), als ware zij Maxwell’s demon zelve, informatie be-

schikbaar over de gedragingen van en effecten op de Nederlander op microniveau. Op twee manieren wordt zij beperkt in de aanpak van ongewenste effecten van afwijkingen. Ten eerste door de individuele rechten van burgers. Maxwell's demon had tenminste niet te maken met eigenwijze gasdeeltjes, laat staan dat hij voor de rechter moet komen. Ten tweede door de toenemende kosten van ingrijpen; voor zover in Maxwells geschriften te vinden, hoefde Maxwell's demon niet betaald te worden.

De overheid is hierdoor gebonden aan maatregelen die vooral het gemiddelde gedrag beïnvloeden. Hoe effectief in te grijpen op het niveau van het individu zonder algemene rechten aan te tasten of onevenredig veel bureaucratie en kosten te creëren is een onderwerp dat onder de oppervlakte speelt in veel maatschappelijke debatten. Denk bijvoorbeeld ook aan discussies rond topinkomens, of de vraag in hoeverre zorgpremies gedragsafhankelijk moeten worden.

Hoeveel mag het kosten?

In de (experimentele) natuurkunde kan het bestaan van een standaardafwijking of spreiding van meetgegevens meestal worden toegeschreven aan een beperkte nauwkeurigheid van een meetinstrument of opstelling. Hierdoor kan de waarde van hetgeen waaraan gemeten wordt niet exact bepaald worden. De moeite die het

kost om de standaarddeviatie significant te verkleinen, en hiermee de nauwkeurigheid te vergroten, kan in de praktijk vaak worden uitgedrukt in maanden werk en/of tienduizenden euro's aan investeringen.

Wellicht ligt hier de overeenkomst met de sociale uitingsvormen van de standaardafwijking: hoeveel pijn en moeite mag het kosten om die te verkleinen? De normatieve vragen of, hoe en in hoeverre je individuele variaties daartoe in hun vrijheid mag beperken, hoeven hierbij gelukkig niet te worden beantwoord. Natuurkunde is al meilijk genoeg!

Referenties

- [1] Voor meer hilarische trivia omtrent Gauss, zie <http://www.gaussfacts.com> - met dank aan Christian te Riet.
- [2] <http://www.cpb.nl/publicatie/actualisatie-analyse-economische-effecten-financieel-kader-regeerakkoord>. Een Excelsheet met cijfers voor de komende regeerperiode is ook gegeven.
- [3] <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/gezondheid-welzijn/publicaties/artikelen/archief/2012/2012-3651-wm.htm> en verwijzing daar naar de database.

Diesweek

Afgelopen week was de week waar menig A–Eskwadrater naartoe leefde, en dan heb ik het niet over carnaval. A–Eskwadaat werd afgelopen week 42 jaar oud en dat moest natuurlijk een week lang gevierd worden! Het was een week vol vermaak, feesten en dergelijke. Er waren iedere dag meerdere activiteiten, waarbij het totaalaanbod uit een heel diverse samenstelling bestond. Zo waren er twee borrels, een feest met feestgangers van buiten Utrecht en een slopende doch vermakelijke triatlon. Samenvattend, er was genoeg te doen deze week voor ieder lid van A–Eskwadraat, actief of inactief, inspannend of ontspannend: voor ieder wat wils.

Maar natuurlijk ervaar je de diesweek als bestuur toch heel anders dan als lid. Veel commissies organiseren activiteiten en als bestuur verwacht je dat je overal moet inspringen om te helpen bij de organisatie. Je voelt je namelijk toch wel verantwoordelijk dat ook jouw commissies prachtige activiteiten neerzet.



Gelukkig hoefde ik in mijn geval niet vaak bij te springen en hadden de commissies het bestuur niet vaak nodig en konden ze het prima alleen af. Daardoor had ik meer tijd om te ontspannen en genieten van alle activiteiten die georganiseerd waren tussen alle bestuurstaken door.

Op maandag had het bestuur een gezellige lunch neergezet als aftrap van de diesweek. Het was even stressen, want in korte tijd kwamen er meer dan zestig mensen naar het kleine BBL-zaaltje dat we hadden gereserveerd om samen met ons te lunchen. De aanwezige bestuursleden moesten alle kanten op rennen om zo snel mogelijk iedereen van lunch te voorzien, en – niet geheel onbelangrijk – om iedereen van een stempelkaart te voorzien. Mensen konden namelijk de gehele week stempels verzamelen door naar activiteiten te gaan en na afloop konden mensen met meer dan zeven stempels een verjaardagscadeautje ophalen.

Na deze buikvullende start kon de volgende activiteit starten. Onder de vakkundige kennis van de ViCie leerden de deelnemers tijdens een foto-workshop hoe ze de beste foto's gedurende deze feestweek moesten maken. Er was misschien een lage opkomst (hier ben ik zelf ook schuldig aan), maar de deelnemers hadden het goed naar hun zin en moesten veel lachen terwijl ze naar verschillende zalen liepen om overal foto's te maken.

Ondertussen viel de avond en liepen de colleges voor de maandag ten einde. Net zoals alle kinderen vroeger buiten gingen spelen na school, zo nam de FantaCie studenten mee om buiten te spelen na hun colleges. Daar was het tot laat aan toe een dolle boel waar de mensen pas weggingen op het moment dat het te donker werd om nog fatsoenlijk buiten te spelen.

Ook de dinsdag was een spetterende dag met veel activiteiten. De AxiCie had een gevoelige estafette georganiseerd waarbij je, met het oog op donderdag, een valentijnspartner kon vinden. Helaas heb ik hier als bestuur niks van mee gekregen, want we hadden andere verplichtingen. Wij moesten namelijk bij het WISO (Wiskunde en Informatica Studieverenigingen Overleg) zijn, dat diezelfde dag in Utrecht plaats vond. Van de aanwezigen bij de estafette heb ik gehoord dat het een geslaagde activiteit was met veel genante foto's. Absoluut aan te raden om de foto's te bekijken voor een goede lach!

Na het WISO, wat ook erg gemakkelijk was, moesten wij, als bestuur, naar onze eigen diesreceptie. Bij deze receptie, waar we gepast te laat waren, ontvingen wij andere besturen van andere verenigingen. Dit waren verenigingen van binnen Utrecht met bekende zusjes zoals UBV, Sticky, Proton en nog vele andere, maar ook zusjes van buiten Utrecht. Met zoveel besturen van over het gehele land die naar Utrecht waren afgereisd om ons te feliciteren werd het natuurlijk een dolle boel waarbij er verschillende liederen klonken en er genoeg werd gedronken op kosten van de vereniging. Het is moeilijk om de sfeer te omschrijven, want als bestuur krijg je maar een klein stukje mee. Wij stonden aan de rand van de zaal, en terwijl de andere besturen ons kwamen feliciteren zagen we van alles gebeuren in de zaal: tafels werden heen en weer gesjouwd, pedelstaffen werden gepoogd te brassen en er was een hoop goedbedoeld geduw. Wij als bestuur konden er in ieder geval goed om lachen.

Daarna namen wij al die besturen mee om samen pizza te eten en om daarna naar het feest te gaan. Dat was een chaotische onderneming waarbij we onderweg een paar besturen verloren, maar desondanks kwamen we toch met een aanzienlijke delegatie aan op het verjaardagsfeest. Daar hebben we tot in de late uurtjes gedanst en gedronken, ondersteund door opzwevende muziek waardoor iedereen los ging en een geweldige avond had.



De dag erna konden we mooi uitbrakken bij het ontbijt dat Mooi Meegenomen (het bestuur van vorig jaar, red.) had geregeld voor de vereniging. Hier werd dankbaar gebruik van gemaakt door de vele feestgangers van de nacht ervoor en zo was iedereen weer klaar voor het middagprogramma.

Er was namelijk voor de middag een heuse stormbaan geregeld als promotie voor het natuurkundesymposium. Zelf was ik er niet in de pauze, maar ik heb begrepen dat genoeg mensen er plezier van hebben gehad.

Nadat iedereen uitgehijgd was van de stormbaan gingen we met een grote groep naar het hoofdkantoor van de NS. Daar had de ExcurCie een inhouse dag geregeld bij het

rekencentrum waar ze de spoorboekjes doorrekenen en soortgelijke zaken. Ze hadden voor ons drie cases voorbereid die we konden doorwerken. Gelukkig waren deze niet van te hoog niveau, waardoor er ruim de tijd was om gewoon met de mensen ter plekke gezellig te babbelen.

Na de inhousedag fietsten we met een grote groep naar het Actieve Leden Eten. Daar had de AxiCie voor diner gezorgd voor meer dan honderd mensen, met als toetje briljante taarten! Chapeau aan de AxiCie dat ze voor zo'n grote groep lekker gekookt hebben. En naar de recepten van de taarten zal menig actief lid nog lange tijd vragen.

De donderdag werden de werknemers in het BBL opgeschrikt door een sportende menigte. De SportCie had een triatlon georganiseerd die de sportende deelnemers vanaf de tweede verdieping naar de vijfde verdieping bracht, en daarna weer terug. Het gevolg was wel dat het in de kamer een beetje begon te stinken naar zweet, maar het was het waard. Ondanks dat er een paar mensen het moeilijk kregen, heeft iedereen zich goed vermaakt en waren er vele positieve geluiden te horen.

Voor de donderdag was er ook bedacht dat er nog een tweede borrel georganiseerd moest worden. Tijdens deze borrel, waar er taart werd uitgedeeld, was ook de FysiCie aanwezig. Zij hadden een hoop spullen geregeld en gestald op de borrellocatie met als idee dat mensen kettingreacties gingen bouwen. Dit was een groot succes en al snel waren er meerdere teams bezig om een zo groot en mooi mogelijke reactie te bouwen van vallende ballen, dominostenen en rinkelende bellen. Er was veel creativiteit aanwezig en er is een tof filmpje van gemaakt. Deze is natuurlijk te bekijken op de webstek van A-Eskwadraat.

Op de laatste dag van de diesweek was de lancering van DiBS, het Digitale Betaal Systeem van A-Eskwadraat. Dit systeem moet mensen in staat stellen om met behulp van tegoeden te betalen bij de colakas en zo zonder contant geld toch fris en snoep te kopen in de kamer. Het begin was een beetje rommelig met kabels die niet goed waren geknipt, maar gelukkig waren de technische problemen heel snel opgelost en konden de sleutelhangers (die gebruikt worden door de mensen om zich te identificeren bij de colakas) uitgedeeld worden. In korte tijd hadden al meer dan tachtig mensen zich aangesloten bij het systeem en werd er in korte tijd veelvuldig gebruik van gemaakt.

Daarnaast was er na de lancering van DiBS ook een geslaagd LAN-feest. Hier konden mensen achievements verdienen door rare dingen te doen, wat als gevolg had dat ik vechtende mensen met messen heb gezien die graag de Knifel-achievement wilden. Naast dit komische gezicht waren er ook een hoop mensen actief achter hun computer gekropen om de andere spelers kapot te maken, die er zichtbaar van genoten om dan weer op hun beurt op een ander te jagen.

Het was een erg leuke week met heel veel te doen. Als bestuurslid maak je heel veel mee tijdens zo'n week en voel je ook echt dat het een week lang feest is. Door onder andere die sfeer en alle leuke activiteiten was het een geslaagde week. Ik heb al zin in volgend jaar!

Emile Broeders

Bosons and fermions

By: Claudia Wieners

The standard model contains two types of particles: bosons and fermions. In general, fermions are “matter” particles, like electrons and quarks. Bosons are force carriers, like photons (which carry electromagnetic force). You might also have heard that bosons like to sit together in one state, whereas fermions always occupy a certain state alone.

In this article I want to try to explain the difference between the two, without requiring too much quantum mechanical knowledge from you. So I hope you will forgive me that I very briefly explain a bit of quantum mechanical basics first.

We will start with only one particle which has a number of “states” it can sit in (for example, for particle in a potential, $V(x) = \frac{k \cdot x^2}{2}$, this means that the particle can have different energies, $E = E_0(\frac{1}{2} + n)$, where $n = 1, 2, 3, 4 \dots$).

But let us keep things general, so just say that there is a number of possible states, which we call 1, 2, 3 and so on. These states form a so-called “orthonormal basis”, that is, a particle sitting in one of those states has zero probability to sit in another of those states simultaneously.

States are usually denoted like this: $|\psi\rangle$ (in our case, a particle sitting in state 1 could be denoted as $|1\rangle$). One can define a scalar product or “matrix element” between states, $\langle\psi_1|\psi_2\rangle$. The probability that a particle which sits in state $|\psi_1\rangle$ also sits in $|\psi_2\rangle$ is the absolute value of the square of the matrix element, $P_{\psi_1, \psi_2} = |\langle\psi_1|\psi_2\rangle|^2$.

If you want to spare yourself a headache, do not try to understand *why* this is true. I doubt that anybody understands it. It is just part of a wild, and wonderful, mathematical construction called quantum mechanics which turns out to describe particles very well – we don’t know *why*.

The nice thing about our “orthonormal basis” of states 1, 2, 3... is that it fulfills $\langle i|j\rangle = 0$ if $i \neq j$ and $\langle i|j\rangle = 1$ if $i = j$. So, as I said before, $P_{1,2} = 0$ and $P_{1,1} = 1 - a$

particle sitting in state 1 has 100% probability to sit in state 1, and no chance to sit in another base state, like state 2.

One of the mad things about quantum mechanics is that it is possible to make superposed states. For example, the particle could be in the state $|\psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|2\rangle$. The chance that a particle in $|\psi\rangle$ is also in $|1\rangle$ is $P_{\psi,1} = |\frac{1}{\sqrt{2}}\langle 1|1\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}\langle 1|2\rangle|^2 = |\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 1|^2 = \frac{1}{2}$.

**“It is just part of a wild,
and wonderful,
mathematical
construction called
quantum mechanics
which turns out to
describe particles very
well”**

Now we are ready for considering a second particle. At first we assume that it is distinguishable from the first one, but it can sit in the same states (think of an electron and a positron sitting together in our potential). We also assume that the parti-



cles do not interact (attraction/repulsion between the particles would distort the states of the potential).

When characterizing the total (“many particle”) state of our system, we have to specify the one-particle state which each particle is sitting in. We could denote by $|i, j\rangle$ a state where the first particle (the electron) is in the one-particle state i and the second one (the positron) is in j . We get a new, two-particle orthonormal basis, in which $\langle k, l | i, j \rangle = 1$ if $i = k$, $j = l$ and $\langle k, l | i, j \rangle = 0$ otherwise.

So far, so good. But what happens if we want to describe two electrons? They are indistinguishable, that is, we cannot say anymore which particle is the “first” and which is the “second”! In real (macroscopic) life, we might not be able to tell two twins apart, because they look the same. Nevertheless, they are two distinct persons – twin 1 and twin 2. But in quantum mechanics it does not make sense anymore to talk of electron 1 and electron 2. When I say indistinguishable, I mean it!

“Fermions cannot sit in one state together!”

To make things more precise: two particles are indistinguishable if in all matrix elements (and other things one might want to calculate) it does not make a difference if in each many-particle state two particles are interchanged. Since matrix elements and other physical quantities always consist of scalar products of states, this means that upon interchanging two particles, the state must be the same up to a possible minus sign.

Clearly, this is not fulfilled for the basis state $|i, j\rangle : |i, j\rangle \neq \pm |j, i\rangle$ (remember, $\langle i, j | j, i \rangle = 0$, whereas $\langle i, j | i, j \rangle = 1$). But we can construct new states which fulfill indistinguishability. $\frac{1}{\sqrt{2}}(|i, j\rangle + |j, i\rangle)$, for

example, remains the same after switching i and j (a “symmetric state”), and $\frac{1}{\sqrt{2}}(|i, j\rangle - |j, i\rangle)$ just changes its sign (“antisymmetric”). (I put in the factor of $\frac{1}{\sqrt{2}}$ such as to make the scalar product of one state with itself equal 1 – rather than 2. This is called normalization.) Both symmetric and antisymmetric states occur in nature. Particles which have symmetric states are bosons. Particles with antisymmetric states are fermions. States which are neither symmetric nor antisymmetric can be written down mathematically but do not occur in nature (at least no one ever found them).

“Particles which have symmetric states are bosons. Particles with antisymmetric states are fermions.”

Symmetric and antisymmetric states can also be constructed for more than two particles. If you have 3 bosons in states i, j , and k , then the three-particle state is $\frac{1}{\sqrt{6}}(|i, j, k\rangle + |i, k, j\rangle + |j, i, k\rangle + |j, k, i\rangle + |k, i, j\rangle + |k, j, i\rangle)$. For fermions it is $\frac{1}{\sqrt{6}}(|i, j, k\rangle - |i, k, j\rangle - |j, i, k\rangle + |j, k, i\rangle + |k, i, j\rangle - |k, j, i\rangle)$ – you see that whenever you interchange any particles, you get the same state up to a minus sign for fermions. The recipe for a symmetrised state is to start with one ordering (like $|i, j, k\rangle$) and to add all other orderings, like $|i, k, j\rangle$, and multiply with an appropriate normalization factor. For an antisymmetric state it is the same, except that orderings which are obtained by an odd number of particle interchanges get a minus sign.

Now imagine that you have two particles and you want them to sit together in the same state i . The unsymmetrised state would be $|i, i\rangle$. Try to symmetrise the state (sorry if this looks a bit trivial): you get $|1, 1\rangle + |1, 1\rangle$, up to a normalization factor. So nothing happened. But for fermions, You get (up to normalization) $|1, 1\rangle - |1, 1\rangle$. In other words, you get zero! Fermions cannot sit in one state together! (Bosons, however, really like doing it – they have an even greater probability of being found together in one state than distinguishable particles. Can you figure out why?)

“It is because of their fermionic behaviour that we have all those chemically different atoms with electrons successively filling up states (“shells”)!”

We owe a great deal to the unwillingness of fermions to occupy the same states. Atoms, for example (the potential well created by the attraction to the positive nucleus) offer lots of states to the electrons to sit in. It is because of their fermionic behaviour that we have all those chemically different atoms with electrons successively filling up states (“shells”)!

It is an interesting question whether a particle on its own is a boson or fermion. A single particle has no symmetrised

or antisymmetrised states, so technically speaking it is not a boson/fermion on its own. However, we know that particles which are bosons always have a spin (something very quantum mechanical which you can imagine as angular momentum from rotating around you own axis) of $n\frac{h}{2\pi}$ (h is Planck’s constant), and fermions have $\frac{2n+1}{2}\frac{h}{2\pi}$, with $n = 0, 1, 2, 3, \dots$. Since even single particles have spin, the “Spin-Statistics Theorem” enables us to tell apart single bosons and fermions.

What happens if we have a particle which consists of other particles? Such as protons and neutrons which are made of quarks, and atoms which are made of protons, neutrons, and electrons? Well, these composite particles always have some total spin. And yes, it is always an integer or half-integer multiple of $\frac{h}{2\pi}$. And again, the total spin dictates the bosonic or fermionic behaviour.

“the “Spin-Statistics Theorem” enables us to tell apart single bosons and fermions.”

If you make a composite particle out of bosons, you’ll always end up with a boson. If you make it out of fermions, well, then things depend on the total number of particles you used: an odd number of fermions creates a fermion, but an even number of fermions become a boson. And this effect is measurable – it is, for example, necessary for low-temperature superconductivity.

Living the London life

Studeren in het buitenland. Ik wilde het altijd wel, maar het leek moeilijk te gaan worden in mijn bachelor. Studievertraging wilde ik liever niet oplopen, dus een semester in het buitenland zat er niet in. Nou ja, niet tijdens m'n bachelor dan! Ergens halverwege mijn tweede jaar besloot ik me aan te melden voor een complete master in het buitenland. Het eisenpakket? Er moest Engels gesproken worden, het moest niet te ver weg zijn, en de universiteit moest kwalitatief ten minste gelijkwaardig aan de UU zijn, anders kon ik net zo goed thuis blijven.

Zodoende studeer ik sinds oktober 2012 natuurkunde aan Imperial College London – soort van de TU Delft van Engeland. Studeren is hier wel heel anders dan in Utrecht. Ten eerste is de master die ik doe algemeen voor Natuurkunde – dat wil dus zeggen dat mijn studiegenoten later verder willen in allerlei verschillende takken van de Natuurkunde. Heel leuk is dat, want als ex-TWIN'er ben ik natuurlijk voornamelijk theoretisch-geïnteresseerde studiegenoten gewend!

Een belangrijker verschil is dat we hier geen werkcolleges hebben. Dat was wel even wennen, want ineens moet je alle opgaven zonder hulp maken. Je kunt natuurlijk samenwerken, maar soms kan geen van je studiegenoten je helpen. En dan ben je aangewezen op, jawel, het antwoordmodel! Ik ken Utrechtse docenten die zich, mits ze niet meer leefden, zouden omdraaien in hun graf bij het lezen van voorgaande zin. Is alles dan anders aan mijn nieuwe universiteit? Gelukkig niet. De gebouwen zijn nét zo lelijk als op de Uithof, en dat geeft een vertrouwd gevoel.

Meer dan studeren

Ook naast studeren is er genoeg te doen. Zo speel ik drie keer in de week waterpolo bij de zwem- en poloclub van de universiteit en geef ik op woensdagmiddag bijles aan vierdeklassers (middelbare school, ja).

Buiten de universiteit om is Londen natuurlijk ook een fantastische stad om te wonen. Er zijn mooie, grote parken (mijn favorieten zijn Hyde Park en Regent's Park), die ik voornamelijk gebruik als hardlooplek. De musea hebben fantastische collecties (gratis toegang is een pluspunt) en bijna alles wat je zoekt, kun je hier wel vinden op het gebied van eten, kleding, uitgaan. . . Zijn er dan ook nog nadelen? Jawel, fietsen is hier best een uitdaging vergeleken bij het kalme Utrecht. Maar goed, dat is natuurlijk ook maar een kwestie van aanpassen.



Hyde Park, één van de mooie Londense parken

Adinda de Wit

Iedereen Babels laten spreken

Door: Chun Fei Lung

Volgens de Bijbel sprak iedereen ooit dezelfde taal, wat ons in staat stelde om een toren te bouwen die zou reiken tot aan de hemel: de Toren van Babel. Omdat God niet wilde dat de mensen bijeen zouden blijven, veranderde Hij hun taal. Het resultaat? Babylonische spraakverwarring; men verstond elkaar niet meer, en de toren werd nooit voltooid.

Heel effectief is het op lange termijn niet geweest; een groot deel van de wereldbevolking spreekt tegenwoordig Engels, waardoor velen van ons weer in staat zijn om met elkaar te communiceren.

Toch zijn spraakverwarringen nog steeds mogelijk. Vaak is uit de context nog te halen wat er bedoeld wordt: wanneer twee vogelliefhebbers het hebben over kiwi's, dan zal het vrij duidelijk zijn dat het gaat om kiwi's met pootjes. Moeilijker wordt het wanneer een woord verschillende betekenissen kan hebben; bijvoorbeeld wanneer de minister van Financiën het met een meubelrestaurateur heeft over het redden van een bank. Echt lastig wordt het wanneer een term meerdere op elkaar lijkende betekenissen heeft, of wanneer mensen hetzelfde concept anders kunnen interpreteren.

Vooraf in de wetenschappelijke, medische, juridische en technische wereld is het erg belangrijk om duidelijke overeenstemming te hebben over wat termen precies betekenen.

Ontologieën

Het vaststellen van een ontologie is een manier om dit te doen. Het concept "ontologie" heeft zijn oorsprong in de filosofie en metafysica, waarin men al duizenden jaren poogt om het "zijn" van dingen te

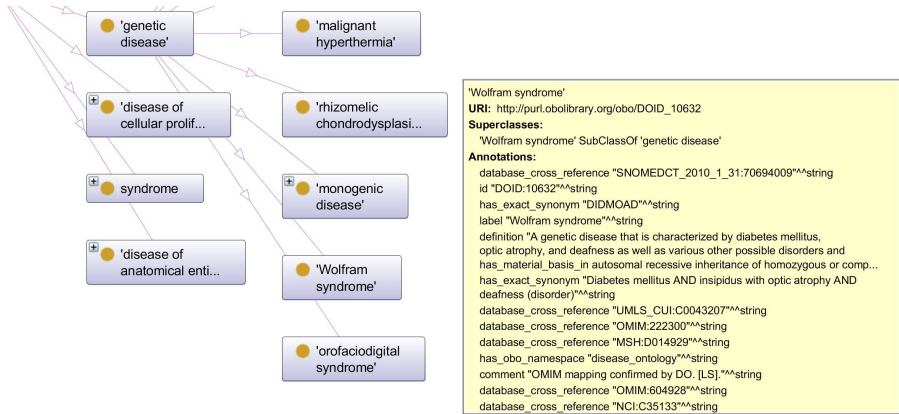
beschrijven en te categoriseren. Later is men ontologieën ook gaan gebruiken in vakgebieden als kunstmatige intelligentie, informatica, (medische) informatiekunde, en computationele taalkunde. Ontologieën worden hierbij veelvuldig toegepast in bijvoorbeeld kennisrepresentatie, en *information retrieval*.

Maar wat is een ontologie eigenlijk? Simpel gezegd is een ontologie een verzameling van concepten voor een bepaald domein die op een hiërarchische wijze zijn gecategoriseerd. Door de betekenis van concepten en hun onderlinge relaties dan expliciet vast te leggen, kan kennis over een domein ondubbelzinnig gerepresenteerd worden.

Ontologieën kunnen op verschillende manieren gerepresenteerd worden. Een formaat dat vooral handig is voor computers, is OWL (dat staat voor *Web Ontology Language*¹). Figuur 1 toont een voorbeeld van een mensvriendelijkere representatie.

Een kennis- of informatiesysteem dat gebruikmaakt van een ontologie zoals die in Figuur 1 zou daarmee bijvoorbeeld aan de hand van sensordata of handmatige invoer zelfstandig kunnen redeneren over de symptomen van een patiënt en vervolgens een diagnose stellen.

¹WOL was logischer geweest, maar de bedenkers vonden OWL leuker klinken en daarnaast vergt het niet veel dyslectische creativiteit om te zien dat OWL ook een prima afkorting is.



Figuur 1: Detailview van het syndroom van Wolfram in de *Disease Ontology* (DO).

Dit kan uiteraard ook zonder een expliciete ontologie te ontwikkelen; het is immers ook mogelijk om kennis over een domein direct te implementeren in een systeem.

Hét voordeel van het ontwikkelen van een ontologie is dan ook dat de gemodelleerde kennis ook eenvoudig hergebruikt kan worden in andere systemen en toepassingen. Op deze manier hoeft geen tijd verspild te worden aan het heruitvinden van het wiel, en kunnen verschillende systemen die gebruikmaken van dezelfde ontologie makkelijker met elkaar samenwerken. Op internet zijn tegenwoordig talloze ontologieën te vinden, waarvan sommige vrij te gebruiken zijn.

One size fits all?

Lange tijd dacht men dat het mogelijk was om één grote ontologie te ontwikkelen die alle concepten op de wereld en hun onderlinge relaties ondubbelzinnig kon definiëren; daarmee zou het bouwen van intelligente systemen die letter-

lijk over alles konden redeneren binnen handbereik liggen. Net als zoveel andere verwachtingen die men destijds had van kunstmatige intelligentie, bleek echter ook deze een klein beetje te optimistisch: het is simpelweg onmogelijk om over alles overeenstemming te bereiken.

Wel zijn er nog wel ontologieën die heel algemeen van aard zijn, en die concepten beschrijven die voor alle domeinen hetzelfde (zouden) zijn; de zogenaamde *upper* of *top-level ontologies*. Dit zijn dikwijls reusachtige en complexe ontologieën met duizenden tot tienduizenden concepten. Gezien de complexiteit van deze ontologieën, de leercurve die daarmee gepaard gaat, en het onvermijdelijke feit dat er altijd wel delen zijn waarmee je het als potentiële gebruiker van zo'n ontologie oneens kan zijn, is er nog geen *upper ontology* die een dermate groot "marktaandeel" heeft verworven dat we het een standaard zouden kunnen noemen. Maar wie weet; misschien hebben we er over tien jaar wel een ...

Haiku

Haiku's waren oorspronkelijk Japanse gedichten, maar ze worden ook in andere talen geschreven. Meestal hebben ze drie regels van 5, 7, en 5 lettergrepen. De schrijver probeert één beeld of emotie vast te leggen; klassieke haiku's gaan vaak over een van de vijf Japanse seizoenen (lente, zomer, najaar, winter, nieuwjaar).

Doordat de haiku's zo kort zijn, moet je heel erg economisch zijn met je woorden; aan de andere kant kun je ze zomaar op de fiets (of waar je inspiratie opdoet) bedenken omdat je ze ook zonder potlood en papier kunt onthouden. Ik ben er zeker geen meester in, maar het is leuk om te doen; daarom hier een voorbeeld van vijf seizoenen plus een "moderne" haiku.

*stil paraderen
in strakke rode rijen
tulpen door april*

*appel – klokkehuis –
appelklok tikt daglicht weg
verslaat de zomer*

*domtoren, wil jij
de herfst ook niet zien? je steekt
je kop in de mist*

*sneeuw dwarrelt omlaag
verveling doet me zuchten:
sneeuw, dwarrel omhoog!*

*nieuw jaar wentelt door
ander wiel op scheve as
van onze aarde*

*mooie theorie
waarom gehoorzaamt eraan
niet ook de data?*

Claudia Wieners

Where do depressions come from?

By: Claudia Wieners

No, I'm not going to talk about weird psychological issues, but about low pressure areas. You all know them to be the main cause of the rainy and stormy weather we frequently have to endure – or enjoy – but how are they formed?

First, let's consider vertical pressure patterns. The first thing we need to know is that air obeys the ideal gas law, $pV = NkT$ (pressure×volume=particle number×constant×temperature). For later convenience, let's rewrite this as $p = \rho kT/m$ where ρ is the density and m the average mass of air molecules. Now consider a package of air with height Δh , area A , density ρ . (see Fig. 1)

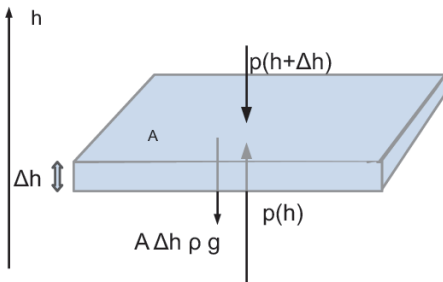


Figure 1: Dependence of p on h
It is neither rising nor falling, so the vertical forces on it (air pressure from below, from above, and gravity) must cancel:

$$Ap(h + \Delta h) + A\Delta h\rho g = Ap(h). \quad (1)$$

Using the ideal gas law this becomes

$$p(h + \Delta h) - p(h) = -\Delta h\rho m/kT. \quad (2)$$

The pressure decreases with height, and the decrease is the slowest for high temperatures.

Consider for example a cold and a warm area next to each other (e.g. sea and land on a sunny summer day), with no

initial pressure difference at the ground. At great heights there will be a pressure difference because the pressure decreases faster with height in cold air. In Fig. 2, situation 1, you see that the isobars (lines of equal pressure) are close to each other.

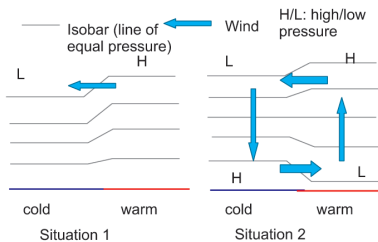


Figure 2: Land-sea breeze

At great heights, pressure is low above cold air and high above warm air. Hence at great height the wind blows from the “warm place” to the “cold place”. Therefore the warm air column loses mass which causes a decrease in pressure at the ground, where the wind now blows from cold to warm (situation 2).

The heat effect describes land and sea breeze well, but on larger scales – say, for describing the temperature difference between the equator and the poles – we need to take into account the rotation of the earth: the Coriolis force (Figure 3). Consider two persons, Alice (yellow) and Bob (violet), on a rotating disk. At time 1, Alice tries to throw a ball at Bob, but in between the disk turns and Bob is rotated away from the ball. . .

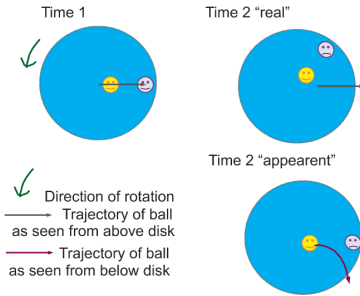


Figure 3: Coriolis force

As external observers (time 2, real) we know that the ball has followed a straight trajectory, but Alice and Bob will think (time 2, apparent) that a force has deflected the ball to the right! This is the Coriolis “force”, mathematically described as

$$\vec{F}_C = -2\vec{\Omega} \times \vec{v}, \quad (3)$$

where $\vec{\Omega}$ is the angular velocity vector (pointing upwards for counterclockwise rotation), and \vec{v} the velocity of the ball. On the earth the Coriolis force makes poleward winds into eastward ones and equatorward winds into westward ones. The poles correspond to the middle of the disk in the two-dimensional example. (Can you figure out why westward (eastward) winds are deflected towards the equator (poles)?)

The vertical component of \vec{F}_C is small compared to gravity, and vertical winds are generally small, so the only interesting part of \vec{F}_C are horizontal force components due to horizontal winds. Hence the Coriolis effect is largest at the poles (Can you figure out why?).

For meteorological purposes it is sufficient to know that at the Northern Hemisphere (NH) the Coriolis force deflects moving particles to the right, and at the Southern Hemisphere (SH) to the left.

Let’s come back to our large-scale temperature differences. At the equator it is warm, and it’s cold at the poles. Therefore you would expect a pressure difference and poleward winds at great height (as in Fig. 2), right? But poleward winds are deflected to the east. . .

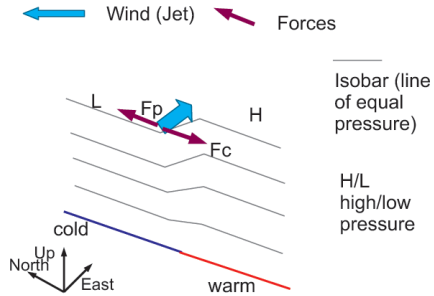


Figure 4: Jetstream

In fact (Fig. 4), we obtain a balance between Coriolis and pressure-induced forces (\vec{F}_C and \vec{F}_P) if the wind blows exactly eastward with just the right speed. Since the transition between cold and warm air is rather sharp, we get a band of strong eastward winds at great height (about 8km), the so-called jet stream.

However the jet stream is not a straight band – it forms “Rossby waves” (Fig. 5).

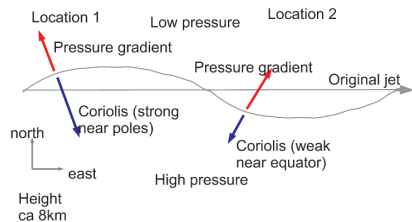


Figure 5: Rossby wave

Imagine a little lump of air (“air parcel”) that is slightly displaced from the initial straight line towards the pole (northward on the northern hemisphere/NH). At the



poles the Coriolis effect is stronger, so the air parcel gets a little extra twist to the right (NH!) until it crosses the initial line and moves equatorwards. Here the Coriolis force is weaker and the air parcel gets a twist to the left (NH!). As a result, the jet stream looks rather curvy.¹

But whenever something moves on a curvy line, we get an additional (apparent) force into play, the centrifugal force \vec{F}_F (Fig. 6).

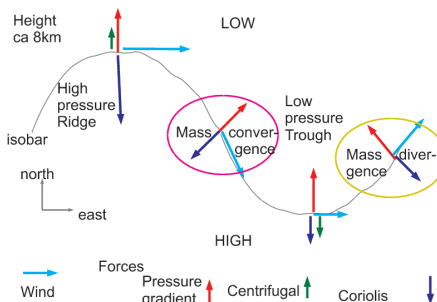


Figure 6: Formation of low and high pressure areas underneath a Rossby wave

It always acts towards the outside of a curve. So if our air parcel is moving around a high pressure “ridge”, \vec{F}_F points in the same direction as \vec{F}_P . In order to balance these combined forces, we need an extra large \vec{F}_C . This means that the wind must be extra strong, because \vec{F}_C is proportional to \vec{v} . On the other hand, if the air moves around a low pressure “trough”, \vec{F}_F partially balances \vec{F}_P , so \vec{F}_C and hence the wind needn’t be that strong.

So when the air is on the northward (NH!) moving branch of the Rossby wave, it gets accelerated. On the southward (NH!) moving branch it is decelerated. This

means that at the northward branch we lose air, but on the southward branch we collect air. (Imagine a road where every car is a little faster (northward branch) or slower (southward branch) than the one just behind him. The first case leads to a clear road, the second to a traffic jam!)

And what happens to the pressure at the ground if we lose (collect) air at great height? It decreases (increases), leading to a low (high) pressure area!

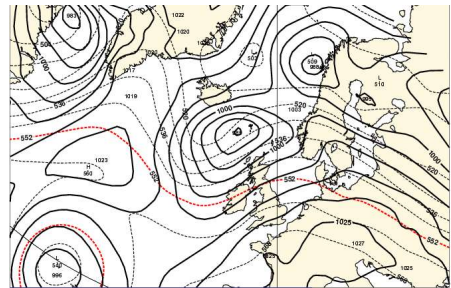


Figure 7: Weather map at ~ 5 km height and sea level.

As long as a depression on the ground lies eastwards of the corresponding low pressure at great height, it can intensify. As an example, have a look on a weather map on Fig. 7 (solid lines: isobars on the ground, dashed: at about 5.5 km height²). The low pressure area in the south west corner will slowly die, but the one near Scotland, right under the “northward” branch of the Rossby wave, will intensify and become a strong storm depression two days later. . .

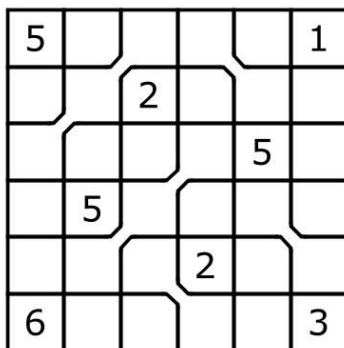
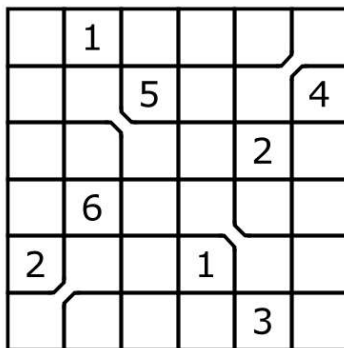
Knowing about the formation of depressions doesn’t change them, of course. Yet I think you might, as I do, find some consolation in knowing *why* on earth you get so wet again on your bike!

¹The mechanism described here is actually only a good explanation for large wavelengths.

²These are in fact not isobars, but lines of equal height of the surface on which the pressure is 500hPa. Qualitatively (up to some factor of proportionality) this is equivalent.

Puzzel

De zogenaamde staircases. Vul de cijfers 1 tot en met 6 in, zodanig dat in elke rij en kolom elk cijfer één keer voorkomt en dat verbonden vakjes hetzelfde cijfer bevatten. Los ze allebei op, en mail je antwoord naar (vakidoot@a-eskwadraat.nl) of leg hem in het postvak van de Vakidoot in de werkkamer voor de deadline van zondag 31 maart. Succes!



Onder de inzenders wordt – zoals altijd – een prijsje verloot. Zo is de winnaar voor de vorige puzzel Monique Dorresteyn: zij kan haar prijs komen ophalen in de A-Eskwadraatkamer.



Party time.



Study time.



Time to work.

Topicus zoekt: TopTalent

Wat heeft Topicus jou te bieden?

- ▶ Startersfuncties
- 🎓 Afstudeeropdrachten
- 🔨 Bijbanen

Topicus Conferentie
14 MAART
 Aanmelden via TopiConf.nl

Kijk op www.topicus.nl voor jouw mogelijkheden of loop tijdens de bedrijvendag langs en vraag het onze informatici

Het kunnen binden van goede mensen is een voorwaarde voor succes, en ons belangrijkste asset. Het enorme succes van Topicus in de afgelopen jaren trekt dat talent aan. Talent werkt immers graag met talent en zo hoort dat ook. Ons strategisch medewerkersbeleid bestaat vooral uit het willen laten groeien van werknemers, zowel in kennis als in effectiviteit en uitstraling. Wij doen er alles aan om ervoor te zorgen dat onze medewerkers de lat voor zichzelf hoog leggen. En we doen er ook alles aan om ervoor te zorgen dat die lat bereikt wordt. Dat dit werkt hebben we gemerkt: Topicus kent nauwelijks verloop, heeft een goede instroom van jong talent en een organisatie die met de dag professioneler wordt.

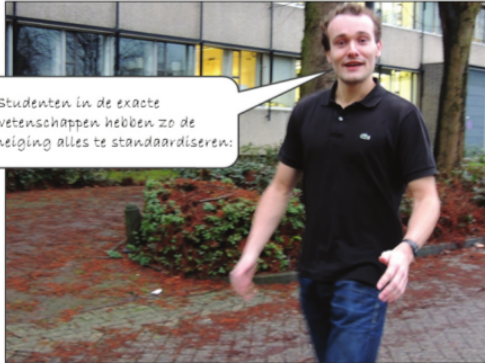


Topicus staat voor Ketenintegratie en SaaS oplossingen.

De

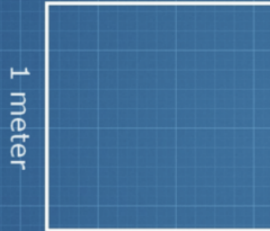
VAK idioot

Fotostrip



Zo kennen ze de standaard meter

Ontwerp studentenkamer



De standaard kilo



De standaard liter



Het standaard uur



Maar het meest bizar van allemaal is toch wel de standaardfout

| | |
|--|--|
| | Statistiek |
| | ✓ De standaardfout is als volgt |
| | $\sigma(\bar{x}) = \frac{1}{\sqrt{n}} \sigma_x$, WAAR |
| | $\sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum (X - E(X))^2$ |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

script: Darius Keijden
samenstelling: Jacco Krijnen
foto's: vicie